

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

ANA FLAVIA CORRÊA LEÃO DIAS

**A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO NONO
ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL SOBRE A TEMÁTICA ELETRICIDADE**

Caçapava do Sul

2023

ANA FLAVIA CORRÊA LEÃO DIAS

A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO NONO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL SOBRE A TEMÁTICA ELETRICIDADE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências da Fundação Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Mara Elisângela Jappe
Goi

Caçapava do Sul

2023

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

D541e Dias, Ana Flavia Corrêa Leão

A experimentação investigativa no ensino de ciências no
nono ano do ensino fundamental sobre a temática eletricidade /
Ana Flavia Corrêa Leão Dias.

222 p.

Dissertação (Mestrado)-- Universidade Federal do Pampa,
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2023.

"Orientação: Mara Elisângela Jappe Goi".

1. Experimentação Investigativa. 2. Eletricidade. 3. Ensino
Fundamental. I. Título.

ANA FLAVIA CORRÊA LEÃO DIAS

A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO NONO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL SOBRE A TEMÁTICA ELETRICIDADE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências da Fundação Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.
Área de concentração: Ensino.

Dissertação defendida e aprovada em 28 de junho de 2023.
Banca Examinadora

Profa. Dr. Mara Elisângela Jappe Goi – PPGEC/Unipampa - Orientadora

Prof. Dra. Patrícia Ignácio- FURG- Santo Antônio da Patrulha-RS

Pof. Dr. André Luis Silva da Silva- PPGEC-Unipampa

Profa. Dra. Caroline Wagner– PPGEC- Unipampa



Assinado eletronicamente por **MARA ELISANGELA JAPPE GOI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 28/06/2023, às 17:30, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **CAROLINE WAGNER, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 28/06/2023, às 20:50, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **ANDRE LUIS SILVA DA SILVA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 29/06/2023, às 08:50, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **Patrícia Ignácio, Usuário Externo**, em 30/06/2023, às 13:47, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1156105** e o código CRC **0C8924D7**.

Dedico esta dissertação aos meus pais ***Vilmar e Maria Eni***, que dedicaram suas vidas à formação de suas filhas e netos, sendo fontes inesgotáveis de incentivo, apoio e amor.

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente, pelo dom da vida e ter me permitido sobreviver a uma pandemia juntamente à minha família e amigos, iluminando meu caminho junto aos espíritos de luz, permitindo que esta conquista se realizasse.

Aos meus pais Vilmar e Eni, que dedicaram suas vidas à formação das filhas e netos. Em especial minha mãe que partiu para outro plano em primeiro de fevereiro deste ano, e que até seus últimos instantes me acompanhou na escrita da análise dessa dissertação.

Às minhas filhas Mab Raísa, Mab Rhiana, Luiza e Adriana, meus maiores tesouros e inspiração, que com amor e companheirismo sempre me incentivaram e estiveram ao meu lado, abraçaram comigo meus sonhos tornando-os nossos.

Ao meu companheiro Jorge, que sempre compreendeu a falta de horas disponíveis em meu dia, ao trabalhar 60 horas semanais e me dedicar ao mestrado.

Agradeço com muito carinho à minha orientadora Professora Doutora Mara Elisângela Jappe Goi pela orientação constante, apoio e paciência, por acreditar em meu potencial, em minha pesquisa e dividir comigo esta conquista.

Aos professores doutores André Luís Silva da Silva, Caroline Wagner e Patrícia Ignácio por fazerem parte da minha banca, pelas correções minuciosas, pelas sugestões e contribuições que permitiram aperfeiçoar este trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, da Universidade Federal do Pampa, pela oportunidade de construir novos conhecimentos.

Aos estagiários de Monitoria do Curso de Ciências Exatas da Unipampa Diego da Rosa Pereira, Yago Meneses Sena e Silva e Wesley Rodrigues Alves que me auxiliaram durante a aplicação dos Experimentos Investigativos.

A amiga e colega de mestrado Patrícia Dias pela troca constante de conhecimento e momentos de angústia e alegria sempre compartilhados.

Aos estudantes que participaram de minha pesquisa, pelo carinho, colaboração e aprendizados que me proporcionaram.

As Equipes Diretivas e colegas das Escolas Nossa Senhora da Assunção e Escola Técnica Estadual Dr Rubens da Rosa Guedes.

A professora de Ensino Médio, colega de trabalho e amiga Francelina, que sempre me incentivou a fazer o Mestrado.

“A vida não é fácil para nenhum de nós. Mas e daí? Nós devemos ter persistência e, acima de tudo, confiança em nós mesmos. Devemos acreditar que somos talentosos em alguma coisa, e que essa coisa, a qualquer custo, deve ser alcançada”.

Marie Curie

RESUMO

O presente estudo traz uma proposta que foi desenvolvida com uma turma de nono Ano do Ensino Fundamental de Tempo Integral de uma escola técnica estadual de educação, localizada na zona rural de Caçapava do Sul, RS. Almejando um Ensino de Ciências mais qualificado com jovens mais críticos e participativos, propõe-se um trabalho com uso da metodologia de Experimentos Investigativos, cuja questão norteadora é “Quais são as potencialidades dos Experimentos Investigativos na aprendizagem de conceitos no Ensino de Ciências?” Sob o prisma empírico, o estudo realizado se justificou pela necessidade de atividades que estimulem a participação ativa e cognitiva dos estudantes, uma vez que a investigação sobre o objeto de estudo é baseada, na maioria das vezes, apenas em decorar fatos e conceitos que logo passam e não no raciocínio e na busca pelo conhecimento. Nesse sentido, a aquisição de conceitos, por parte dos mesmos, pode ser baseada na investigação através de atividades experimentais. Como objetivo geral buscou mapear as potencialidades dos Experimentos Investigativos na aprendizagem de conceitos no Ensino de Ciências com estudantes da Educação Básica de uma turma de nono Ano do Ensino Fundamental de Tempo Integral, como forma de construir um Ensino de Ciências mais eficiente e relevante. Para efetivar esse trabalho, realizou-se uma revisão de literatura sobre a Experimentação Investigativa no Ensino de Ciências, a mesma foi realizada por meio de uma busca de artigos relacionados ao assunto em seis (6) revistas da classificação Qualis Capes A1, A2 e B, sendo cinco (5) nacionais e uma (1) internacional no período de 2010-2019, visando fazer um levantamento sobre como a Experimentação vem sendo trabalhada nos últimos anos e, a partir da leitura dos artigos foram construídas categorias de análise: (i) Experimentação Investigativa na formação Inicial e Continuada de Professores; (ii) Experimentação Investigativa na Educação Básica. Além desta revisão o trabalho apoiou-se à luz da Teoria da Aprendizagem de Jerome Bruner, por ressaltar que os indivíduos aprendem por meio de resolver um determinado problema. Como referencial epistemológico é tratado Larry Laudan e o embasamento teórico do Ensino de Ciências pautada na investigação são tratados alguns autores da área que defendem a metodologia de Experimentos Investigativos como uma estratégia metodológica eficaz. Para a produção dos dados desta pesquisa, foram realizados dois questionários do tipo Likert, o inicial para verificar o conhecimento prévio e o final, após a implementação dos experimentos. As aulas experimentais foram gravadas por meio de áudios e vídeos, além de relatórios escritos pelos estudantes dos experimentos. Foi utilizada a pesquisa quanti-qualitativa. Para Lüdke e André (1986) a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento. Durante a execução metodológica dos blocos de experimentos, o conteúdo de Ciências foi abordado, relacionando-o à temática Eletricidade. Como instrumento metodológico para análise de resultados foi utilizada a Análise de Conteúdos de Bardin que a partir dos dados produzidos emergiram categorias de análise baseadas no Questionário Inicial, na aplicação das atividades de Experimentação Investigativa, no Questionário Final e nas questões discursivas aplicadas ao final da implementação do trabalho. Como produção final foi disponibilizado o bloco de experimentos implementado durante o mestrado em um perfil no *instagran*, envolvendo a metodologia de Experimentos Investigativos para que outros professores possam também, fazer uso desta metodologia de ensino e consiga mostrar as potencialidades que o experimento investigativo apresenta, como recurso metodológico na aquisição de conceitos relacionados à componente de Ciências da Natureza. A partir desta pesquisa, evidenciou-se algumas dificuldades dos estudantes nos aspectos relacionados às diferentes etapas da implementação da proposta e revelaram-se potencialidades da

Experimentação Investigativa, tais como, o desenvolvimento de habilidades cognitivas durante a elaboração de estratégias, motivação, reflexão crítica, criatividade e argumentação.

Palavras Chave: Experimentação investigativa. eletricidade. ensino fundamental.

ABSTRACT

The present study brings a proposal that was developed with a group of ninth year of Elementary School of Full Time of a state technical school of education, located in the rural zone of Caçapava do Sul, RS. Aiming for a more qualified Science Teaching with more critical and participatory young people, a work using the Investigative Experiments methodology is proposed, whose guiding question is “What are the potentialities of Investigative Experiments in learning concepts in Science Teaching?” Under the empirical prism, the study carried out was justified by the need for activities that stimulate the active and cognitive participation of the students, since the investigation about the object of study is based, in most cases, only on memorizing facts and concepts that soon pass and not in reasoning and in the search for knowledge. In this sense, their acquisition of concepts can be based on research through experimental activities. As a general objective, it sought to map the potential of Investigative Experiments in learning concepts in Science Teaching with Basic Education students from a ninth-year class of Full-Time Elementary School, as a way to build a more efficient and relevant Science Teaching. To carry out this work, a literature review was carried out on Investigative Experimentation in Science Teaching, which was carried out through a search for articles related to the subject in six (6) journals of the Qualis Capes A1, A2 and B classification. , five (5) national and one (1) international in the period 2010-2019, aiming to survey how Experimentation has been worked on in recent years and, based on the reading of the articles, categories of analysis were constructed: (i) Investigative Experimentation in Initial and Continuing Teacher Training; (ii) Investigative Experimentation in Basic Education. In addition to this review, the work was supported in the light of Jerome Bruner's Theory of Learning, by emphasizing that individuals learn by solving a given problem. As an epistemological reference, Larry Laudan is treated and the theoretical basis of Science Teaching based on research is treated by some authors in the area who defend the methodology of Investigative Experiments as an effective methodological strategy. For the production of data for this research, two Likert-type questionnaires were carried out, the initial one to verify prior knowledge and the final one, after the implementation of the experiments. The experimental classes were recorded through audios and videos, in addition to written reports by the students of the experiments. The quantitative and qualitative research was used. For Lüdke and André (1986) qualitative research has the natural environment as its direct source of data and the researcher as its main instrument. During the methodological execution of the blocks of experiments, the content of Science was approached, relating it to the Electricity theme. Bardin's Content Analysis was used as a methodological tool for analysis of results, which from the data produced emerged categories of analysis based on the Initial Questionnaire, on the application of Investigative Experimentation activities, on the Final Questionnaire and on the discursive questions applied at the end of the implementation from work. As a final production, the block of experiments implemented during the master's degree is available in an instagran profile, involving the methodology of Investigative Experiments so that other teachers can also make use of this teaching methodology and be able to show the potential that the investigative experiment presents, such as methodological resource in the acquisition of concepts related to the Natural Sciences component. From this research, some difficulties of the students in the aspects related to the different stages of the implementation of the proposal were evidenced and potentialities of the use of the Investigative Experimentation were revealed, such as, the development of cognitive abilities during the elaboration of strategies, motivation, reflection criticism, creativity and argumentation.

Keywords: Investigative experimentation. electricity. elementary school.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Esquema do Currículo em Espiral.....	40
Figura 2- Fórmula para o cálculo do Ranking Médio.....	110
Figura 3- Estudantes na atividade “O material que expomos o balão influência.....	125
Figura 4- Estudantes na atividade: Agora tente colocar um papel entre os dois balões carregados. Vai acontecer alguma coisa?.....	127
Figura 5- Atividade “Influencia o fato dos materiais que expomos ao balão serem sólidos?”.....	128
Figura 6- Estudantes em atividade experimental Criando Raios.....	130
Figura 7- Estudantes em atividades.....	134
Figura 8- Estudantes testando a condutividade elétrica nas substâncias.....	139
Figura 9- Atividades sobre a atividade experimental.....	140
Figura 10- Atividade com a placa de arduino.....	141
Figura 11- Desenho do protótipo.....	146
Figura 12- Montagem dos Kits.....	146
Figura 13- Primeira Tentativa de Montagem Carro Sustentável.....	148
Figura 14- Tentativas Grupo C.....	151
Figura 15- Protótipo pronto estudante 2.....	151

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Número total de artigos sobre Experimentação no Ensino de Ciências.....	71
Tabela 2- Quanto à disciplina de Ciências... ..	111
Tabela 3- Quanto às aulas experimentais... ..	113
Tabela 4- Quanto aos relatórios das aulas experimentais de Ciências... ..	116
Tabela 5- Auto avaliação.....	118
Tabela 6- Quanto aos Experimentos Investigativos sugeridos... ..	161
Tabela 7- Quanto às estratégias adotadas pelo grupo.....	163
Tabela 8- Quanto às aulas experimentais... ..	164
Tabela 9- Quanto aos relatórios orais e escritos... ..	165
Tabela 10- Quanto ao trabalho através da experimentação investigativa	167
Tabela 11- Auto avaliação... ..	169

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Artigos relacionados aos Experimentos Investigativos.....	72
Quadro 2- Procedimentos Investigativos.....	96
Quadro 3- Bloco de Experimento 1.....	97
Quadro 4- Ficha de Trabalho do Experimento 1.....	98
Quadro 5- Relatório do Bloco de Experimento 1.....	100
Quadro 6- Bloco de Experimento 2.....	101
Quadro 7- Ficha de Trabalho do Bloco de Experimentos 2.....	102
Quadro 8- Relatório do Bloco de Experimentos 2.....	104
Quadro 9- Bloco de Experimento 3.....	105
Quadro10- Ficha de Trabalho Bloco de Experimento 3.....	106
Quadro 11- Relatório do Bloco de Experimento 3.....	107
Quadro 12- Seções do APP “Experimentos Investigativos para o Ensino de Ciências.....	109
Quadro 13- Síntese dos Encontros durante a implementação da metodologia de EI.....	120
Quadro 14- Problema proposto no Primeiro Bloco de Experimentos: Criando Raios.....	122
Quadro 15- Hipóteses dos estudantes sobre a formação de raios.....	122
Quadro 16- Ficha de Trabalho Bloco de Experimento Criando Raios.....	123
Quadro 17- Resultado do experimento Criando Raios.....	129
Quadro 18- Respostas para o problema.....	131
Quadro19-Problema proposto no Segundo Bloco de Experimentos: Eletricidade e Condução Elétrica.....	132
Quadro 20- Hipóteses dos estudantes sobre a descarga elétrica na água.....	132
Quadro 21- Hipóteses para a construção do Circuito.....	135
Quadro 22- Ficha de trabalho do Experimento Eletricidade e Condução Elétrica.....	136

Quadro 23- Respostas para o problema.....	142
Quadro 24- Problema proposto no Segundo Bloco de Experimentos: Carro sustentável.....	143
Quadro 25- Hipóteses dos estudantes sobre a construção do protótipo.....	143
Quadro 26- Ficha de Trabalho do Experimento Investigativo Carro Sustentável.....	144
Quadro 27- Primeira Tentativa de Montagem do Carro Sustentável.....	147
Quadro 28- Segunda Tentativa de Montagem do Carro Sustentável.....	148
Quadro 29- Resultados Terceiro Bloco de Experimentos.....	152

LISTA DE SIGLAS

EI – Experimentação Investigativa

URCAMP -Universidade da Região da Campanha

UFSM - Universidade Federal de Santa Maria

UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa

PIBID - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à DocênciaPISA - Programa

Internacional de Avaliação dos Estudantes

PRP - Programa Residência Pedagógica

MPEC - Mestrado Profissional em Ensino de

CiênciasPCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino

MédioLDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

ETERRG – Escola Técnica Estadual Dr Rubens da Rosa Guedes

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	Delimitação do problema e justificativa da pesquisa	24
1.2	Objetivos	25
2	REFERENCIAL TEÓRICO	26
2.1	A Experimentação no Ensino de Ciências	26
2.1.1	Abordagem Tradicional da Experimentação	30
2.1.2	Abordagem Investigativa da Experimentação	32
2.2	Aspectos psicológicos da Experimentação Investigativa	36
2.2.1	Jerome Seymour Bruner	38
2.2.2	Implicações da Teoria de Aprendizagem de Bruner	39
2.2.2	O Ensino de Ciências e a Teoria da Aprendizagem de Bruner	45
2.2.3	Teoria de Aprendizagem por Descoberta	46
2.2.4	Teoria da aprendizagem currículo em espiral	48
2.3	Um olhar sobre a epistemologia de Larry Laudan para o Ensino de Ciências	51
2.3.1	Larry Laudan e Seus Pressupostos Epistemológicos	52
2.3.2	Larry Laudan e o Progresso Científico	54
2.3.3	Problemas Empíricos e Problemas Conceituais	56
2.3.4	Larry Laudan e as tradições de pesquisa	58
2.3.5	Larry Laudan e o Ensino De Ciências	60
2.3.6	Críticas a epistemologia de Larry Laudan	64
2.4	Revisão de Literatura: Experimentação Investigativa no Ensino de Ciências	67
2.4.1	Experimentação no Ensino de Ciências	68
2.2.1	Resultados e discussões da revisão de literatura	73
2.2.1.1	Experimentação Investigativa na Formação Inicial e Continuada de Professores	74

2.2.1.2	A Experimentação Investigativa na Educação Básica.....	80
3	METODOLOGIA E CONTEXTO DA PESQUISA	93
3.1	Contexto escolar e público alvo.....	94
3.2	Instrumentos utilizados.....	95
3.3	Percurso Metodológico das Implementações	95
3.4	Procedimentos Investigativos	95
3.5	Método de Análise.....	96
3.6	Experimentos Implementados.....	96
3.7	Produto educacional: página no <i>instagram</i> (Apêndice D)	108
4	APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS	110
4.1	Análise do Questionário Inicial.....	111
4.2	Análise, Discussões e Reflexões sobre a Experimentação Investigativa: O ContextoEscolar	119
4.3	Análise do Questionário Final	161
4.4	Concepções dos estudantes diante do trabalho realizado	170
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	174
	REFERÊNCIAS	178
	APÊNDICE	198
	APÊNDICE A- Termo De Consentimento Livre e Esclarecido	198
	APÊNDICE B- Questionário de avaliação das aulas com experimentos investigativos em ciências	199
	APÊNDICE C- Questionário de avaliação das aulas Experimentais De Ciências usando a Metodologia de Experimentação Investigativa	203
	APÊNDICE D- Perfil do <i>instagram</i>	208

PROFESSORA-PESQUISADORA

Como apontado por Nóvoa (1992), não há como separar o eu pessoal do eu profissional, pois ambos se complementam. Portanto, exponho aqui minha trajetória acadêmica e profissional.

Sou de Caçapava do Sul, uma cidade localizada na Região da Campanha do Rio Grande do Sul (RS), minha trajetória escolar teve início em uma Escola Rural do interior do município, onde estudei até a quarta série, vindo a completar o Ensino Fundamental em uma Escola Estadual na sede do Município. Nesta mesma escola tive a minha formação em nível de Ensino Médio com o Curso Científico, o qual muito me agradou pelo contato com o Laboratório de Ciências e ao aprofundamento de disciplinas da área das Ciências da Natureza e Matemática. Valendo destacar que desde minha infância fazia experimentações em casa, as quais eram taxadas como “arte”, e muitas das vezes reprimidas. Minha formação superior iniciou-se com Licenciatura Plena em Matemática na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), a qual por motivos particulares foi cancelada, vindo a concluir Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade da Região da Campanha (URCAMP).

Após a conclusão de minha graduação, ingressei na Rede Estadual de Ensino (2002) e na Rede Municipal de Ensino (2006), sendo que em 2006 optei em ficar somente na Rede Estadual, onde estou até hoje. Logo que concluí a graduação me matriculei em um curso de Especialização em Ecologia na URCAMP, o qual me possibilitou um aperfeiçoamento relevante, além de durante toda minha trajetória fazer vários cursos, simpósios, seminários, procurando atualizar-me constantemente.

Atuei como supervisora do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) subprojeto- Física da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), de 2011 a 2016, em que passei ter contato direto novamente com o meio acadêmico e tive muitas oportunidades de formação continuada o que me permitiu um aperfeiçoamento profissional, contribuindo efetivamente em minha prática docente. Em 2018 passei a atuar no Programa de Residência Pedagógica da UNIPAMPA, como preceptora, o qual contribuiu, além de minha formação, almejar o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (MPEC). Participei também, do edital 2020/2022 do Programa de Residência.

De 2014 até 2021 fui Vice Diretora da EENSA, uma das escolas que trabalho, o que me levou a fazer a Especialização em Orientação, Gestão e Supervisão Escolar no Centro Universitário Internacional (UNINTER), a qual contribuiu muito para minha atuação profissional. Neste ano de 2023, assumi a vice-direção da ETERRG. Também busquei a fazer

uma Especialização em Metodologia de Ensino em Física na UNINTER, uma vez que senti a necessidade dessa formação, pois a Física é uma das componentes que leciono. Em função de deficiências, distúrbios e transtornos de aprendizagens que me deparo, no cotidiano escolar, estou cursando uma Especialização em Atendimento Educacional Especializado e Sala de Recursos.

Durante minha jornada como educadora, sempre me auto avalio e avalio o desempenho e interesse de meus estudantes e em muitas vezes me sinto insatisfeita com os resultados, em função disso procuro sempre que possível, proporcionar aos meus estudantes atividades de construção e interação do conhecimento como trabalhos com projetos e problematizações, buscando um bom envolvimento dos mesmos nas atividades voltadas ao saber científico. Pois acredito ser importante que o educador faça uma análise profunda de quem ele é, para então poder atribuir sentido às suas ações, refletindo constantemente sobre a sua prática e a continuidade de sua formação.

Portanto, hoje me encontro como mestranda do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (MPEC), pela UNIPAMPA, no qual estou me construindo pesquisadora, repensando e buscando ressignificar minha prática de sala de aula, investindo em metodologias que possam abrir possibilidades de melhoria na qualidade de ensino

1 INTRODUÇÃO

Este estudo foi desenvolvido ao longo de um momento histórico para as Ciências e para a humanidade, que foi a pandemia de COVID-19, também conhecida como pandemia do coronavírus, manifestada por uma doença respiratória (SARS-CoV-2). Segundo WHO (2020), o vírus tem origem zoonótica e o primeiro caso conhecido da doença remonta a dezembro de 2019 em Wuhan, na China. Em 20 de janeiro de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) classificou o surto como Emergência de Saúde Pública de Âmbito Internacional e, em 11 de março de 2020, como pandemia.

Juntamente com a Pandemia da Covid-19 inúmeras modificações ocorreram em nosso cotidiano, por conta das medidas sanitárias e de distanciamento social. Um dos setores mais afetados foi o educacional, de modo que as atividades pedagógicas presenciais foram suspensas e os órgãos reguladores nacionais indicaram a continuidade do semestre letivo (BRASIL, 2020), por meio de atividades remotas, as quais perduraram até agosto, do ano letivo de 2021, no caso da rede pública estadual do Estado do RS. Passando, a partir deste momento, para o modelo híbrido, que é uma metodologia que combina a aprendizagem presencial e remota, permitindo que o estudante estude sozinho on-line ou em sala de aula interagindo com os colegas e com o professor.

Em sua pesquisa, Rodini *et al.* (2020) apontam as dificuldades e mudanças sofridas no sistema educacional, as quais tiveram que ser realizadas rapidamente. De um dia para o outro, os professores precisaram transpor conteúdos e adaptar suas aulas presenciais para plataformas on-line com o emprego das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), sem preparação para isso, ou com preparação insuficiente, também em caráter emergencial.

Mesmo passando por este período acelerado de COVID-19, os referenciais desta dissertação foram elaborados e seu projeto de pesquisa qualificado de forma remota, já sua implementação foi de forma presencial. Buscou compreender quais são as potencialidades dos Experimentos Investigativos na aprendizagem de conceitos no Ensino de Ciências, a fim de que o conhecimento científico seja mais qualificado aos estudantes na Educação Básica, durante suas aulas de Meio Ambiente com a temática Eletricidade.

Visto que, segundo estudos de Buhler e Ignácio (2021 p. 02), “No ano de 2015 participaram do PISA 23.141 alunos brasileiros de 841 escolas: 81,96% dos avaliados apresentaram conhecimento entre os níveis 1 e 2, muito abaixo da média dos outros países.

Menos de 20% dos jovens brasileiros alcançaram os níveis mais elevados (de 3 a 6)”. Conforme Buhler e Ignácio (2021), os baixos resultados do Brasil, além de expressar os erros dos estudantes, ocorrem porque a maioria dos estudantes brasileiros não consegue chegar ao final da prova devido à dificuldade dos estudantes em resolver as questões iniciais. Podendo assim, a metodologia da Experimentação Investigativa ser uma alternativa viável para amenizar essa defasagem.

Justificar essa decisão é um processo que começa junto com a jornada em sala de aula da mestrandia, com suas inquietações causadas pela desmotivação dos estudantes em aprender e pela dificuldade em relacionar os conteúdos de Ciências às disciplinas específicas do Ensino Técnico. Esta pesquisa foi desenvolvida em uma escola Técnica Estadual de Educação Básica do Município de Caçapava do Sul/RS.

Este trabalho abrangeu uma turma de nono Ano do Ensino Fundamental de forma interdisciplinar na componente da parte diversificada denominada Meio Ambiente, segundo a matriz de referência para o modelo híbrido de ensino da rede estadual de ensino do Estado do Rio Grande do Sul (2021). Almejando-se que os jovens adquiram maior criticidade e sejam mais participativos, como isso foi proposto um trabalho com uso da metodologia Experimentos Investigativos, que possa contribuir para o aprendizado destes estudantes.

Para efetivar esse trabalho, realizou-se uma revisão de literatura sobre a Experimentação Investigativa no Ensino de Ciências, uma vez que, uma das estratégias didáticas bem difundidas são as atividades experimentais, cuja principal característica é trazer os conteúdos por meio de problemas em que os estudantes são instigados a resolvê-los de forma ativa, sendo um dos caminhos para o professor conseguir em sua estratégia [...] “tornar o conteúdo mais interessante por trazê-lo para mais perto do universo cognitivo não só do aluno, mas do próprio homem, que antes de conhecer cientificamente, constrói historicamente o que conhece.” (CASTRO, 2016, p. 30).

O desafio do Ensino de Ciências é explicar fenômenos naturais do ponto de vista científico, relacionando-os com o cotidiano dos estudantes. A experimentação sendo usada em sala de aula como método de investigação da natureza, pode despertar nos estudantes o interesse pelo aprender a construir conhecimento científico a partir do seu cotidiano. O presente trabalho está organizado por capítulos.

No primeiro capítulo consta a introdução e é apresentado um contexto sobre Experimentação, bem como consta a delimitação do problema, justificativa e objetivos.

No segundo capítulo é apresentado o referencial teórico que traz um embasamento

teórico desta dissertação, por meio de uma abordagem sobre Experimentação Investigativa, referenciando-se o psicólogo Jerome Bruner, em função das orientações gerais que apresenta em sua obra sobre o desenvolvimento da criança e pelos argumentos que utiliza em sua tese de que o ensino pode constituir-se por problemas, por descoberta no sentido de investigação e ainda trata do currículo em espiral. Os referenciais epistemológicos trazem Larry Laudan como potencial para entender o progresso da Ciência, a definição de problemas empíricos e conceituais, as tradições de investigação e às críticas epistemológicas, buscando esclarecimentos plausíveis acerca do processo de construção da Ciência que possam contribuir para a aprendizagem e formação de cidadãos críticos, que relacionem os conteúdos assimilados com a sociedade em transformação. E, ainda, no segundo capítulo apresenta-se uma revisão de literatura relatando a importância da Experimentação no Ensino de Ciências. A mesma foi realizada por meio de uma busca de artigos relacionados ao assunto em seis (6) revistas da classificação Qualis Capes A1, A2 e B, sendo cinco (5) nacionais e uma (1) internacional no período de 2010-2019, visando fazer um levantamento para “Estudos Relacionados” sobre como a Experimentação vem sendo trabalhada nos últimos anos e, a partir da leitura dos artigos foram construídas categorias de análise.

No terceiro capítulo está descrita a metodologia de pesquisa, a qual aborda a pesquisa qualitativa que para Lüdke e André (1986) tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como peça chave, os dados produzidos são predominantemente descritivos, a preocupação com o processo é maior do que com o produto, o significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador e a análise dos dados tende a seguir um processo indutivo. Os dados desta pesquisa (Questionários Inicial e Final) foram tratados de forma quantitativa.

A observação é um dos instrumentos básicos para reunir os dados durante este tipo de investigação. Como uma das vantagens para esta técnica, pode-se referir ao fato de a observação permitir chegar mais perto da “perspectiva dos sujeitos” e a experiência direta ser melhor para verificar as ocorrências. Nas pesquisas realizadas na área do Ensino de Ciências, a metodologia mais trabalhada é a qualitativa, que pode ser definida como:

O método qualitativo é aquele capaz de incorporar a questão do significado e da intencionalidade como inerentes aos atos, às relações, e às estruturas sociais, sendo essas últimas tomadas tanto no seu advento quanto na sua transformação, como construções humanas significativas. (MINAYO, 1996, p.10).

Para que o leitor compreenda melhor o contexto deste trabalho é abordado, no quarto capítulo, como os dados foram produzidos e posteriormente analisados. Esse capítulo está marcado pela descrição dos instrumentos da pesquisa, entre eles destacam-se os episódios

discursivos e relatórios. As aulas de implementação de atividades experimentais foram gravadas para análise. No quinto capítulo encontram-se as conclusões.

Como produto de mestrado foi criado um perfil no aplicativo *instagram* contendo um detalhamento simplificado sobre a metodologia da Experimentação Investigativa, como utilizá-la, blocos de experimentos produzidos pela professora pesquisadora envolvendo o conteúdo de Eletricidade e uma bibliografia sugerida. Para que outros professores da Educação Básica que atuam no Ensino Fundamental-Séries Finais, Ensino Médio e Médio integrado aos Cursos Técnicos possam ter acesso e desenvolver este tipo de atividade em suas salas de aula.

Espera-se que com a utilização desta metodologia os estudantes percebam a importância de tornarem-se investigadores para resolver situações que os levem a compreensão dos conceitos de Ciências da Natureza. Também se espera que esse material sirva como subsídio para outros professores da área.

1.1 Delimitação do problema e justificativa da pesquisa

Para que o ensino dos conceitos de Ciências da Natureza seja memorizado e proporcione o desenvolvimento intelectual do estudante, e que o mesmo tenha uma participação dinâmica na construção do seu conhecimento, teve-se a seguinte questão como norteadora dessa proposta: “Quais são as potencialidades dos Experimentos Investigativos na aprendizagem de conceitos no Ensino de Ciências?” Sob o prisma empírico, o estudo realizado justificou-se pela necessidade de atividades investigativas voltadas a temática Eletricidade, que contribuam no processo ensino e aprendizagem, promovendo a autonomia para a construção do conhecimento por parte do estudante, aperfeiçoando capacidades e habilidades através da investigação, possibilitando a melhoria do aprendizado, uma vez que é atribuído significado ao que está sendo estudado. Promovendo dessa forma, a aquisição de conhecimentos por parte dos mesmos, uma vez que a Ciência pode ser ensinada baseada em atividades experimentais investigativas.

Para Giordan (1999) a experimentação pode despertar o interesse dos estudantes e é comum ouvir de professores que ela promove o aumento da capacidade de aprendizagem, pois a construção do conhecimento científico/formação do pensamento é dependente de uma abordagem experimental e se dá majoritariamente no desenvolvimento de atividades investigativas.

A literatura tem mostrado que a Experimentação Investigativa é uma metodologia

capaz de envolver os estudantes e despertar neles o senso crítico de observar um fenômeno, coletar dados e formular hipóteses sobre o que está acontecendo, promovendo a aprendizagem. Tornando o estudante mais ativo, naquele que investiga, faz observações, formula hipóteses, questiona, ou seja, faz parte do processo de ensino aprendizagem, deixando de ser apenas um receptor do conhecimento.

1.2 Objetivos

O presente trabalho teve como objetivo geral *mapear as potencialidades dos Experimentos Investigativos na aprendizagem de conceitos no Ensino de Ciências com estudantes da Educação Básica de uma turma de nono Ano do Ensino Fundamental de Tempo Integral, com a temática Eletricidade, como forma de construir um Ensino de Ciências mais efetivo e relevante.*

Como objetivos específicos, pretende-se: i- realizar uma revisão de literatura para investigar como os experimentos investigativos são abordados no Ensino de Ciências; ii- construir um bloco de Experimentos Investigativos; iii- analisar como se dá a aprendizagem com o uso da Experimentação Investigativa; iv- propor a observação de fenômenos e a criação de hipóteses, v- construir e divulgar material de apoio para professores, em plataformas de longo alcance como o *instagram.*

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Experimentação no Ensino de Ciências

Pesquisador da área de Ensino de Ciências, ao longo do tempo, vem se preocupando com importantes discussões e questionamentos a respeito de concepções e ações que sejam eficazes à luz dos processos de ensino e aprendizagem. Dessa forma, observam-se críticas ao atual modelo de ensino, que tem sido caracterizado, muitas vezes, como superficial, desconexo da realidade (VALENTIM, 2017), gerador de obstáculos epistemológicos e pedagógicos (LOPES, 1992; 2007) e de visões deformadas do trabalho científico (GIL-PÉREZ et al., 2001; CACHAPUZ, 2005), bem como, por ser profundamente defasado no que se refere à promoção de atividades experimentais (BASSOLI, 2014).

Em relação às atividades experimentais observa-se que pouco acontece em sala de aula, quando ocorre, são epistemologicamente frágeis, como argumenta (HODSON, 1988). Tornando-se então uma crítica constante ao Ensino de Ciências, segundo Moreira e Axt (1991, p. 79), pois quando este tipo de atividade ocorre percebe-se que não há um esclarecimento dos princípios que a orientam e tampouco fica claro qual a sua importância para qualificar os processos de ensino e de aprendizagem. No entanto, conforme Oliveira (2010), a experimentação no Ensino de Ciências, quando tem suas potencialidades e limitações reconhecidas, pode colaborar ao entendimento de conceitos procedimentais e atitudinais, o que contribui para que ocorra o desenvolvimento escolar. Ainda nessa mesma perspectiva, Moreira e Axt (1991, p. 79-80) salientam sobre a importância da experimentação, pois ela pode contribuir para aproximar o Ensino de Ciências Naturais das características do trabalho científico. “A experimentação também pode contribuir para a aquisição de conhecimento e para o desenvolvimento mental dos alunos”.

No entanto, novas correntes teóricas estão emergindo e propondo um redimensionamento das práticas escolares, buscando o desenvolvimento de propostas que possam nortear a superação do modelo tradicional por uma concepção mais inovadora relacionada aos processos de ensino e de aprendizagem, como aquelas que envolvem a construção de conhecimentos científicos em sala de aula. Sendo assim, uma metodologia com potencialidades para superar essa lacuna pode ser a experimentação. Para Moreira e Axt (1991), a experimentação pode funcionar como um intermediário para ativar a ação mental e que, além de requerer o uso de materiais concretos – tanto laboratoriais, quanto alternativos,

permite a reflexão sobre aquilo que sustenta a prática.

Ao nível escolar mundial a experimentação surge pela primeira vez, em 1865, na Inglaterra, no Royal College Chemistry, conforme Silva (2014), mas em contrapartida, no Brasil, a disseminação da relevância da experimentação no Ensino de Ciências, só ocorreu a partir da década de 1960, período em que surgem os projetos de ensino que valorizam a experimentação. Ainda segundo Silva (2014), a partir de 1942, com a Reforma Augusto Capanema e a Lei Orgânica do Ensino, o conhecimento científico é incentivado a ser desenvolvido pelos estudantes, através da aquisição de conhecimentos relacionados com sua aplicação na vida cotidiana. A Reforma Capanema permaneceu em vigor até 1961, quando a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional foi aprovada (SICCA, 1990). Com essa Reforma, a experimentação tornou-se tópico principal do Ensino de Ciências, para a formação do espírito científico, seguindo os preceitos propostos por Dewey (1979).

Na década de 60, as atividades propostas no Ensino de Ciências estavam relacionadas às atividades que eram realizadas nas Universidades e baseavam-se em projetos que valorizavam o ensino experimental. Em função disso os laboratórios, nas escolas existentes, eram montados seguindo a mesma estrutura e equipamentos dos laboratórios das Universidades, bem como institutos de pesquisa.

O contexto político e histórico dessa época coincide com o momento da Guerra Fria e o lançamento do satélite Sputnik pelos soviéticos em 1957, fazendo com que se almejasse formar cientistas para atuarem em pólos de pesquisa (DE JONG, 1998). A experimentação deveria proporcionar o relacionamento de dados objetivos com os conceitos, seguido da interpretação de fatos visando o aprendizado de conceitos. A função educativa da experimentação seria concretizada mediante o método citado, chamado de indutivo (SICCA, 1990).

A experimentação no Ensino de Ciências é um recurso metodológico que, além de auxiliar a aprender conteúdos da Ciência, pode articular fenômenos e teorias, abordando temas interdisciplinares e contextualizados. Silva *et al.* (2010), definem experimentação como uma atividade que articula fenômenos e teorias incorporando a interdisciplinaridade e a contextualização, devendo haver uma relação constante entre o fazer e o pensar, possibilitando a interpretação do mundo e a ação no mundo, enquanto instrumento cultural essencial na educação humana, assim como propõem os documentos oficiais que regulamentam e normatizam a Educação Básica brasileira (BRASIL, 1999; 2002).

Para isso é importante destacar a diferença entre experimento para a Ciência e experimento para o Ensino de Ciências. O primeiro tem objetivo de colaborar com a construção de teorias, enquanto que o experimento para o Ensino de Ciências visa funções

pedagógicas, o que não é consonante, já que os estudantes não trabalham na fronteira do conhecimento como os cientistas. A experimentação na escola visa colaborar com os processos de ensino e aprendizagem de conteúdos selecionados pelo professor, que faz o planejamento e aplicação do currículo juntamente aos outros pares, enquanto que na Ciência, o papel do cientista é produzir ou reconstruir o conhecimento (HODSON, 1988). Hodson (1994) ainda afirma que as atividades experimentais devem apresentar funções pedagógicas para se atingir objetivos e devem ser claras e conscientes para o professor.

Estudos como os de Galiazzi *et al.* (2001), Barbosa *et al.* (1999) e Hodson (1994) apontam qual o objetivo de se utilizar a experimentação no ensino, e entre eles estão: 1. Estimular o interesse e a motivação no estudante; 2. Informar técnicas de laboratório; 3. Fortificar a aprendizagem de conhecimentos científicos; 4-Conceder uma visão sobre o método científico e desenvolver habilidade em sua utilização; 5. Promover “atitudes científicas”, como objetividade, paciência e análise antes de emitir julgamentos de valores e considerar ideias dos outros pares envolvidos; 6. Contribuir na aprendizagem e construção de conceitos.

Para isso deve-se ter o cuidado em não desvincular teoria e prática, mas tratá-la como um movimento contínuo, dialógico, como uma via de mão dupla em que teoria relaciona com prática e vice-versa, não em dicotomia (BRASIL, 1999). Estando as mesmas em constante interação com os fenômenos e a prática, sendo que neste movimento, um modifica o outro de modo que é impossível separá-los em dois momentos distintos. Quando a relação teoria-prática é tratada como via de mão única, revelando concepções do tipo: “a prática serve para comprovar a teoria” ou ainda “a teoria é o que explica a prática”, colaboram para a construção de uma visão deformada sobre a Ciência (GIL PÉREZ, 2001). Para Zanon e Silva (2000) e Reigosa Castro e Jiménez Aleixandre (2000) quando as atividades experimentais objetivam ilustrar ou comprovar teorias, elas são de pouca validade e quase não contribuem para a construção do conhecimento científico. Esses tipos de concepções são derivadas da visão empírico-indutivista da Ciência, privilegiando a Ciência como verdade absoluta e estática, colaborando para a formação de sujeitos que reproduzem o que lhes é transmitido.

Deve-se entender que a experimentação não ocorre de forma padronizada, neutra de preconceções e filtros de interpretação (GIL PÉREZ, 2001), e que os estudantes devem entender que o objetivo da experimentação não deve ser reproduzir dados, mas sim desenvolver habilidades como “questionamento”, “críticidade”, “interpretação de resultados”, “responsabilidade”, “análise e organização de gráficos e tabelas” e “reflexão”.

Oliveira (2009a) apresenta diferentes tipos e nomes para atividades experimentais

baseados de acordo com seus objetivos, características e finalidades são classificadas em “demonstrativas”, “ilustrativas” e “investigativas”. Atividades de experimentação demonstrativas estão relacionadas a aulas expositivas, em que o professor é o sujeito principal no papel de experimentador, ao passo que os estudantes são passivos, devendo prestar atenção, observar, anotar, desenhar, classificar e conhecer o material utilizado. Sua origem é anterior aos projetos curriculares da década de 60 e tem por função demonstrar “verdades absolutas”.

Experimentos ilustrativos ou atividades de verificação, tem como função comprovar ou (re)descobrir leis, ou seja, ilustrá-las, são realizados pelos estudantes ao manipularem o material sob a supervisão, orientação e ilustrativa sugere-se a observação como fonte e função do conhecimento, os resultados são previsíveis e as explicações conhecidas pelos estudantes, tais atividades são tidas como direção do professor.

Tanto na experimentação demonstrativa como na experimentação tradicional. Ou seja, são aquelas em que os estudantes recebem um roteiro procedimental predefinido, em que são dados todos os passos a serem seguidos para a realização do experimento. O estudante apenas reproduz um conhecimento já produzido anteriormente, excluindo as possibilidades de divergência. São aplicados questionários intencionando investigar o conhecimento que foi construído pelos estudantes. Para Hodson (2005) o fracasso dessas práticas está no fato de serem executadas como “receitas de bolo”, minimizando a reflexão para proceder à investigação e supervalorizando as habilidades procedimentais, criando a visão é de uma Ciência rígida, verdadeira, absoluta, em outras palavras, distorcida.

No entanto, como alternativa, no processo de aprendizagem dos estudantes, temos a experimentação investigativa, que de acordo com Oliveira (2009b) e Moraes (1998), apresenta como principal característica a participação ativa dos estudantes no processo de construção do conhecimento, enquanto o professor é o facilitador do processo, ou, mediador. Em um viés construtivista as características investigativas surgem, ao assumir como característica principal a participação ativa dos estudantes no processo de construção do conhecimento, enquanto o professor é o facilitador do processo ou mediador.

Ainda, segundo Borges (2002), as atividades investigativas levam um tempo maior que as atividades tradicionais, mas torna-se um processo mais significativo para a aprendizagem, pois, os estudantes participam de todas as etapas da investigação, desde a interpretação do problema até a possível solução, desenvolvendo sua autonomia e criticidade.

2.1.1. Abordagem Tradicional da Experimentação

Ao se transferir a atribuição de manipular os equipamentos e dispositivos experimentais ao estudante, tem-se a experimentação tradicional, que geralmente ocorre em um laboratório e é acompanhada por um texto-guia, altamente estruturado e organizado (tipo receita), que serve de roteiro para o estudante (ALVES FILHO, 2000).

No entanto, conforme Alves Filho (2000), mesmo tendo uma participação ativa, a liberdade de ação do estudante é limitada, assim como seu poder de decisão. Isto porque ele fica restrito, seja pelo tempo de permanência no laboratório, ou pelas ações estabelecidas no roteiro, seja pela impossibilidade de modificar a montagem experimental. Reduzindo assim, o tempo de reflexão do estudante e a decisão a ser tomada sobre a próxima ação ou passo experimental. Variáveis a serem observadas, o que medir e como medir foge totalmente da esfera de decisão dos estudantes, pois tudo está no guia ou roteiro experimental. Tudo é dirigido para a tomada dos dados, elaboração de gráficos, análise dos resultados e comentários sobre erros experimentais, atribuindo-se dessa forma, uma valorização ao relatório experimental e a não valorização do que foi produzido (ALVES FILHO, 2000).

Borges (2002) identifica alguns aspectos positivos da experimentação no laboratório tradicional: favorece o trabalho em grupo, permite ao estudante a interação com a montagem do experimento e com os aparelhos de medidas, possibilita o compartilhamento de informações e ideias entre os estudantes, assim como a divisão de tarefas e responsabilidades. Outro aspecto positivo é o caráter informal do laboratório quando comparado com as aulas em sala. Mesmo apontando vantagens, Borges (2002) também salienta que este tipo de atividade prática pode não favorecer o aprendizado de conceitos físicos, tendo em vista que tanto o problema quanto os procedimentos a serem realizados já estão pré-determinados no roteiro e que a realização das medidas, coleta de dados e os cálculos para responder as perguntas acabam consumindo todo o tempo disponível, não sobrando espaço para análise e discussão de resultados.

Araújo e Abib (2003), também criticam as propostas de atividades de acordo com uma abordagem tradicional, no sentido que a maioria dos manuais de apoio ou livros didáticos disponíveis para auxílio do trabalho dos professores consiste ainda de orientações do tipo livro de receitas, restritas a demonstrações fechadas e a laboratórios de verificação e confirmação da teoria previamente definida.

Esse fato demonstra a ênfase dada pelos professores quanto à aquisição de

conhecimento de forma mecânica, dando pouca ou nenhuma importância à aquisição de conhecimentos relacionados à natureza da Ciência ou ao desenvolvimento de atitudes (FREITAS; ZANON, 2007).

As atividades experimentais no contexto escolar, conforme Fernández *et al.* (2005), são pouco presentes e quando utilizadas, não é levada em consideração toda a sua potencialidade. Ressaltando ainda que a realização da experimentação seja vista da seguinte forma: desvinculada dos conteúdos como se fosse apêndice; pouca atenção é dada à potencialidade da experimentação, esquecendo que essas atividades podem ser um veículo para o aprimoramento conceitual, e, quando realizada em associação ao conteúdo, é reduzida à confirmação daquilo que foi informado em sala de aula.

Axt e Moreira (1991) apontam que as potencialidades da atividade experimental são utilizadas ainda com menos frequência para veicular conceitos, comprovar relações, propor problemas experimentais e como instrumento de aquisição de conceitos ou para reformulações conceituais. No entanto, ressalta a importância dos experimentos como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos e utilizá-los em momentos propícios abordados em sala de aula e no cotidiano do estudante.

Quanto ao exposto acima, Silva *et al.* (2010) concordam que a experimentação vai além da realização de etapas procedimentais, uma vez que busca provocar a aprendizagem dos estudantes, desenvolvendo estruturas cognitivas do sujeito na realização da atividade.

No entanto, Suart e Marcondes (2009) discordam afirmando que atividades nas quais o papel do estudante se reduz à manipulação de materiais ou observação de fatos revelam um fraco caráter cognitivo, ou seja, a participação do estudante é passiva na elaboração de hipóteses, no contraste de ideias e na análise de variáveis. Suart e Marcondes (2009) ainda afirmam que na atividade experimental tradicional o professor detém o conhecimento e o estudante é o agente passivo da aula, que recebe o conteúdo, cabendo a ele seguir um protocolo elaborado pelo professor para a atividade experimental, construindo um relatório e tentando chegar aos resultados já esperados.

Dessa forma, Flores *et al.* (2009) corroboram que as limitações da abordagem tradicional podem estar associadas ao papel desempenhado pelo estudante, uma vez que seu papel se reduz à execução de um procedimento dado, com a esperança de obter resultados corretos e pré-determinados. Então, pouco se usa a imaginação, a criatividade e os desafios cognitivos.

As críticas à abordagem tradicional das aulas práticas são abundantes na literatura e

sugerem que essas aulas se fundamentam em uma concepção pedagógica e epistemológica equivocada (BARBERÁ; VALDÉS, 1996; BORGES, 2002; HODSON, 1994). Ao discutir esses entraves metodológicos, esses autores educacionais recomendam uma reorientação dos trabalhos práticos, a fim de que seja priorizada a substituição das atividades práticas tradicionais ou fortemente orientadas por atividades mais dirigidas, mais abertas e de natureza investigativa. Uma vez que a experimentação pode ser conduzida pelo professor segundo uma abordagem investigativa, o que se discute no próximo tópico deste artigo, visando apontar o potencial pedagógico dessas atividades.

2.1.2 Abordagem Investigativa da Experimentação

O termo “investigação”, no contexto educacional, é utilizado para atividades que exigem que os estudantes pensem e façam escolhas sobre “o que variar” e “o que medir”. Essa escolha é o que importa, pois ela irá proporcionar que os estudantes planejem e executem o próprio trabalho (WARD, 2010).

O ensino por experimentação investigativa vem crescendo nos últimos anos (BASSOLI, 2014). Borges (2002) afirma que a experimentação investigativa visa a exploração de um fenômeno pelo estudante, sendo que para isso o mesmo precisa ter uma participação ativa, fazendo o capaz de construir seu próprio conhecimento nesse processo.

Suart e Marcondes (2009) reforçam a ideia de Borges (2002) quando afirma que o Ensino de Ciências por experimentação investigativa é uma metodologia didático-pedagógica que busca despertar nos estudantes habilidades cognitivas como percepção e raciocínio lógico, uma vez que os mesmos participam de todo o processo da investigação, habilidades estas que, em uma sala de aula tradicional, provavelmente não seriam ocasionados. A finalidade da experimentação investigativa é promover nos estudantes a capacidade de elaboração de hipóteses, análise de dados e elaboração de conclusões baseadas nos resultados obtidos.

Dessa forma, o Ensino de Ciências por experimentação investigativa é uma ferramenta que, além de aproximar os estudantes da prática experimental, tem o objetivo de fazê-los entender a elaboração de hipóteses e análise de dados como o meio para a conclusão do problema proposto, sendo eles os agentes do processo investigativo, como aponta Azevedo (2004, p.21): “[...] a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, deve conter também características de um trabalho científico: o aluno deve

refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica.”

Carvalho *et al.* (1995) corroboram com Borges (2002), Suart e Marcondes (2009) e Azevedo (2004) quando apontam que a utilização de experimentos promove a compreensão de conceitos, além de ser uma forma de levar o estudante a participar de seu processo de aprendizagem, fazendo com que o mesmo venha sair de uma postura passiva e comece a perceber e a agir sobre seu objeto de estudo, tecendo relações entre os acontecimentos do experimento para chegar a uma explicação causal acerca dos resultados de suas ações e interações.

Dessa forma, para que a atividade experimental possa ser considerada uma atividade investigativa, o estudante não deve ter uma ação limitada à simples observação ou manipulação de materiais, mas, sobretudo, deve conter características de um trabalho científico. Segundo Carvalho *et al.* (1998), a resolução de um problema pela experimentação deve envolver todas as características de uma investigação científica, envolvendo reflexões relatos e discussões.

Nessa perspectiva, para que uma atividade seja capaz de desenvolver conhecimentos científicos, presume-se a proposição de um problema por parte do professor, sendo o problema a máquina ativadora de ações dos estudantes uma vez que: ele desafia, desperta e gera discussões, como afirma Carvalho *et al.* (1998). Mas resolver o problema não quer dizer que a atividade chegou ao fim, é necessário que o estudante o compreenda.

Para tanto, conforme Carvalho *et al.* (1998), primeiramente criam-se condições em sala de aula para que o estudante possa fazer, ou seja, resolver o problema experimentalmente; depois o estudante precisa compreender o que foi feito e buscar em pensamento explicações sobre “como” conseguiu resolver o problema proposto. Assim, quando um estudante realiza um experimento, ele se vê obrigado a rever o que pensa sobre um determinado fenômeno ao lidar com dados que não confirmam suas hipóteses anteriores.

De acordo com Silva *et al.* (2010), para que a experimentação assuma um papel fundamental nos processos de ensino e de aprendizagem de Ciências, ela deve articular o fenômeno e a teoria, para que o estudo das Ciências seja sempre uma correlação entre o fazer e o pensar. Corroborando com Moura e Silva (2014, p. 338), que afirmam que a “[...] experimentação e teoria [...] são interdependentes no processo de construção da ciência”.

Para Galiazzi *et al.* (2004) a experimentação deve ultrapassar visões de concepções simplistas, que a mesma propicia aos estudantes, através da observação, chegarem às teorias

científicas que comprova a teoria; mas sim enriquecer as teorias pessoais de cada estudantes sobre a natureza das Ciências, por meio do diálogo e do debate.

Conforme Silva, Machado e Tunes (2010), uma experimentação investigativa se inicia com a situação-problema, ou seja, a formulação de um questionamento que desperte interesse e curiosidade nos estudantes. Após, o professor deve solicitar o levantamento de hipóteses dos estudantes e com isso verificar os conhecimentos prévios sobre o conteúdo. Depois do levantamento de hipóteses, o professor deve solicitar um plano de ação para testar as hipóteses selecionadas, ou seja, a elaboração do experimento. Com os dados obtidos no experimento, deve-se orientar para que os estudantes organizem esses dados em tabelas ou gráficos, realizando as discussões em cima deles. Por fim, propõe-se que os estudantes respondam o questionamento inicial e socializem seus resultados com os outros colegas.

Ainda, segundo Ferreira *et al.* (2010), Ward (2010), Zômpero e Laburú (2011) e Carvalho (2013), o professor deve considerar a importância de colocar os estudantes frente a um questionamento inicial adequado ao conteúdo, propiciando a construção do próprio conhecimento, essa situação-problema deve ser bem elaborada e é fundamental que esteja contida na cultura social dos estudantes, levando-os a realizar pequenas pesquisas combinando simultaneamente conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Pois, de acordo com Carvalho (2013), propor um problema aos estudantes para que eles resolvam, é o divisor de águas entre o ensino expositivo feito pelo professor e o ensino em que proporciona condições para que o estudante possa raciocinar e construir seu conhecimento.

As colocações acima corroboram com Silva e Zanon (2000), que afirmam que aulas práticas por si só não possibilitam uma aprendizagem relevante, pois a observação sem a teoria e sem a reflexão se torna vã e desconexa. Além disso, também afirmam que para o desenvolvimento de atividades experimentais que possibilitem um enriquecimento ao estudante, é preciso que o professor também entenda que possui um papel singular e fundamental, não apenas o de transmitir conhecimento e conteúdo aos seus estudantes, mas “[...] o de ser mediador que faz intervenções indispensáveis aos processos de ensinar-aprender ciências que promovem o conhecimento e as potencialidades humanas” (SILVA; ZANON, 2000, p. 121).

Dessa forma, o professor deve orientar o estudante a conhecer, a ampliar e a remodelar seus conceitos e concepções através de discussões que irão enriquecer o aprendizado do estudante.

Borges (2002) alerta que as primeiras atividades experimentais investigativas devem

ser simples e em pequenos grupos, aumentando o nível de investigação gradativamente com o tempo. É importante destacar que nenhuma investigação parte do zero, elas precisam dos conhecimentos que os estudantes já possuem, e são estes conhecimentos que orientam a observação da atividade. Para isso, de acordo com Ramírez, Recio e Campos (2008) as atividades investigativas devem ser variadas, ou seja, com diferentes graus de complexidade de acordo com os níveis de assimilação.

Silva *et al.* (2010) destacam a necessidade de uma mudança de concepção dos professores em relação aos laboratórios e as instalações adequadas para a realização de atividades experimentais, pois nem sempre é necessário um laboratório, bem equipado, para a realização de aulas práticas. É preciso observar, com outro olhar, os espaços disponíveis, como a própria sala de aula e os demais ambientes da escola (horta, jardim, cozinha, etc.). Espaços que fazem parte do cotidiano do estudante também são propícios à aprendizagem a partir de experimentos simples como, por exemplo, a germinação de uma planta. Axt (1991) observa que o professor pode envolver os estudantes na busca de materiais alternativos para a construção da experimentação.

Sendo assim, pode-se verificar que além do desenvolvimento cognitivo, algumas outras habilidades podem ser desenvolvidas a partir do envolvimento dos estudantes nas atividades experimentais investigativas, como algumas que são destacadas por Fernandes e Silva (2004): capacidade de contextualizar, formular hipóteses, planejar experimentos, executar esses experimentos, interpretar dados e tirar conclusões, discutir e comunicar resultados.

Malheiro e Fernandes (2015) acreditam que o trabalho experimental investigativo tem como objetivo resolver um problema real, se constituindo em uma estratégia pedagógica com “potencial inovador, porquanto possibilita o trabalho em grupo, a pesquisa e a construção de novos conhecimentos e, por isso também, potenciadora de aprendizagens mais amplas e significativas para os alunos” (MALHEIRO; FERNANDES, 2015, p. 80).

Ainda, conforme Malheiro (2016) e Almeida (2017), as atividades experimentais investigativas, além de fazer com que os estudantes passem a ocupar uma posição mais ativa no processo de construção do conhecimento, também fazem com que seja uma estratégia em que experimentos qualitativos contribuam como forma de investigar as relações e conceitos em destaque. Sendo assim, as atividades experimentais possuem um caráter motivador, possibilitando o raciocínio, a reflexão, a construção do conhecimento e a compreensão das fases de ação das Ciências (LORENZATO, 2010; MALHEIRO, 2016).

Para Lorenzato (2010), experimentar é valorizar primeiro a construção do conhecimento em vez do resultado obtido, pois saber como se encontra a solução de um problema é mais importante que encontrá-la. Corroborando dessa forma com Sasseron (2013), que afirma que investigação está relacionada com pesquisa, podendo acontecer tanto em meios científicos quanto em sala de aula, uma vez que o mais importante não é o seu fim, mas o caminho trilhado. Para Sasseron (2013), o essencial é que esses momentos apresentem uma problemática instigante, bem como meios para resolvê-la.

Com o objetivo de melhorar a aprendizagem do conteúdo científico, as atividades experimentais nas escolas começaram a ser desenvolvidas inspiradas no trabalho experimental desenvolvido nas universidades mundiais, em meados dos anos 60. E passaram a ser entendidas como uma das mais eficazes metodologias para o Ensino de Ciências, podendo-se hoje fazer uma crítica às suas características relacionadas ao ensino tradicional.

Na busca para que a experimentação possa se tornar uma metodologia pedagógica visando a melhoria do Ensino de Ciências, a mesma deve articular o fenômeno e a teoria, promover a discussão da sua problemática entre os grupos envolvidos, para que assim um pensamento mais crítico e reflexivo seja promovido no estudante; considerar as concepções prévias dos estudantes e não desprezá-las; considerar também o cotidiano social dos estudantes, ou seja, as atividades práticas devem ser contextualizadas, pois assim, a troca de saberes e o desenvolvimento de aprendizagens são efetivos.

Nessa ótica, tem-se a experimentação investigativa, como recurso facilitador e mediador de aprendizagem, corroborando para o aprendizado dos estudantes, e promovendo para que os mesmos possam assumir o trabalho como uma atividade impulsionada por um motivo ligado a uma necessidade ou curiosidade a ser satisfeita.

2.2 Aspectos psicológicos da Experimentação Investigativa¹

Durante a evolução histórica dos processos de ensino e de aprendizagem várias teorias foram sendo estruturadas para entender alguns aspectos relacionados ao ensino e ao perfil comportamental do estudante durante a sua aquisição de conhecimento. Essas teorias

¹ A seção 2.1 do capítulo 2 desta dissertação foi publicada, com pequenas modificações, como artigo (LEÃO, Ana Flavia C.; GOI, Mara Elisângela J. Um olhar na teoria da aprendizagem de Bruner sobre o ensino de Ciências. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, e367101321214, 2021 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21214>).

servem então, para mudar panoramas como o do método de ensino vertical da exposição e cobrança de conhecimentos por meio de provas e resultados mensuráveis, ainda bem presente no ensino tradicional, além de ineficaz. Na concepção de Piaget (2008) gerar a inteligência mais que vestir a memória e de preparar pesquisadores e não eruditos é um dos objetivos da educação intelectual, os quais não se aplicam no ensino tradicional.

Sendo assim, novas teorias precisam ser analisadas com a intenção de que sejam sanadas as carências do método tradicional, encontrado nos meios escolares de ensino nos dias de hoje. Para Piaget (2008), “[...] a natureza da inteligência ou do conhecimento, o papel da experiência na formação das noções e o mecanismo das transmissões sociais ou linguísticas do adulto a criança” devem influenciar na escolha do melhor método a ser utilizado no ensino, no contexto atual.

Compreendendo-se que as teorias da aprendizagem são:

[...] uma construção humana para interpretar sistematicamente a área de conhecimento que chamamos aprendizagem. Representa o ponto de vista do autor/pesquisador sobre como interpretar o tema aprendizagem [...]. Tenta explicar o que é aprendizagem e porque funciona como funciona (MOREIRA, 1999. p.12).

Ao analisar o ambiente escolar da Educação Básica observa-se que ocorreram diversas mudanças estruturais de currículo, mas que as concepções de aprendizagem continuam retrógradas, mesmo que nos meios acadêmicos de formação de professores sejam abordadas e sugeridas diversas teorias no sentido de aperfeiçoar os processos de ensino e aprendizagem. Em função disso, visa-se buscar uma teoria de aprendizagem capaz de colocar o estudante como protagonista junto ao professor e que possibilite ao mesmo ser participante e ativo na aquisição de seus conhecimentos.

À procura de uma solução para o Ensino de Ciências determina-se Jerome Bruner como marco referencial da psicologia de aprendizagem, por propor uma estratégia de ensino por meio da Resolução de Problemas, fazendo com que o aprendiz possa experimentar a descoberta de uma relação científica entre conceitos, o que é uma das características fundamentais para o Ensino de Ciências. (MOREIRA, 1999).

Sendo assim, pretende-se abordar aspectos da biografia de Jerome Bruner, além das implicações de sua Teoria de Aprendizagem aplicada ao Ensino de Ciências, evidenciando a Aprendizagem por Descoberta e o Currículo em Espiral. Essa escolha deu-se por considerar suas concepções de como as experiências afetam a percepção e o comportamento humano, bem como a cultura e o meio em que vive. Outro fato que chama atenção para Bruner é o seu interesse em como as crianças aprendem através de uma participação ativa.

2.2.1 Jerome Seymour Bruner

Nasceu em Nova York no dia primeiro de outubro de 1915, seus pais Hermann e Rose Gluckman Bruner. Teve problemas de visão ao nascer, não podendo enxergar até os dois anos, quando fez duas cirurgias de catarata recuperando a visão, mesmo que de maneira limitada.

Segundo Silva e Gomes (2017) Bruner foi estudante de escola pública, terminando o colegial em 1933, iniciando logo em seguida Psicologia na Universidade de Duke, na Carolina do Norte, Estados Unidos. Fez Mestrado em 1939 e Doutorado em 1941, na Universidade de Harvard.

Juntou-se ao exército na Segunda Guerra Mundial, servindo no departamento de inteligência militar, onde usou seu treinamento para analisar propaganda. No período de 1945 a 1972 fez parte do corpo docente da Universidade de Harvard. No contexto da época, a Psicologia abrangia, em sua disciplina, o estudo das percepções, mais subjetivo e da análise, mais objetivo e comportamental.

Para Silva e Gomes (2017) em Harvard, os behavioristas organizaram um programa que conceitua a Psicologia como estudo dos sentidos relacionados com as energias físicas, esse programa de investigação denomina-se Psicofísica, ao qual Bruner se mostrou contrário. Sendo assim, Bruner uniu-se com Leo Postman e implementou experimentos cujos resultados trouxeram uma nova teoria da percepção, chamada “New Look”, sendo que o postulado dessa teoria, refere-se que necessidades e valores são o que determinam as percepções humanas. Tanto Bruner como Leo Postman (1949) argumentam que observar como as pessoas interpretam o mundo, bem como reagem a estímulos é dever da Psicologia. Ainda, conforme Silva e Gomes (2017) o interesse pelas percepções do homem levou Bruner a estudar as características cognitivas, que foram estimuladas a partir de debates feitos, em 1950, com Robert Oppenheimer, sobre como as ideias de um cientista podem determinar o fenômeno natural em observação.

De acordo com Silva e Gomes (2017), *A Study of Thinking (1956)*, artigo escrito em colaboração com Jacqueline Goodnow e George Austen, foi relevante para a época, pois se preocupou em analisar como as pessoas organizam o pensamento em classes e categorias, concluindo que classificar as coisas envolve procedimentos e critérios.

Conforme descreve Silva e Gomes (2017), em 1960, Bruner foi um dos fundadores do Centro de Estudos Cognitivos na Universidade de Harvard, tendo como um dos diretores do Centro George Miller. Ele estava focado em estudar a maneira pela qual as pessoas desenvolviam seus modelos conceituais e em saber como eles codificaram informações sobre esses modelos. Bruner e Miller pensavam que a Psicologia deveria cuidar das maneiras pelas quais os seres humanos adquirem, armazenam e trabalham com o conhecimento, isto é, tudo relacionado aos processos cognitivos. Em seu modelo, os estudantes desempenham outro papel, pois são motivados a descobrir os fatos por si mesmos e a construir seu conhecimento a partir do que já sabem. Foi com base nessa ideia que Jerome Bruner desenvolveu em 1960 o aprendizado por descoberta² ou aprendizado heurístico, uma teoria de natureza construtivista. Em 1965, ainda conforme Silva e Gomes (2017), Bruner foi presidente da Associação Americana de Psicologia (APA). Em 1991, a fim de verificar como a lei define um comportamento apropriado, transferiu-se para a Faculdade de Direito da Universidade de Nova York (NYU). Em 2016, no dia seis de junho, morreu aos 100 anos, em Nova York.

2.2.2. Implicações da Teoria de Aprendizagem de Bruner

Segundo Bruner (1973b) como a Psicologia apresenta muitas teorias abordando o ensino e desenvolvimento, uma teoria da aprendizagem deve ser estabelecida de maneira que se consiga obter mais conhecimento e que possibilite analisar sobre a necessidade da mesma.

Ressaltando que estas teorias são descritivas e não prescritivas como aponta Bruner, elastratam das decorrências de um acontecimento, por exemplo:

[...] a maioria das crianças de seis anos não possui ainda a noção de reversibilidade. Uma teoria de aprendizagem, por seu lado, deveria esforçar-se para oferecer a melhor maneira de dar às crianças aquela noção. Preocupa-se, em resumo, em como algo a ensinar pode ser mais bem apreendido, isto é, em melhorar e não em descrever o ensino (BRUNER, 1973b, p.48).

Essa análise, segundo Bruner (1973b), indica que as teorias devem abordar não

² A Aprendizagem por Descoberta Bruner difere do Modelo de Redescoberta (1950 a 1970) que adotava muitos princípios e conceitos do modelo tradicional, chamado transmissão do conhecimento e o estímulo-resposta, procurando evitar aulas expositivas, preferindo as atividades experimentais com roteiros fechados. Já a aprendizagem por Descoberta não deve ser limitada a uma memorização mecânica de informação ou de procedimentos, mas sim conduzir o educando ao desenvolvimento da sua capacidade para solucionar problemas e pensar sobre a situação que enfrenta, sendo que nas atividades experimentais não existe um roteiro, vão sendo construídas (MOREIRA, 1999).

somente questões de aprendizagem, mas também de desenvolvimento e isso não diminui a importância das teorias psicológicas para com as teorias de ensino.

Para Bruner (1973b) uma teoria de ensino deve apresentar quatro características: 1ª) apontar as experiências mais efetivas para que ocorra a predisposição para aprendizagem; 2ª) especificar como estruturar os conhecimentos, para melhor ser entendido e aprendido pelo estudante; 3ª) indicar a sequência mais eficiente para aprender os conteúdos a serem abordados; 4ª) conter-se na natureza e na aplicação dos prêmios e punições no processo de ensino e aprendizagem.

Quanto à predisposição para aprender, Bruner (1973b) sinaliza que nos processos de ensino e de aprendizagem e na solução de problemas, há uma influência bem importante de fatores culturais, motivacionais e pessoais, visto que o processo de ensino é essencialmente social, pois se estabelece nas relações obtidas entre quem ensina, e quem aprende, assim, pode-se colocarem destaque a relação professor- aluno.

[...] Tratando-se de relação entre pessoas em que um possui algo que falta no outro, há sempre, no caso, um problema de autoridade. A forma dessa relação de autoridade se reflete na natureza da aprendizagem, no grau em que o estudante desenvolve uma habilidade independente, na medida em que ele confia na capacidade própria para trabalhar sozinho, e assim por diante. As relações entre quem ensina e quem aprende repercutem sempre na aprendizagem. E desde que o processo ensino é essencialmente social - principalmente nos seus primeiros estágios, quando abrange, no mínimo, um professor e um aluno -, é claro que uma criança que tem que ir à escola deve ter um mínimo de conhecimentos sociais para poder participar do processo de aprendizagem escolar (BRUNER, 1973b, p.50).

Bruner (1973b) nos chama atenção para um fator importante, na predisposição para explorar alternativas, propondo que a instrução deverá facilitar e ordenar o processo de aprendizagem do estudante. Destaca que existem três fatores envolvidos no processo de exploração: 1º) A ativação, sendo o que dá início ao processo; 2º) A manutenção, que serve para que o processo se mantenha; 3º) A direção, que evitará que ele siga por caminhos indesejados. Esses aspectos são caracterizados como exploração de alternativas e para que ocorra a exploração é necessário que exista uma certa curiosidade, gerada por um nível ótimo de incerteza. Assim, trabalhar com rotinas não proporciona ao estudante o desejo de solucionar problemas (BRUNER, 1973b).

Quanto à estrutura e forma de conhecimento, Bruner (1973b) destaca que todo o tipo de conhecimento pode ser simplificado ao ponto de possuir um grau mínimo de complexidade e, desta forma, ser compreendido por qualquer estudante.

A estrutura de uma matéria apresentada pode ser caracterizada por três maneiras: a

forma de representação, sua economia e a potência efetiva, todas elas relacionadas à habilidade do estudante no domínio dos assuntos. As formas de representação podem ser de três tipos: ativas, icônicas e simbólicas. A quantidade de informação a ser armazenada e utilizada para solucionar problemas está relacionada à economia na representação de um domínio. A ordem que a matéria é apresentada e estudada relaciona-se com a forma de representação. Já a capacidade que o estudante tem de enfrentar tarefas intelectuais refere-se a potência efetiva.

Sequências referem-se a um passo a passo sobre determinado assunto que quando apresentado ao estudante, além de aumentar a capacidade de compreender, transformar e transferir o assunto em estudo contribua para sua aprendizagem e compreensão (BRUNER, 1973b).

Há sequências diferentes que se mostram de facilidade ou dificuldade equivalentes para os alunos, e não há uma sequência única para todos, dependendo o índice ótimo em um caso particular de todo um conjunto de fatores, como o cabedal de informações, o estágio de desenvolvimento, a natureza da matéria e as diferenças individuais (BRUNER, 1973b,p. 56).

Uma influência sobre a aprendizagem do estudante é o conhecimento de resultados, pois dependendo de seu uso, poderá auxiliar ou não o estudante na aquisição do seu conhecimento (BRUNER, 1973b).

Baseados em uma característica comum, pode-se caracterizar os estudos e a resolução de problemas em diferentes fases. Essa etapa, que consiste em uma verificação de hipóteses, é conhecida como ensaio.

[...] O conhecimento dos resultados deverá ser dado a alguém no momento exato de uma resolução de problemas, quando está comparando os resultados de sua tentativa com o critério que ele procura satisfazer. Se dado antes, não será atendido ou será apenas uma carga adicional na memória imediata. Se dado depois, poderá ser tarde demais para orientar na escolha de nova hipótese ou tentativa. Mas, para ser útil, não deverá o conhecimento dos resultados limitar-se a informar se determinada ação de uma pessoa foi bem sucedida ou não, mas também dizer se tal ação está ou não a conduzindo através de uma hierarquia de metas a atingir [...] (BRUNER, 1973b, p.57).

Todo esse aspecto tem por objetivo que o estudante tenha domínio do conteúdo que foi apresentado e que não necessite seguidamente da presença do professor, de modo que o estudante desenvolva um senso de independência e ao professor cabe oferecer ferramentas e ações favoráveis a tal desenvolvimento do estudante (BRUNER, 1973b). A teoria de Bruner está alicerçada na Filosofia Construtivista. Essa vê a teoria de Bruner como

algo que permite ao estudante ir além das informações dadas, como um estudante que é capaz de atribuir significado e ser construtor de sua própria aprendizagem. Segundo Ornelas (2009, p.4):

Seguidor da Teoria Construtivista, Bruner refere que o desenvolvimento pessoal parte de processos de descoberta espelhados em situações variadas e que as informações retidas pelo aluno surgem dentro de uma estrutura cognitiva construída por si próprio, composta por esquemas e modelos mentais, que lhe permite selecionar e transformar a informação, construir hipóteses e tomar decisões. Desta forma, o aluno conseguirá ir para além das informações dadas, atribuindo-lhes significado e apresentando-se como elemento ativo e construtor da sua própria aprendizagem e não um mero receptor de respostas corretas. O aluno vai construir novas ideias e conceitos baseados nos seus conhecimentos passados e atuais. (ORNELAS, 2009, p.4)

A proposta metodológica de aprendizagem por descoberta integra uma das propostas e pensamentos que consistem no embrião da Aprendizagem na Resolução de Problemas. Em sua essência, Bruner a defende como um método de ensino na qual há um confronto dos estudantes com problemas que os levarão a uma busca por uma solução. Para encontrar essa solução os estudantes deverão explorar suas experiências prévias e validar se precisam adquirir novos conhecimentos. Essa necessidade será, ou não, gerada pelas discussões em grupos. Esse sistema defende que os estudantes teriam mais facilidade para recordar o que foi estudado visto que durante o processo se depararam com conflitos e controvérsias para chegar até uma possível melhor solução. Bruner (2008) acredita que um indivíduo somente pode adquirir conhecimento a partir de um conhecimento prévio. Em suas palavras:

Bruner (2008) destaca o processo da descoberta para ensinar por meio da exploração de alternativas. O ambiente ou conteúdo de ensino tem que ser percebido pelo aprendiz como uma série de problemas, e estes devem proporcionar alternativas. (MARTINS, 2002, p.88).

Desta forma, a descoberta segundo Bruner (2008) pode ser compreendida como uma atividade de pesquisa, experimentação, investigação em que as crianças devem explorar as situações na tentativa de encontrar soluções.

Dentre seus estudos e registros destaca-se a simpatia de Bruner com autores clássicos da Psicologia Educacional que influenciaram diretamente seus estudos. Dentre eles se destacam as ideias de Vygotsky (de interação e de diálogo no desenvolvimento e aprendizagem do ser humano) e Piaget (em suas ideias de desenvolvimento cognitivo em crianças, porém dava mais ênfase nas influências e desenvolvimento sociais) (COSTA; MAIA, 2011; HARVARD, 2012; MARTINS, 2002).

Bruner (1973b) nomeia sua teoria de Instrumentalismo Evolucionista, que, em sua visão, é definido pelo conceito de que o homem depende das técnicas para a realização da sua própria humanidade. Tornou-se conhecido pela seguinte frase: “É possível ensinar qualquer assunto, de uma maneira honesta, a qualquer criança em qualquer estágio de desenvolvimento”. (BRUNER,1973b, p. 73,76) Essa expressão sinaliza que se pode ensinar qualquer assunto, desde que se leve em conta as diversas etapas do desenvolvimento intelectual em que a criança se encontra. Cada uma dessas etapas é caracterizada por um modo particular de representação, que é a forma pela qual o indivíduo visualiza o mundo e explica-o a si mesmo (BRUNER, 1973b).

De Piaget usou a premissa de que a maturação e a interação do sujeito com o ambiente devem estar no centro do processo de desenvolvimento e de formação da pessoa, entretanto, coloca seu viés, a incorporação da transmissão social ao processo de identificação e a imitação no processo de desenvolvimento e formação” (MARQUES, 2001).

Estudiosos das duas teorias (Vygotsky e Piaget) defendem que essa tônica é dada devido a sua visão da capacidade de que cada pessoa tem de se autorregular associada a premissa de que o desenvolvimento cognitivo será tanto mais rápido quanto melhor for o acesso da pessoa a um meio cultural rico e estimulante. Sendo assim, para Bruner (1969) a linguagem funciona como um amplificador das competências cognitivas da criança, facilitando sua melhor interação com o meio cultural.

Entretanto, não há somente discrepâncias entre as teorias de Bruner e Piaget. A semelhança de Piaget, Bruner separa as etapas do desenvolvimento cognitivo levando em consideração a maturidade do indivíduo enquanto que Piaget considera a maturidade e a idade de cada pessoa. Na concepção de Bruner há 3 fases do desenvolvimento: (1) observa-se as representações dos acontecimentos passados por meio de respostas motoras privilegiando os formatos de representação do real, por isso a criança nessa idade tem mais facilidade de aprender através da manipulação de objetos; (2) a representação icônica, baseia-se na organização visual, no uso de imagens sinópticas e na organização de percepções e imagens, reproduz objetos com grande facilidade, ela se faz bastante dependente de sua memória visual, concreta e específica; (3) a representação simbólica, constitui a forma mais elaborada de representação da realidade porque a criança começa a ser capaz de representar a realidade por meio de uma linguagem simbólica, de caráter abstrato e sem uma dependência direta da realidade por isso ela começa a ser capaz de manejar os símbolos ordenadamente e a

transformar a realidade. A passagem por cada etapa pode se dar de forma mais acelerada ou não, dependendo da sua riqueza de imersão no meio cultural e linguístico (MARQUES, 2000, p.1-2).

O entendimento dessas etapas fez com que as análises de Bruner o levassem a pensar na melhor forma para que os indivíduos aprendessem. Bruner (1965) em seus estudos também defendia que a criança tem quatro características que configuram seu gesto de aprender. A curiosidade, facilmente observável em qualquer criança, ele se arrisca a dizer que ela é uma característica que define a espécie humana. A procura de competência, também é observada em todas as crianças quando procuram imitar os adultos visando reproduzir e recriar seus comportamentos e suas competências. A reciprocidade, presente nos seres humanos, envolve a profunda necessidade de responder aos outros e de operar, junto com os outros, para alcançar objetivos comuns. E a narrativa é entendida como uma predisposição para a criação de relatos e narrativas de nossas próprias experiências, geralmente com a finalidade de transmitir essas experiências às demais pessoas. Ela também permite que essas mesmas experiências sejam compartilhadas, constituindo-se fundamentais ao processo de aprendizagem. Com a narrativa torna-se possível a partilha de significados e de conceitos, de forma a alcançar modos de discurso que integrem as diferenças de significado e de interpretação (MARQUES, 2001, p.4).

Conforme a evolução das pesquisas e da maturidade de aplicação de sua teoria, Bruner(1965) passa a identificar padrões de comportamentos do crescimento cognitivo e do desenvolvimento de seus estudantes que chamaram a sua atenção. Tais como: 1) Os estudantes desenvolvem a habilidade de responder às situações problemas apresentadas com pontos de vista diferentes, tentam encontrar formas variadas de encontrar a solução; 2) Utilizavam-se da lógica do meio para responder às perguntas feitas, recorriam a conhecimentos e eventos prévios para formular uma hipótese, trabalhavam com mais variáveis que no início do processo; 3) Os estudantes em pouco tempo demonstravam melhor domínio da linguagem, se expressavam melhor, conseguiam defender seus pontos de vista, sem tanto receio de se expressar; 4) Além de se comunicarem melhor entre eles e se expressarem melhor via-se reflexos desses avanços no contato com as demais pessoas, não somente aquelas relacionadas ao ambiente escolar, assim como outras figuras importante na vida das crianças; 5) Aos poucos nota-se que as crianças vão desenvolvendo habilidades de ordenação e de classificação do meio, do mundo em que vivem. Classificar o ambiente e ordená-lo torna-se uma tarefa cotidiana e automática para muitos. Isso influencia diretamente

na sua forma de se relacionar com os desafios da vida, com as pessoas e com o meio; 6) Por fim, é notável a capacidade de as crianças em lidarem com múltiplas tarefas e com situações que lhes demandam dinamicidade de pensamento e de ação.

Inicialmente, os problemas demoram mais tempo para serem concluídos e solucionados, porém, com o tempo e com todas as demais habilidades desenvolvidas, os estudantes aprendem a trabalhar em grupo, a se organizarem, e planejarem e a lidarem com mais de uma demanda ao mesmo tempo, fazendo assim, com que a mesma situação problema, mesmo que um pouco mais elaborada, seja trabalhada em menos tempo.

2.2.2 O Ensino de Ciências e a Teoria da Aprendizagem de Bruner

O Ensino de Ciências é dinâmico e está sempre na busca por uma melhoria no processo educacional, nesse contexto busca-se formas de trazer para o ensino novos modelos teóricos que facilitem o aprendizado dos estudantes. A teoria de aprendizagem de Jerome Bruner chama a atenção com sua concepção de que de forma honesta é possível ensinar qualquer conteúdo a crianças de qualquer idade.

Jerome Bruner foi, mesmo que de forma indireta, um dos principais responsáveis pelo modelo de Ensino de Ciências Naturais implantado no país a partir da segunda metade do século vinte, no que diz respeito a organização do currículo educacional brasileiro concentrando-se na influência da Teoria de Instrumentalismo Evolucionista, termo cunhado por Bruner para descrever suas ideias, no movimento reformista ocorrido no Brasil na década de 1960 focalizando a análise nas mudanças promovidas no Currículo e nos materiais nacionais utilizados no Ensino de Ciências, principalmente na Educação Superior e seus reflexos nos demais níveis de educação (HARRY,2016).

As consequências da adoção, mesmo que de maneira não democrática, do modelo norte americano na época de 1960 resultou em inovações no desenvolvimento de materiais didáticos e na forma do Ensino de Ciências no Brasil. Alicerçados nos princípios traçados por Jerome Bruner o Ensino de Ciências nas universidades brasileiras adotou uma nova postura, ao introduzir os novos materiais didáticos adaptados a partir de materiais desenvolvidos nos Estados Unidos e na Inglaterra, conseguiu colocar o Brasil na vanguarda de um grupo seleto de países – Inglaterra, Argentina, Turquia, Itália, Japão, Austrália etc. (MAYBURY, 1975)

Posteriormente, o movimento curricular de Ciências, caracterizou-se pelo desenvolvimento de materiais didáticos que atendiam às necessidades das escolas brasileiras.

A partir de 1972 com a instituição do Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PREMEN), foram organizados projetos que envolviam educadores e cientistas brasileiros na elaboração de livros didáticos, guias para professores e recursos audiovisuais apropriados ao ensino brasileiro. Mesmo esses novos materiais preconizavam a visão de Bruner da natureza de uma disciplina científica como sendo um corpo organizado de conhecimentos, e um processo sistemático e criativo de adquirir esses conhecimentos.

Estudos apontam que apesar do investimento em materiais didáticos e a formação de professores para sua utilização, a melhoria na aprendizagem não foi a esperada. Problemas como a inexistência, nas escolas, de laboratórios e equipamentos para a realização das atividades propostas nos livros e manuais, bem como o despreparo dos professores dificultaram a divulgação, em larga escala, dos novos materiais (BARRA; LORENZ, 1986).

Para compreender a importância de Bruner ao Ensino de Ciências, tem que se analisar três pontos: o desenvolvimento intelectual, o ato da aprendizagem e a noção do currículo em espiral.

O ato de aprender um assunto em si, para Bruner (1973a), pode abranger três processos: 1) Aquisição, que se refere a obtenção de novas informações; 2) Transformação, que seria a manipulação do conhecimento a fim de adaptá-lo a novas tarefas; 3) Avaliação (crítica), forma de conferir se a maneira que manipulamos a informação é o mais adequado a determinada tarefa.

Em qualquer aprendizagem de um determinado assunto, normalmente há uma série de episódios, cada qual envolvendo os três processos.

[...] Um episódio de aprendizagem pode ser breve ou longo, conter muitas ou poucas ideias. A duração de um episódio depende das condições que cada aluno pode sustentar, conforme o que espera do seu esforço, no sentido de coisas exteriores, tais como nota ou grau ou também o que ganha em compreensão e conhecimento (BRUNER, 1973a, p.45).

Por isso, segundo Bruner (1973 a), os conteúdos devem ser adaptados conforme a necessidade e a capacidade dos estudantes, respeitando suas especificidades.

2.2.3 Teoria de Aprendizagem por Descoberta

Para Goi e Santos (2018) em Bruner (2008), se distingue dois “tipos de ensinar”. Um deles está relacionado ao modelo expositivo e o outro ao modelo hipotético. O modelo expositivo trata o professor como expositor e o estudante como ouvinte. O professor pode

tomar decisões enquanto o estudante não tem discernimento das opções internas. No modelo hipotético, o professor e o estudante estão em uma posição de cooperação (GOI, 2014). Neste modelo, o estudante toma parte das formulações, fica ciente das alternativas e tem liberdade de expressão. Ainda segundo Goi e Santos (2018), para Bruner, o modo hipotético caracteriza o ato de ensinar e isto leva ao encorajamento da descoberta. Aprender por meio de descobertas traz alguns benefícios como, a elevação do potencial intelectual; a passagem das recompensas extrínsecas para intrínsecas; o aprendizado da heurística do descobrimento e o auxílio da conservação da memória Goi e Santos em Bruner (2008).

Conforme Goi e Santos (2018), o processo de descoberta proposto por Jerome Bruner pode ser estimulado a partir da Resolução de Problemas em que o indivíduo, pesquisando e resolvendo determinadas situações, possa ampliar sua capacidade cognitiva e construir seu próprio conhecimento.

Pode-se ampliar essa importância também, para a Experimentação Investigativa, pois para Zanella (2019), uma atividade experimental elaborada de forma a colocar o estudante diante de uma situação problema, que tenha relação com seu cotidiano, permitirá que ele possa raciocinar logicamente sobre a situação, questionando seus conhecimentos prévios, que o levarão a interpretar as etapas da investigação, elaborando hipóteses, através da análise de dados, apresentando argumentos, que o conduzirão a uma conclusão plausível. Alcançando os objetivos de uma atividade experimental, a qual privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico apontado por Bruner.

O método da descoberta tem sido bastante questionado, pois, a aprendizagem por descoberta pode-se dar de forma mecânica, ou seja, o estudante só consegue alcançar aquele resultado por meio do caminho proposto pelo professor, memorizando passos sem que proponha alternativas para uma nova solução à situação problema. O próprio Bruner, anos após a publicação de seus livros sobre sua teoria de aprendizagem, revisa algumas questões e propõe a adaptação no ensino em favor de contextualizá-las aos problemas que a sociedade enfrenta. A ideia de que a experimentação levaria à compreensão ou até mesmo à redescoberta de leis científicas não pode ser exclusividade em um projeto.

“Um bom intuitivo pode ter nascido com algo especial, mas a sua intuição funciona melhor quando ele tem um sólido conhecimento do conteúdo, uma familiaridade que dá substância à intuição” (BRUNER, 1973a, p.56).

Contudo, sabe-se que o pensamento de Bruner foi fundamental para a resignificação do Ensino de Ciências e para a evolução dos processos de ensino e de aprendizagem. A perspectiva de uma aprendizagem por descoberta pode ser o gatilho para despertar a

curiosidade dos jovens, atitude necessária ao desenvolvimento de outras habilidades, sendo, portanto, importante para o Ensino de Ciências.

2.2.4 Teoria da aprendizagem currículo em espiral

Segundo Roldão (1994) “O currículo em espiral de Bruner é fundamentado pela caracterização do desenvolvimento dos estágios ou fases. No entanto, esta fundamentação é vista como uma orientação para adaptar estratégias de ensino aos diferentes modos de ver e representar o mundo em diferentes idades e não para selecionar ou excluir conteúdos ou conceitos. Bruner, apesar de ter estabelecido uma sequência de fases, se preocupa mais com a especificidade qualitativa da compreensão das crianças em cada fase. Decorrente da preferência pelo método da descoberta e da teoria da aprendizagem em espiral surge à proposta de organização dos currículos e das práticas de ensino em torno do processo de reconstrução dos saberes científicos, através “da interiorização dos seus princípios e da tentativa de aplicação dos seus métodos” (ROLDÃO, 1994, p. 64).

Portanto, o Currículo em espiral defendido por Bruner (1965) é um método de ensino que consiste na apresentação de conceitos básicos que são ensinados em um primeiro momento e depois revistos em diferentes níveis de profundidade, complexidade e formas de representação. Nessa concepção de currículo, o ensino não se caracterizaria por sua abrangência, mas por sua profundidade colocando em evidência o maior número de particularidades possíveis. Assim, este modelo de currículo deveria iniciar com uma descrição intuitiva de uma área do conhecimento, circulando de volta para representar essa área de modo mais formal.

Segundo Bruner (1973a), para alcançar o estado de um adulto formado, deve-se fazer uma transposição do conteúdo a ser ensinado para as suas formas de pensar, levando em consideração as características que se referem ao desenvolvimento intelectual da criança, desafiando-a progressivamente.

Temas, princípios e valores, que sejam de relevância para a sociedade, devem fazer parte do currículo escolar além de serem trabalhados de forma contínua e não esporádica (BRUNER, 1973 a).

Segundo Silva e Gomes (2017) quando se pressupõe que é necessário a compreensão de números, medida ou probabilidade na compreensão da ciência, mais cedo possível, de uma maneira intelectualmente mais “honesta”, levando a forma de pensar da criança, esses tópicos deverão ser apresentados progressivamente, contribuindo dessa forma para o progresso do

ensino.

Figura 1- Esquema do Currículo em Espiral



Fonte: Renan Sargiani, 2016.

O Currículo em Espiral, conforme a Figura 1 consiste em um método de ensino que apresenta os conceitos básicos em um primeiro momento e depois revistos em diferentes anos, sempre aumentando o nível de profundidade, complexidade e modos de representação. Assim, as crianças aprendem o básico sobre um assunto, e depois passam a revisitar esse conteúdo e incorporar outros conhecimentos mais complexos sobre o mesmo fenômeno, como em uma espiral.

Para Rabatini (2010), o conceito de aprendizagem em espiral pode enunciar-se da seguinte forma: qualquer Ciência pode ser ensinada, pelo menos nas suas formas mais simples, a estudantes de todas as idades, uma vez que os mesmos tópicos serão, posteriormente, retomados e aprofundados mais tarde. Sendo assim, um dos principais benefícios dessa aprendizagem é o fato de ser uma metodologia ativa de aprendizagem, pois, permite ao aprendiz sua participação durante o ensino, despertando sua curiosidade a explorar diferentes alternativas. Além de permitir a oportunidade de ver o mesmo tópico mais de uma vez com diferentes níveis de profundidade e diferentes formas de representação.

Segundo Rabatini (2010), para Bruner, os meios para se ajudar um aprendiz é chamado de currículo, e não o que se aprende, já que currículo seria uma conversa “animada” com apoios, figuras, textos, filmes e demonstrações. Esse processo incluiria a conversa, mais exposição ou demonstração, meditação e cada um realizando isto por si mesmo.

Segundo Bruner (2001, p.9) [...] “o professor, nesta versão de pedagogia, é um guia para o entendimento, alguém que ajuda o aluno a descobrir por conta própria”, na verdade um tipo de capacitador.

Para tanto, o currículo em espiral propõe a ideia de que ao se ensinar uma matéria, deve se começar o assunto de maneira informal e que esteja ao alcance do estudante e, posteriormente, abordar de maneira mais formal, de acordo com a evolução do aprendiz. Isso se dá quantas vezes forem necessárias, até que o estudante tenha dominado o assunto ou matéria em seu poder generativo pleno.

O currículo em espiral, além de favorecer o aumento do desempenho escolar, também contribui para que os estudantes criem o hábito de estudar, já que são incentivados a identificarem problemas, elaborarem perguntas, formularem explicações e construam novos significados.

Assim, buscou-se destacar a teoria de Bruner, uma vez que desde meados do século passado está sendo estudada por pesquisadores cognitivistas, porém ainda há um predomínio das Teorias Behavioristas e estas ainda vêm sendo implementadas nos contextos escolares.

Sabendo dos momentos de crise em que passa o ensino tradicional, sendo tachado de fracassado e retrógrado, pois suas concepções não acompanham e representam mais os objetivos e anseios de nossa sociedade. Tais anseios são abordados em reuniões pedagógicas da Educação Básica, mas muito pouco tem sido feito para mudar esse panorama, devido ao desestímulo por parte dos professores aliadas às políticas públicas vigentes na Educação.

Por isso busca-se estimular mudanças com implementações de teorias de aprendizagem como a teoria de Bruner, visto que o objetivo da educação é ter estudantes que possam compreender os conteúdos e não somente decorá-los e sim relacioná-los com as mais diversas situações e problemas. Desse modo almejam-se pessoas que pensem, critiquem, que sejam cidadãos ativos e participativos na nossa sociedade.

Reconhece-se que a teoria de Bruner está pautada na participação ativa do estudante para o desenvolvimento do seu processo de aprendizagem, a aprendizagem por meio da descoberta, a exploração de novas alternativas, o currículo em espiral e a aprendizagem segundo as fases internas do desenvolvimento. Ao adotar esta ideia, Bruner reconhece que a criança nem sempre é capaz de construir por si só, mas depende de uma direção dada por seu educador. Aquilo que é absorvido em sua consciência é o que foi aceito interpessoalmente; somente aquilo a que a criança pode assegurar "concordância compartilhada" torna-se parte de sua representação do mundo.

Dessa forma pode-se dizer que a teoria de Bruner contribui para o Ensino de Ciências na medida em que permite que o estudante assuma um papel central no processo de ensino-aprendizagem. Cabendo-lhe a construção de seu conhecimento por meio da

descoberta, da investigação e da Resolução de Problemas, construindo e desconstruindo significados pessoais.

2.3 Um olhar sobre a epistemologia de Larry Laudan para o Ensino de Ciências³

Na busca de pressupostos epistemológicos para o Ensino de Ciências aponta-se Larry Laudan como alternativa epistemológica de estudo, embora, segundo Cudmani (1998) sua teoria seja pouco explorada. Segundo Ostermann *et al.* (2008), vários estudos baseados nas obras de Laudan (1984, 1986 e 1990) fazem críticas sobre a ideia de paradigmas, propondo um retorno da racionalidade e sugerindo a análise das teorias científicas vinculada a ideia de tradições de pesquisa. Destaca-se que as ideias de Laudan já foram discutidas em trabalhos sobre o Ensino de Ciências com o propósito de favorecer a superação do empirismo sobre a ideia de movimento histórico e filosófico da Ciência.

Muitos filósofos e historiadores como Hempel, Kuhn, Buchdahl, Feyerabend, Popper, Lakatos e Grünbaum fizeram parte e contribuíram no percurso de Laudan, a fim de constituir o caráter da História e da Filosofia da Ciência contemporânea, fazendo com que seu senso crítico em relação a algumas ideias desses filósofos fossem sadamente aflorados (LAUDAN, 2010). Ainda, junto com esses filósofos, constituem um grupo de epistemólogos denominados “novos historicistas da ciência” (NICKLES, 2017) os quais apresentam concepções epistemológicas contemporâneas que se iniciaram nos finais dos anos de 1950, e que trazem em comum a história da Ciência para criticar e rebater as narrativas positivistas e popperianas da ciência, bem como os seus movimentos (NICKLES, 2017).

Contrário à Popper e a outros epistemólogos, conforme os quais uma teoria que é refutada por problemas empíricos anômalos, não merece atenção séria e a Kuhn que preconiza que é a acumulação de um elevado número de anomalias que leva os cientistas a abandonar o paradigma, Laudan (1986, p. 68) sugere que “o mais natural seria falar do grau de ameaça que as anomalias apresentam à teoria”. Para Laudan (1986, p.10):

[...] teorias não devem ser abandonadas pelo fato de apresentarem anomalias ou de não serem aceitas por não serem confirmadas empiricamente; a coexistência de teorias concorrentes é a regra, não a restrição, de modo que sua avaliação é, preliminarmente, uma atividade comparativa.

³A seção 2.2 do capítulo 2 deste projeto de qualificação foi publicada como artigo (LEÃO, Ana Flavia C.; GOI, MaraElisângela J. "UM OLHAR SOBRE A EPISTEMOLOGIA DE LARRY LAUDAN PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS". *Revista Eletrônica Cadernos CIMEAC*. V. 11, n. 2, 2021. ISSN 2178-9770. UFTM | Uberaba – MG, Brasil DOI: 10.18554/Cimeac.v11i2. 5213).

Assim, pode-se observar que as ideias de Laudan surgem como uma defrontação à tese kuhniana (KUHN 1971; VILLANI 1986; OSTERMANN, 1996) de incomunicabilidade e incomensurabilidade entre paradigmas e como uma tentativa de salvar a racionalidade da ciência. É também um confronto com as ideias de Lakatos (1989), na medida em que Laudan reconhece que as mudanças estão centradas tanto na resolução de problemas empíricos quanto dos conceituais.

Laudan (1986) propõe a Resolução de Problemas como base para o avanço da Ciência, tanto para problemas empíricos quanto para conceituais. Nessa visão epistemológica, “a Ciência progride somente se as novas teorias resolvem mais problemas do que suas predecessoras, de modo que o objetivo da ciência é o de obter teorias com elevada efetividade na resolução de problemas.” (LAUDAN, 1986, p. 11).

Nas próximas seções são abordadas as contribuições de Laudan para o Ensino de Ciências no que tange a trajetória acadêmica, a epistemologia, o progresso da ciência, os problemas empíricos e conceituais, as tradições de investigação e as críticas epistemológicas de Laudan. Buscando-se neste sentido, esclarecimentos plausíveis acerca do processo de construção da Ciência que possam contribuir para o aprimoramento das concepções epistemológicas e colaborar para a aprendizagem e formação de cidadãos a fim de relacionar os conteúdos assimilados a uma sociedade em constante transformação, adquirindo uma visão crítica e autônoma acerca dos fenômenos científicos do meio no qual está inserido.

2.3.1 Larry Laudan e Seus Pressupostos Epistemológicos

Estadunidense nascido em 1945, Larry Laudan formou-se em bacharel em Física pela Universidade de Kansas em 1962 e possui mestrado e doutorado, obtendo título de Ph.D em Filosofia na Universidade de Princeton em 1965. Trabalhou como professor de Filosofia da Ciência e História no período entre 1965 e 1997. Foi o fundador do Departamento de História e Filosofia das Ciências da Universidade de Pittsburgh e lecionou em várias universidades, entre as quais a University College London, a Universidade de Cambridge e nas universidades do Hawaii, de Illinois, de Melbourne, de Minnesota e de Rochester (OSTERMANN et al., 2008).

Entre suas obras, se destacam *Progress and Its Problems* (1977); *Science and Hypothesis* (1981); *Science and Values* (1984); *Science and Relativism* (1990) e *Beyond*

Positivism and Relativism (1996). Em 'Progress And Its Problems' (1977), Laudan apresenta sua epistemologia, a qual demonstra o resgate da racionalidade da ciência e busca evitar alguns dos pressupostos-chave que produziram o que ele chama de „colapso da análise tradicional“ (OSTERMANN *et al.*, 2008). Atualmente é pesquisador no Instituto de Investigações Filosóficas da Universidade Nacional do México.

A epistemologia de Laudan surge como oposição a teorias que enfatizam que as teorias anteriores estejam contidas em teorias posteriores ou que possam ser casos limitantes das mesmas ou que o conteúdo empírico ou as decorrências comprovadas das teorias antecessoras sejam subconjuntos do teor das novas teorias. Para Laudan (1986), é preciso superar o vínculo entre conservação cumulativa e progresso científico essa ideia de progresso científico sem condensação leva a optar a teoria que se aproxima a resolver o maior número de problemas empíricos importantes, ao mesmo tempo em que gera o menor número de problemas conceituais e anomalias relevantes (LAUDAN, 1986, p.6). A extinção de problemas conceituais reflete no progresso científico, pois é possível que aconteça a troca de teorias, bem confirmadas, por outras menos confirmadas, uma vez que solucionem problemas conceituais significativos, é o caso do modelo atômico de Bohr. No entanto, a visão epistemológica de Laudan não se restringe às competições entre teorias.

Do ponto de vista de Laudan (2011, p.18) “a Ciência é, acima de tudo, uma atividade de solução de problemas” sendo assim, seu intuito em criar teorias com alta taxa de eficiência na Resolução de Problemas. Consequentemente, seu progresso ocorre à medida que novas teorias resolvem mais problemas que suas antecessoras (PESA; OSTERMANN, 2002).

Segundo Moreira e Massoni (2011, p. 53-54), Laudan considera que no progresso científico existem alguns “rasgos persistentes”, sendo eles i) A troca de teorias científicas não é cumulativa; ii) Teorias não são rechaçadas simplesmente porque apresentam anomalias; iii) Teorias não são aceitas simplesmente porque são confirmadas empiricamente; iv) A mudança de teorias e as controvérsias sobre elas são resolvidas mais em bases conceituais do que empíricas; v) Há um espectro de níveis de generalidade das teorias que vai desde leis até marcos conceituais abrangentes; vi) Dadas as notáveis dificuldades semânticas e epistêmicas do conceito de “verdade aproximada” é implausível caracterizar o progresso científico como uma verossimilidade; e, vii) A coexistência de teorias rivais é a regra, não a exceção, de modo que sua avaliação é, primordialmente, uma atividade comparativa.

O que ocorre na Epistemologia de Laudan é uma proposta ou encontro de umademarkação científica com outras áreas do conhecimento, uma vez que o mesmo entende

que a demarcação é difícil de atingir e que não traz para a estruturação do conhecimento científico. Mesmo que não procure uma demarcação da ciência com outros campos do pensamento intelectual, ele adverte que, normalmente, disciplinas consideradas científicas costumam ser mais progressivas na Resolução de Problemas em razão de suas características metodológicas e ontológicas (MACHADO, 2006).

Para Laudan o objetivo da ciência é gerar teorias eficazes na solução de problemas ou modelos científicos para resolver os problemas científicos, mesmo entendendo que outros moldes de conhecimentos também resolvem problemas, considera os modelos científicos mais eficientes. Também acredita que uma teoria nova que concebe tudo que a anterior faz e traz mais contribuições é superior à antecessora (LAUDAN, 2011).

Segundo Laudan (1986) problemas científicos dividem-se em empíricos e conceituais. Caracteriza os problemas empíricos como aqueles tomados como estranhos e precisa de uma explicação no contexto em que foram tomados, já os problemas conceituais se referem a problemas de inconsistências apresentadas em alguma teoria, sendo que as teorias são produtos que respondem a perguntas de pesquisa. E, define anomalia como casos em que a teoria descreve de forma insatisfatória uma determinada situação, necessitando de uma teoria própria. Laudan (1986) não outorga à produção de anomalias a função da ciência mesmo reconhecendo sua importância, contrariando Popper. Para Laudan, assim como para Kuhn, as anomalias podem gerar a destruição de um paradigma, no entanto, em algumas circunstâncias elas podem ser admitidas e suportadas.

Conforme Laudan (1986, p.104), compreende-se que as teorias são desenhadas e corroboradas diante a sua adequação para a solução de problemas empíricos e conceituais, o uso da classe “teoria científica” pode apresentar uma variedade proposicional na sua utilização. Assim, seu uso pode denotar tanto um conjunto muito específico de doutrinas relacionadas, como axiomas, hipóteses ou princípios, quanto um conjunto de doutrinas mais gerais e menos facilmente corroboradas empiricamente, como, por exemplo, a teoria da evolução e a teoria. Uma outra marca da proposta de Laudan (1986, p.114), trata-se da formulação da categoria chamada “tradição de investigação”, definida como um conjunto de compromissos ontológicos e metodológicos que vão orientar a pesquisa científica e o desenvolvimento de suas teorias específicas.

2.3.2 Larry Laudan e o Progresso Científico

Há três situações que permitem analogias entre o progresso científico à concepção da epistemologia de Laudan e a aprendizagem de ciências; i) o reconhecimento de um problema relevante; ii) o entusiasmo para a busca de uma solução de um problema relevante; iii) as anomalias e complexidade do processo de mudança de tradição de pesquisa e da mudança conceitual, de acordo com Pesa e Ostermann (2002).

Para Laudan o progresso científico ocorre devido a confrontação e resolução de problemas relevantes. Sendo assim, para julgar os méritos de uma teoria ele propõe “que se pergunte se ela constitui solução adequada a problemas relevantes e não se ela é corroborada ou bem confirmada” (MASSONI, 2005, p. 33). Assim, (MASSONI, 2005, p. 31), “Se uma teoria nova pode fazer tudo o que sua predecessora faz e algo mais, então a teoria nova é evidentemente superior”. Assim, uma teoria é considerada satisfatória, quando resolve um grande número de problemas e a evolução das teorias se dá quando a nova teoria é capaz de resolver um maior número de problemas importantes.

A motivação é algo fundamental para a solução de um problema relevante. Segundo Laudan (1986) os cientistas têm múltiplas e variadas motivações para resolver problemas; como por exemplo, a utilidade social associada à solução do problema, o prestígio e poder resultante para o cientista.

Para Laudan, segundo Villani *et al.* (1997), a anomalia em Ciências da Natureza não é qualquer discordância entre teoria e experimentos, mas a falência de uma teoria vigente, em um dado momento histórico, tem de resolver problemas relevantes enquanto a teoria rival que emerge passa a resolvê-los.

A transformação de problemas não resolvidos ou anômalos em problemas resolvidos de forma gradual constitui-se no progresso científico, que conforme Colombo de Cudmani (1997), nenhum campo científico é beneficiário da perspectiva de marcar o começo da mudança conceitual. O progresso pode acontecer em qualquer dos diferentes campos, sejam eles através de uma mudança nas concepções fazendo com que a nova teoria satisfaça melhor a metodologia adotada, ou uma mudança metodológica permitindo uma realização mais completa das finalidades e objetivos, ou ainda uma mudança nas metas e propósitos fazendo com que os objetivos propostos inicialmente são irrealizáveis ou violem teorias aceitas pela comunidade científica.

Normalmente essas mudanças não ocorrem paralelamente, possibilitando uma decisão racional dos cientistas sobre qual das teorias em concorrência é a melhor. Como

salienta Colombo (1997, p. 327):

Laudan considera que o processo de mudança de paradigma não é cumulativo, mas a evolução das teorias realizada em um contexto comparativo permite ao cientista decidir entre teorias melhores que outras. Melhor em que sentido? No sentido que são mais eficazes para resolver problemas.

A racionalidade da concorrência entre as teorias e da superação de uma teoria por outra é uma característica essencial das ideias de Laudan sobre o progresso científico. Sendo assim, nessa concepção racionalista, o progresso da Ciência está ligado diretamente não com a confirmação ou refutação das teorias, mas, principalmente, com sua eficiência em resolver problemas (LAUDAN, 2011). Nesse sentido, Laudan (2011, p.18) afirma que “as teorias são relevantes, cognitivamente importantes, à medida que oferecem soluções adequadas a problemas importantes”. Para Pesa e Ostermann (2002) no processo de Resolução de Problemas, a função de uma teoria é eliminar ambiguidades, diminuir irregularidades à uniformidade e demonstrar seu potencial para prever os fenômenos, perante um confronto dialético entre desafios e teorias adequadas.

Pode-se destacar nas obras de Laudan que as dificuldades conceituais no modelo de solução de problemas é uma componente substantiva do progresso científico e tem bases empíricas (PESA; OSTERMANN, 2002). Tanto Toulmin, quanto Kuhn no prefácio de sua obra “A Estrutura das Revoluções Científicas” (DAL MAGRO, 2013) reconhecem essas dificuldades conceituais.

Ainda Pesa e Ostermann (2002), argumentam que o modelo de Laudan é uma sofisticação à taxonomia de problemas inicialmente proposta por Lakatos (1989), que reconhece apenas a solução do componente empírico dos problemas científicos. Acredita-se que a taxonomia de Laudan vai além, apresentando um novo componente, que são os problemas conceituais, proporcionando, dessa forma, tanto o desenvolvimento interno da Ciência quanto o desenvolvimento dos processos de ensino e de aprendizagem.

2.3.3 Problemas Empíricos e Problemas Conceituais

Laudan (1986), ao ampliar a esfera dos tipos de problemas existentes, propõe uma taxonomia que distingue, basicamente, problemas empíricos de conceituais. Os problemas empíricos são definidos por Laudan como “qualquer coisa presente no mundo natural que pareça estranha ou que, de alguma maneira, necessite de explicação” (LAUDAN, 2011, p. 22) podendo ser divididos em três tipos: I. Não resolvidos: aqueles que ainda não foram adequadamente resolvidos por nenhuma teoria; II. Resolvidos: já foram resolvidos

adequadamente por alguma teoria; III. Anômalos: comportam o conjunto de problemas resolvidos por teorias rivais ou alternativas, mas ainda não foram solucionados pela teoria central.

Os problemas conceituais são definidos como aqueles apresentados por uma teoria. Laudan (1986) faz alusão a dois tipos de problemas conceituais: os internos e os externos. Os problemas internos surgem quando uma teoria se torna inconsistente, autocontraditória ou quando existe alguma ambiguidade ou circularidade na mesma enquanto os problemas externos referem-se aos que acontecem entre teorias, ou seja, a inconsistência de uma perante a outra. Ou quando a aceitação de uma teoria torna relativamente pequena a aceitação da outra (LAUDAN, 1986).

Assim, pode-se dizer que a primeira classe dos problemas científicos, ou seja classe dos problemas empíricos, inclui todo problema que é tomado como estranho e precisa de explicação. A segunda classe dos problemas científicos, a classe dos problemas conceituais, refere-se a problemas de inconsistência apresentada em alguma teoria. Sendo que as teorias são produtos de primeira ordem que respondem às perguntas de pesquisa e os problemas conceituais são de segunda ordem, podendo trazer anomalias, ou seja, a teoria existente previamente não descreve a situação, necessitando de uma teoria própria.

Em oposição ao filósofo da Ciência Popper, Laudan (2011) não aceita que a Ciência tem sua função nas anomalias, mas que as mesmas são indispensáveis. Também não aceita que as anomalias quebrem um paradigma, como pensa o também filósofo Kuhn, pois há problemas em que as anomalias podem ser suportadas, enquanto outros casos podem comprometer a confiança na teoria. Segundo Laudan (2011), os problemas científicos são contribuições fundamentais do pensar científico e as teorias são os produtos, pois o problema produz investigações da Ciência e as teorias resultados adequados.

Isso direciona a duas teses sobre a função das teorias na Ciência: a) uma teoria é relevante se proporcionar soluções satisfatórias a problemas importantes; e b) a avaliação de relevância de uma teoria se verifica se ela resolve problemas relevantes de forma adequada e, então, ou é bem confirmada ou não é corroborada. Ocorrendo, desta forma, uma distinção entre fatos e suas explicações e entre problemas empíricos e suas soluções. Mesmo que não entendido, um fato continua sendo fato, enquanto que problemas empíricos são problemas conhecidos e isso está ligado à concepção de mundo, podendo serem resolvidos por uma teoria ou, pelo menos, parcialmente. Quando ocorre essa parcialidade tornam-se problemas anômalos, podendo vir a ser resolvidos por teoria alternativa.

Quando tem-se um conjunto de teorias em evolução que não podem ser analisadas fora de seu contexto histórico e possuem características metodológicas e ontológicas que dizem respeito ao grupo de regras do que é permitido fazer ou não para investigar um problema em uma determinada área do saber, dizem que há uma tradição de pesquisa (LAUDAN, 2011).

2.3.4 Larry Laudan e as tradições de pesquisa

Laudan (1987) introduz o conceito de “Tradição de pesquisa” para compreender a natureza do conhecimento científico e o progresso da Ciência. Uma Tradição de pesquisa, segundo ele, tem um certo número de teorias específicas que a compõem e a exemplificam parcialmente, decorre por meio de um certo número de formulações diferentes e têm geralmente uma larga história durante um período consideravelmente longo de tempo, diferente das teorias que são de curta duração. De acordo com Ostermann *et al.* (2008), uma tradição de pesquisa é:

Um conjunto de afirmações e negações de caráter ontológico (objetivos de indagação) e metodológicos (métodos de indagação), constituindo um conjunto de pressupostos gerais acerca das entidades e dos processos de um âmbito de estudo, e acerca dos métodos apropriados que devem ser utilizados para investigar os problemas e para construir teorias do domínio (OSTERMANN *et al.*, 2008, p. 376).

As tradições de pesquisas não são tendências que se constituem rapidamente, são na verdade historicamente consolidadas, recebem aqueles que a adotam e a fortificam ao longo do tempo. No caso, essas tradições de pesquisa e as teorias possuem condicionais históricos e conceituais, como conjuntos de leis que corroboram empiricamente na explicação e uso de métodos acerca da natureza. Assim:

[...] toda tradição de pesquisa contém diretrizes significativas acerca da maneira como suas teorias podem ser modificadas e transformadas, para incrementar sua capacidade de resolver problemas (p. 130). [...] Contudo, o papel estabilizador está na tradição. As “tradições de pesquisa justificam muitas suposições feitas por suas teorias; podem servir para marcar certas teorias como inadmissíveis por ser incompatíveis com a tradição de pesquisa; podem influenciar o reconhecimento e a ponderação dos problemas empíricos e conceituais de suas teorias componentes; e podem oferecer diretrizes heurísticas para a geração ou modificação de teorias específicas” (LAUDAN, 2011, p. 132).

As tradições de pesquisa proporcionam um conjunto de diretrizes para o desenvolvimento de teorias específicas. Parte dessas diretrizes constitui uma ontologia que especifica os tipos de entidades fundamentais que existem nos comandos em que essa tradição

se inscreve. A função das teorias específicas em uma tradição é a de explicar todos os problemas empíricos do domínio reduzindo-os à ontologia da tradição de pesquisa. Assim, a tradição de pesquisa tem um compromisso ontológico: através dos diferentes modos em que as entidades de sua incumbência podem interagir; um compromisso metodológico, através dos modos de proceder (técnicas experimentais, modos de corroboração empírica, avaliação das teorias, etc.) que são legítimos para um pesquisador que trabalha nela (OSTERMANN, 2008). Nesta visão, Laudan (1986) afirma que há três funções importantes da tradição de pesquisa, sendo elas: I. determinar os limites de aplicação das teorias que compõem uma área; II. proporcionar ideias iniciais que permitam a formulação de teorias explicativas, preditivas e verificáveis; III. justificar de maneira racional a existência de teorias científicas.

A tradição de pesquisa foi embasada no programa de pesquisa de Lakatos (1989), e conserva algumas características metodológicas do mesmo, como seu caráter evolutivo e histórico. Sua evolução e historicidade surgem em um ambiente intelectual determinado, seu grau de aplicabilidade é aumentado, posteriormente elas se deterioram e dão lugar a novas tradições.

A tradição de pesquisa de Laudan se diferencia do programa de pesquisa de Lakatos no que diz respeito à sua essência, ou seja, seu núcleo firme. Para Laudan (2011), existe uma relação de flexibilidade entre o núcleo firme e o cinturão protetor ao longo do tempo. O cinturão protetor nem sempre está presente para proteger o núcleo, também pode questioná-lo. Logo, pela experiência necessariamente empírica, a tradição de pesquisa pode terminar com características totalmente diferentes das que apresentava quando surgiu, situação impossível na visão de Lakatos (PRÄSS, 2008).

Dois modos básicos de produção de mudanças em uma tradição são identificados por Laudan: a) por uma modificação em alguma de suas teorias específicas subordinadas; b) por uma mudança nos elementos nucleares mais básicos. Ou seja, o primeiro nível seria dos supostos centrais, que mexem com a ontologia, a visão de mundo e então, delimitam a forma em que esse mundo deve ser estudado; o segundo nível seria o das teorias específicas, desenvolvidas para resolver problemas, principalmente empíricos, em domínios determinados. Esses dois níveis podem entrar em conflitos, gerando problemas conceituais que precisam ser resolvidos. Para Laudan (2011), uma tradição de pesquisa não permanece imutável, mesmo nos pressupostos mais centrais.

Para Laudan (2011) há uma evolução natural da tradição de pesquisa, que apresenta características de continuidade, entre uma formulação e a seguinte, pois muitos dos

supostos centrais são conservados, porém deve-se tomar cuidado se uma Tradição tem experimentado muitas modificações no decorrer do tempo, pois haverá muitas discrepâncias entre a ontologia e a metodologia de sua antiga formulação e da nova. Assim, olhando retrospectivamente, pareceria que não está mais à frente da mesma Tradição de pesquisa.

Em resumo, Laudan (2011) afirma que um aspecto importante da tradição de pesquisa se refere à efetividade global de uma teoria, que para isso deve-se avaliar a importância e a quantidade de problemas empíricos que a teoria resolve menos a quantidade de problemas anômalos e conceituais que a teoria gera, esta subtração resultará em progresso somente se a sucessão de teorias científicas em um domínio resultar em um grau crescente de efetividade na resolução de problemas (OSTERMANN; PRADO, 2008).

2.3.5 Larry Laudan e o Ensino De Ciências

O Ensino de Ciências, no contexto atual, se depara com muitas barreiras como redução da carga horária semanal disponível às aulas de Ciências, limitando o professor ao uso de recursos e atividades diversificadas, a falta de infraestrutura nas escolas e o distanciamento da aplicação prática dos conceitos teóricos para o cotidiano vivenciado pelos estudantes.

Para isso, segundo Silveira e Ostermann (2002) há uma tentativa de abandonar o ensino tradicional, pautado exhaustivamente no ensino empirista-indutivista, ou seja, nas aulas expositivas, na aplicação de fórmulas e operações matemáticas, no uso do laboratório, cujo papel, segundo Borges (2002, p. 294), “não é claro para o professor, pois o utilizam como mera ilustração de uma teoria, como mais um recurso didático” (BEMFEITO, 2008. p.22), “com problemas e procedimentos previamente determinados sem possibilidades para tentativas/erros”.

Vários estudos apontam que no Ensino de Ciências, além de aprender conceitos é preciso aprender sobre sua construção (MATTHEWS, 1990; SILVEIRA; OSTERMANN, 2002). Para isso, aponta-se a epistemologia de Laudan, pois utiliza a Resolução de Problemas para explicar como acontece a construção do conhecimento.

Nesta perspectiva, o ensino investigativo parte de uma pergunta que deve ser respondida e parte do levantamento de hipóteses para se chegar em uma teoria. De acordo com Azevedo (2008, p. 20), as atividades investigativas podem ser definidas “[...] como um processo, em que a investigação é desencadeada por um problema, cuja solução é motivada

por uma necessidade „cognitiva“. A investigação consiste, exatamente, na busca incessante pela solução do problema proposto”.

Em outras palavras, uma proposta investigativa deve ter “[...] um problema para ser analisado, a emissão de hipóteses, um planejamento para a realização do processo investigativo, visando a obtenção de novas informações, a interpretação dessas novas informações e a posterior comunicação das mesmas” (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 74). Um dos aspectos mais significativos dessa metodologia é a mudança de atitude que ela gera tanto no estudante quanto no professor. O estudante precisa abandonar a postura passiva de um mero observador de aulas expositivas, pois deve participar do trabalho investigativo desenvolvendo habilidades como argumentação, interpretação e análise. O professor deve acompanhar as discussões dos grupos, questionar e auxiliar os estudantes para que mantenham a coerência em suas ideias.

Segundo Morini (2009), é possível relacionar a epistemologia de Laudan ao Ensino de Ciências a partir de três pontos: I. A identificação de um problema relevante; II. A motivação para a busca de uma solução a um problema relevante; III. As anomalias e complexidade do processo de mudança de tradição de pesquisa e da mudança conceitual.

A identificação de um problema relevante, se aproxima à epistemologia de Laudan, pois sua teoria está baseada na Resolução de Problemas, e “para avaliar os méritos de uma teoria propõe que se pergunte se ela constitui solução adequada a problemas relevantes e não se ela é „corroborada“ ou „bem confirmada” (MASSONI, 2005, p. 33).

Com relação ao segundo ponto, “A motivação para a busca de uma solução a um problema relevante”, aponta-se que para que o conhecimento seja construído, é necessário que os estudantes estejam motivados a buscar uma solução para um problema que deve ser importante e relevante para ele (VILLANI *et al.*, 1997). Para Pesa e Ostermann (2002), a motivação pode ter relação com diversos fatores encontrados no trabalho científico, como a busca por explicar e controlar o mundo natural, através da busca da verdade, pela utilidade social e, em certos momentos, prestígio e poder. (PESA; OSTERMANN, 2002). Para Villani *et al.* (1997), um dos motivos que o estudante apresenta para resolver os problemas propostos é passar de ano e conseguir o diploma. No entanto, Morini (2009) afirma que sua busca é em relação a outros objetivos para a resolução dos problemas, “como, por exemplo, a curiosidade, a satisfação pessoal e a superação de algum conflito cognitivo que tenha surgido durante alguma atividade” (MORINI, 2009, p. 37).

Quanto ao terceiro ponto, que se refere “às anomalias” e complexidade do processo

de mudança de tradição de pesquisa e da mudança conceitual” Laudan (2011) afirma que quando a tradição de pesquisa é apresentada a uma anomalia, essa não precisa ser rejeitada por causa disso, assim como a tradição não deve ser aceita só por ter sido confirmada experimentalmente (PESA; OSTERMANN, 2002). Para Morini (2009) esse ponto remete à elaboração e ao teste de hipóteses, evidenciando que se uma suposição não funciona, é necessário que se pense em outra mostrando que a ciência se encontra em constante evolução. Morini (2009) ainda salienta que planejar e aplicar atividades que cumpram esses requisitos não é tarefa fácil. Nessa mesma ótica, Villani *et al.* (1997) afirmam que é necessário que seja feita uma discussão entre estudantes e professores para negociação quanto às tarefas didáticas e avaliações a serem realizadas nas aulas.

Santos e Goi (2012) baseadas na epistemologia de Laudan e na visão de mundo científico de Matthews (1998, 2009), trazem à tona em seu trabalho a importância da Ciência como empreendimento humano focado na resolução de situações empíricas e conceituais que promovam o desenvolvimento teórico e experimental da ciência, bem como promove ganhos na qualidade da cultura e vida pública dos estudantes, em virtude de terem desenvolvido competências em relação ao método científico e a resolução de problemas. Santos e Goi (2012) defendem a utilização da metodologia de Resolução de Problemas como forma de ensinar os conceitos situando-os em seus contextos históricos e metodológicos de descoberta e de justificação, constituindo-se dessa forma, em campo metodológico e epistemológico do Ensino de Ciências. Ainda, segundo Santos e Goi (2012), tem-se que ter o cuidado na realização das experimentações no contexto da descoberta científica para não vincular ao método do ensino por Redescoberta, o qual só promove repetições, temos sim que torná-las investigativas.

Na reflexão de Laudan (1986) pode-se observar pontos importantes para desnaturalizar essas tendências científicas muito presentes no Ensino de Ciência, como por exemplo, a compreensão que a Ciência se dá em um contexto de solução de problemas; que os problemas são de ordem empírica ou conceitual; que as teorias são elaboradas para resolver problemas existentes em uma concepção anterior e organizada de mundo que conforma uma tradição de pensamento, ou de pesquisa; que as tradições de pesquisa legitimam formas de pensar e praticar a ciência, que no enfrentamento do problema científico ocorre diálogo com outras formas de conhecimentos que podem contribuir para solução do problema desde que possuam proposta conceitual.

Sendo assim, apresentar os elementos de como as tradições funcionam na perspectiva

de Larry Laudan permite superar visões empírico-indutivistas presentes em professores, estudantes, e, muitas vezes, em pesquisadores (HARRES, 1999; PRAIA *et al.*, 2002), promovendo, dessa forma, uma aprendizagem baseada em metodologias ativas como os Experimentos Investigativos e a Resolução de Problemas.

Assim, pode-se estabelecer um elo entre a epistemologia de Laudan e a investigação, pois segundo estudos como de Greca *et al.* (2017) no que se refere à Experimentação Investigativa aliada à Resolução de Problemas, permite que os cientistas estudem o mundo natural e proponham explicações com base em evidências derivadas de seu trabalho e em relação às atividades dos estudantes lhes permitam compreender ideias científicas e a forma como os cientistas estudam o mundo natural. Em ambos os casos, a investigação envolve um processo de diagnóstico intencional de problemas, crítica de experimentos e distinção de alternativas, planejamento de pesquisa, validação de suposições, busca de informações, construção de modelos, discussão em grupos e construção de argumentos coerentes. Portanto, conforme Greca *et al.* (2017), com o uso da investigação pretende-se que os estudantes, além de construírem conhecimento sobre o mundo natural, desenvolvam habilidades e uma compreensão do processo, o que lhes permitirá adquirir uma visão mais apropriada da Ciência.

Magalhães *et al.* (2020) relata em seu artigo que ao analisar o desempenho de estudantes das Séries iniciais do Ensino Fundamental quanto às habilidades e atitudes desenvolvidas durante o estudo do conceito de calor e seus efeitos para produzir mudanças de estados nas substâncias, conclui que a atividade experimental e a reflexão crítica dos dados possibilitou perceber que a substância não deixa de existir ao mudar de fase, mas passa a outro estado de agregação molecular. Isso implica aprender a lidar com os erros e com a incerteza do conhecimento. Ainda, segundo essa análise, Magalhães *et al.* (2020) destacam que atividades investigativas não visam a 'depositar' na cabeça dos estudantes os conceitos, mas problematizá-los. Fazê-los perceber a necessidade de criticar as evidências e não ter o conhecimento como algo pronto e acabado. Todavia, somente atividades experimentais podem ajudar os estudantes a construir conceitos como o da conservação da matéria, nas transformações de estado, que dificilmente aprenderiam espontaneamente sem uma intervenção planejada.

Para Fernández e Greca (2014) a possibilidade do estudante apresentar uma melhor compreensão dos conceitos propostos após poder experimentá-los de forma prática e chegar à resolução de um problema, constitui um marco de ligação entre a Experimentação

Investigativa e a epistemologia de Laudan. Para isso, ainda conforme Fernández e Greca (2014), recomenda-se influenciar o Ensino de Ciências por investigação desde as séries iniciais, bem como os professores sejam capazes de transmitir emoção no conhecimento da ciência, para que possam atrair o interesse e a ilusão, condições necessárias para a participação ativa dos estudantes do Ensino Fundamental.

2.3.6 Críticas a epistemologia de Larry Laudan

Segundo alguns estudos pode-se encontrar certas apreciações críticas ao modelo de Resolução de Problemas de Laudan, é, por exemplo, o que nos traz Sanches (2000) em sua pesquisa em História e Filosofia da Ciência. Sanches (2000) considera que apesar do trabalho louvável que Laudan desenvolveu em sua obra “Progresso e seus problemas” (1977a), existem, no entanto, alguns aspectos importantes que podem ser observados.

Sanches (2000) denomina esses aspectos por “pontas soltas”, sendo elas: i) problemas versus problemas; ii) uma visão abertamente instrumental ou individualista do "progresso" e "Tradições" e, iii) de como identificar quem constitui a elite científica.

Quanto aos problemas versus problemas, Laudan (1986) instituiu em sua obra "Progresso e seus problemas", um critério de avaliação.

A eficácia geral de uma teoria na resolução de problemas é determinada avaliando a quantidade e a importância dos problemas empíricos que a teoria resolver e subtrair dela a quantidade e importância das anomalias e problemas conceituais que a teoria gera. (LAUDAN 1986, p. 102)

Para Sanches (2000), Laudan explicou claramente que a Ciência também é fundamentalmente uma atividade de resolução de problemas, diferenciando com clareza, os tipos de problemas que devem ser abordados, ou seja, os problemas (empíricos e conceituais) e quando os mesmos deixam de ser tais. O que parece que ele não deixou muito claro foi a questão de esclarecer o número de problemas que a teoria resolve. Se por um lado, nos diz como identificar problemas, por outro não traz um princípio guia, para colocar uma luz vermelha quando esses problemas são irritantes e perniciosos.

Isto nos leva a pensar que se deve supor que o número de problemas que uma teoria resolve é infinito e que sua caracterização se enquadra na esfera de nossa intuição. Fica-se com a impressão de que Laudan (1986) cai na mesma teia que com tanta dedicação queria dismantelar. Sanches (2000) ainda lembra de que Laudan (1986) questionou repetidamente a Kuhn, o fato de que ele não esclareceu por que antes de X anomalias, um paradigma não é

suportado, mas que quando confrontado com outra situação anômala X, decide desistir de um paradigma.

Outro argumento crítico de Sanches (2000) é que se Laudan fosse questionado sobre em que situação X se pode decidir que um problema atingiu seu ponto crítico, se observaria que, para Laudan, quando aceita-se uma teoria, não se adota com o propósito de buscar verdades importantes sobre o mundo, se não, para resolver um problema específico sobre um determinado aspecto específico do mundo.

Com relação à uma visão abertamente instrumental ou individualista do "progresso" e "Tradições", Sanches (2000) se reporta a que Laudan (1986) insistiu na noção de "progresso" em vez de racionalidade, tentando encontrar um ponto de convergência, ou seja, uma atividade científica, pois para Laudan (1986) é racional quando se encontra soluções cada vez mais frutíferas para problemas que estão na mira de uma tradição particular.

Laudan (1986) escreve:

O progresso pode ocorrer se e somente se, há sucessão de teorias científicas em um domínio de amostra; aumento do grau de eficácia na resolução de problemas [...] quando modificamos uma teoria ou a substituímos por outra, essa mudança é progressiva se, e somente se, a versão posterior resolver os problemas de forma mais eficaz do que seu antecessor. (LAUDAN, 1986, p. 102).

Conforme Sanches (2000), como a única coisa que conta é "resolver problemas" e com isso existem diferentes maneiras de ver o mundo, causando diferentes tipos de problemas, com a busca de soluções. Este fato traz uma ameaça de cair em um individualismo; onde cada pesquisador pode erguer suas próprias teorias para resolver seus problemas. Bem, no final das contas, o que conta é "produzir progresso", escolhendo a teoria mais efetiva.

Por outro lado, Laudan (1986) tem uma visão que é muito instrumental ou tradições individualistas, indicando que os cientistas podem aceitar ou rejeitar tradições concorrentes com base em seus sucessos ou evidências empíricas que eles mostraram ter sob seu cinturão. Laudan reconhece pluralidade, historicidade e critérios de racionalidade, dependentes de cada tradição de pesquisa. No entanto, ele não se compromete com a ideia de uma meta tradição universal, na ciência não há critérios estabelecidos para avaliar teorias. Dentro de sua noção da dinâmica das tradições, Laudan destaca a possibilidade de diálogo e debate, ressaltando que o exercício dessa troca pode ocorrer não apenas dentro uma tradição, mas também entre tradições de diferentes origens.

Portanto, de acordo com Laudan (1986) não existem tradições "arquetípicas" de

comunidades científicas, mas como alternativas instrumentais para a realização dos propósitos da Ciência: a Resolução de Problemas em termos de boas explicações e previsões. A terceira ponta solta, referida por Sanches (2000) Como identificamos quem constitui a elite científica? “A noção eficientista do progresso é a mais influente na história da ciência”. Segundo Laudan (1986): sua ambigüidade. Para Sanches (2000) Laudan não concebe as tradições como constitutivas de comunidades científicas, mas como meras alternativas instrumentais que permitem atingir determinados objetivos.

Então, é percebida dentro dos critérios “Meta-intuitivo” de Laudan (1986) uma aparente ambigüidade, a saber: (a) por um lado Laudan evita por todos os meios em falar de uma "comunidade científica" [fixa] "arquetípica". Neste sentido, como é visto Laudan, crítica em Kuhn sua noção de "ciência normal" e em Lakatos a "Ciência madura." Mas, por outro lado, (b) fala de uma "elite científica" responsável por estabelecer casos-padrão de racionalidade científica. As intuições da "elite científica" são decisivas na medida em que selecionam os casos o "padrão" o grau de adequação de uma teoria de avaliação científica é proporcional ao número de intuições preferidas (IP) às quais você pode fazer justiça. (LAUDAN, 1986, p. 206).

Tem-se a impressão de que Laudan (1986) usa a noção de "elite científica" para não falar de "comunidade científica" por duas razões: a primeira Laudan (1986) inadvertidamente comenta de consenso, em que revela que uma ampla maioria da elite deve concordar com os casos paradigmáticos de racionalidade científica, a segunda tem que haver consenso sobre como eles deveriam descrever os episódios que constituem casos padrão.

Os membros de uma elite científica podem estar de acordo, por exemplo, de que a transição da teoria "geocêntrica" pela "heliocêntrica" era progressiva, mas pode ter pontos de visões muito diferentes sobre o conteúdo das teorias mencionadas. Conforme Sanches (2000) um dos argumentos mais fortes expostos, no século 16, contra o sistema copernicano consistia em apontar que tal teoria, embora talvez adequada na medida em evidências astronômicas, era inaceitável porque infringiu os princípios da Física mais bem estabelecida.

Observou-se ao longo da composição desse manuscrito que a epistemologia de Laudan está entre as epistemologias racionalistas mais estudadas e em desenvolvimento científico do século XX, que contestando a visão científicista, representa uma contribuição significativa para a Filosofia da Ciência e para o Ensino de Ciências também neste início de milênio. Permite perceber que apesar das divergências epistemológicas e de seus problemas conceituais, sua evolução abriu novas áreas na Ciência e suas rupturas com o mundo clássico

continuam gerando progresso científico e filosófico.

Mesmo tendo críticas sobre sua forma de avaliar os problemas, progresso científico e tradições da Ciência, observa-se que as concepções de Larry Laudan apontam para a consolidação de um embasamento teórico mais elaborado sobre a atividade científica, trazendo critérios importantes para a construção de aulas mais contextualizadas e sistematizadas sobre ciências com modelos de ensino e aprendizagem frutíferos e eficientes.

Outro ponto que vale destacar, nas concepções de Laudan, é a resolução de problemas empíricos e conceituais como molas mestras para o desenvolvimento científico e resultado final para a elaboração de teorias. Considera também que o progresso da Ciência resulta da resolução desses problemas e que a troca de teorias científicas não é cumulativa, a regra é a coexistência de teorias rivais. Assim, a ciência está sempre em busca de teorias que possam resolver a maioria dos problemas empíricos e reduzir os problemas conceituais. Sendo que, o progresso científico ocorre quando novas teorias conseguem resolver mais problemas que suas antecessoras.

Sendo assim, pode-se concluir que as reflexões sobre Laudan levam os estudantes a uma aprendizagem dos conteúdos, possibilitando aos mesmos, relacionar os conteúdos adquiridos no âmbito escolar com sua prática social, podendo atuar na sociedade em que estão inseridos de forma autônoma e crítica.

2.4 Revisão de Literatura: Experimentação Investigativa no Ensino de Ciências⁴

No contexto atual, diante de pandemias e catástrofes ambientais, vive-se em uma sociedade em que descobertas científicas e tecnológicas se fazem cada vez mais necessárias. No entanto, o Ensino de Ciências tem sido motivo de constantes análises devido às dificuldades encontradas por professores e estudantes durante os processos de ensino e aprendizagem. Essas dificuldades fazem com que haja uma imagem negativa e de desinteresse a serem trabalhados em sala de aula podem ter um significado humano e social de modo que provoque interesse no estudante. Assim, permitindo uma leitura mais crítica do mundo físico e social, proporcionando reflexão, compreensão, discussão e ação sobre o mundo que habita (HERRERO; BAUTISTA, 2019).

⁴ A seção 2.3 do capítulo 2 desta dissertação foi publicada como artigo (LEÃO, Ana Flavia C.; GOI, Mara Elisângela J. REVISÃO DE LITERATURA SOBRE A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS. *Comunicações Piracicaba*. v. 28, n. 1, p.315-345. jan.-abr. 2021 DOI: <https://dx.doi.org/10.15600/2238-121X/comunicacoes.v28n1p315-345>).

Nessa ótica, uma das estratégias didáticas difundidas são as atividades experimentais, cuja principal característica, por muito tempo, foi a de verificar ou confirmar alguma lei ou teoria, além de buscar na prática o que foi ensinado pelo professor e aprendido pelo estudante em sala de aula. Este tipo de atividade é orientada por roteiros pré-determinados, tendo resultados previsíveis e suas explicações para tais fenômenos, na maioria das vezes, já conhecidas pelos estudantes, sem propor raciocínio e questionamentos. De acordo com Suart e Marcondes (2009, p.53), “[...] as atividades experimentais podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, desde que sejam planejadas e executadas de forma a privilegiar a participação do aluno”.

Uma alternativa para esse tipo de atividade seria propor o ensino a partir de atividades experimentais investigativas, de maneira que os estudantes são colocados em situações de realizar pequenas pesquisas. Carvalho *et al.* (2009) conceitua a experimentação investigativa como um método de ensino que desperta o interesse do discente e favorece uma aprendizagem diferenciada, na qual as falas, concepções e ideias dos estudantes são valorizadas, contribuindo na construção do conhecimento e na promoção do pensamento crítico-reflexivo.

Na visão de Maués e Lima (2006), os estudantes que são colocados em processos investigativos envolvem-se com a sua aprendizagem, constroem questões, levantam hipóteses, analisam evidências e comunicam os seus resultados. Em um ambiente de ensino e aprendizagem baseado na investigação, os estudantes e os professores compartilham a responsabilidade de aprender e colaborar com a construção do conhecimento. Os professores deixam de ser os únicos a fornecer conhecimento e os estudantes deixam de desempenhar papéis passivos de meros receptores de informação. Contudo, a realização deste tipo de atividade se torna mais significativa, proveitosa e motivadora para os estudantes se for relacionada com o dia a dia. Conforme Medeiros e Lobato (2010, p. 66), “a contextualização do ensino tem relação com a motivação do estudante, por dar sentido àquilo que ele aprende, fazendo com que relacione o que está sendo ensinado com a sua experiência cotidiana”. Nessa perspectiva, o ensino ministrado por atividades experimentais investigativas torna-se uma importante estratégia de ensino e de aprendizagem.

Com o objetivo de realizar uma revisão de literatura sobre o assunto Experimentação Investigativa no Ensino de Ciências, fez-se uma busca de artigos relacionados ao assunto em seis (6) revistas da classificação Qualis Capes A1, A2 e B1, sendo cinco (5) nacionais e uma (1) internacional no período de 2010 a 2019, visando aprofundar a temática aqui tratada.

2.4.1 Experimentação no Ensino de Ciências

A experimentação tem sido utilizada no Ensino de Ciências visando diversos objetivos, como: (i) demonstrar um fenômeno; (ii) confirmar um princípio teórico; (iii) produzir dados, testar hipóteses; (iv) desenvolver habilidades de observação ou medida; (v) adquirir familiaridade com montagens; e, (vi) visualizar um show de luzes, barulhos e fumaça, segundo Hodson (1994); Gonçalves e Goi (2018a). No entanto, segundo as ideias de Hodson (1988), Ferreira, Corrêa e Silva (2019), a experimentação pode ser explorada para a compreensão de conceitos científicos, para entendimento de aspectos de natureza da Ciência e para aproximar a investigação escolar da investigação científica.

Para Hodson (1994) os experimentos não são suficientes para produzir conhecimentos teóricos e, nem sempre, são necessários. Segundo ele, os experimentos não são independentes de uma teoria, sendo que essa teoria influencia o problema a ser resolvido. No Ensino de Ciências, a experimentação possui objetivos distintos dos experimentos realizados pelos cientistas, visto que os estudantes não fazem observações com o mesmo nível de detalhes e profundidade que os cientistas. Além disso, não dispõem de laboratórios com o mesmo grau de sofisticação (HODSON, 1994) e de um quadro teórico consolidado como os cientistas. No entanto, para que essa função dos experimentos seja atingida, o professor precisa adquirir um entendimento sobre as formas de abordagem da experimentação na Educação Básica e como se dá a sua condução.

Moreira (2011) destaca duas posições profundamente distintas que norteiam a experimentação: a comportamentalista e a construtivista. Sob a ótica comportamentalista, Moreira (2011) argumenta que a aprendizagem se dá através de comportamentos (observáveis e mensuráveis) que são respostas a estímulos exteriores. Portanto, a aprendizagem do estudante se daria por uma mudança de comportamento resultante de estímulos promovidos pelo professor, de forma condicionada e repetitiva, sem considerar aspectos cognitivos para a construção do conhecimento. Segundo Campos e Cachapuz (1997), entre o empirismo-positivista e o racionalismo-construtivista, surgiram várias referências para compreender a natureza da ciência e seu desenvolvimento. Moreira (2011) aponta a Aprendizagem por Descoberta de Jerome Bruner diferente do Modelo de Redescoberta (1950 a 1970) que adotava muitos princípios e conceitos do modelo tradicional, chamado transmissão do conhecimento e o estímulo-resposta, procurando evitar aulas expositivas, preferindo as atividades experimentais com roteiros fechados. Já a Aprendizagem por Descoberta não deve ser limitada a uma aprendizagem mecânica de informação ou de procedimentos, mas sim conduzir o educando ao desenvolvimento da sua capacidade para solucionar problemas e pensar sobre a situação que enfrenta, sendo que nas atividades experimentais não existe um roteiro, eles vão sendo construídos. Despertando, dessa forma, o pensamento crítico reflexivo

do estudante, tornando-o sujeito de sua aprendizagem através do modo como levanta hipóteses, discute com os outros colegas, reflete sobre um tema e busca soluções.

Baseados nos estudos de Carvalho *et al.* (1998), Brito e Fireman (2018), entende-se que a introdução dessa lógica no Ensino de Ciências implica trabalhar os conteúdos científicos em sala de aula em forma de problemas que consideram os procedimentos como: testes de hipóteses, controle de variáveis, observação de evidência, sistematização e socialização de resultados coletivamente. Em outras palavras, implica trabalhar Ciências da Natureza por investigação, constituindo-se de uma perspectiva capaz de tornar o conteúdo mais interessante ao passo que permita ao estudante aprender ciência por meio das suas próprias ações criativas.

Entende-se que o Ensino de Ciências por investigação, por possuir essa peculiaridade de apresentar os conteúdos por meio de problemas em que os estudantes são chamados a resolvê-los de forma ativa, é um dos caminhos para o professor conseguir em sua estratégia. Deve-se “[...] tornar o conteúdo mais interessante por trazê-lo para mais perto do universo cognitivo não só do aluno, mas do próprio homem, que antes de conhecer cientificamente, constrói historicamente o que conhece” (CASTRO, p. 30, 2016).

Postigo e Greca (2014) referem-se à investigação como uma metodologia viável ajustando-se aos tempos e ao currículo imposto, além do entendimento que os estudantes têm dos conceitos científicos abordados se comparado ao alcançado com a metodologia tradicional. Ainda, os estudiosos recomendam iniciar o Ensino da Ciências por investigação desde os primeiros ciclos, bem como os professores que são capazes de transmitir emoção no conhecimento da ciência, para que possam capturar o interesse e a ilusão, necessário para a participação ativa dos estudantes do ensino fundamental.

Tais considerações evidenciam que o ensino tradicional é baseado na aprendizagem de conceitos, que os estudantes aprendem por repetição e de forma descontextualizada, sem fazer com que as crianças aprendam ao máximo conceitos básicos, ou seja, atraídos por eles. As crianças são curiosas para aprender Ciências, mas só essa característica não é o suficiente para que gostem de estudá-la. Sendo assim, a experimentação investigativa torna-se uma metodologia importante a ser discutida e aplicada no Ensino de Ciências. Com o objetivo de conhecer e categorizar a natureza dos trabalhos realizados apresenta-se uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa (LUDKE; ANDRÉ, 1986) em artigos publicados em periódicos da classificação Qualis Capes A1, A2 e B1, os quais foram escolhidos pela classificação e por tratar do Ensino de Ciências, no período de 2010 a 2019. Nos periódicos, as buscas foram feitas pelo título dos artigos, leitura de resumos e, em alguns casos, leitura do

documento na íntegra e pelas palavras-chave: “Atividades Práticas”, “Experimentação”, “Atividades Investigativas”, “Ensino de Ciências” e “Práticas de Laboratório”.

A análise foi realizada para a categorização dos artigos selecionados e o reagrupamento das informações em categorias mais abrangentes. Para o tratamento de dados, foi utilizada a análise de conteúdo que, para Bardin (2011, p. 131), torna-se necessário saber por qual razão se analisa e se explicita, de modo que possa saber como analisar. Assim, a organização da codificação compreende três escolhas: o recorte (escolha das unidades), a enumeração (escolha das regras de contagem) e a classificação e agregação (escolha das categorias).

Assim, a partir desse experimento metodológico, foram consultados os sistemas de busca presentes na página dos periódicos. Com os artigos selecionados, realizou-se a análise dos mesmos em busca de possíveis justificativas levantadas pelos autores para tratar da Experimentação no Ensino de Ciências. Após essa fase, os artigos analisados foram agrupados em categorias que emergiram das análises dos textos e em seguida foram discutidas individualmente levando em consideração suas implicações para o Ensino de Ciências. Na tabela abaixo estão descritos os periódicos que compõem esta revisão.

Tabela 1- Número total de artigos sobre Experimentação no Ensino de Ciências.

Revista	Classificação Qualis Capes	Número de Artigos
Revista Ciência & Educação	A1	07
Revista Enseñanza de Las Ciências	A1	14
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	A2	13
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	A2	06
Revista Experiências em Ensino de Ciências	B1	32
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	B1	11
Total		83

Fonte: Autora (2023)

De posse dos artigos, fez-se a leitura mais detalhada e emergiram duas categorias de análise: a Experimentação Investigativa na formação Inicial e Continuada de Professores e a Experimentação Investigativa na Educação Básica. Buscou-se diferenciar, classificar e

reagrupar os elementos de cada um dos artigos sobre Experimentação Investigativa no Ensino de Ciências. Para isso, os artigos foram agrupados levando em consideração o tema tratado em cada um deles.

Como a quantidade de artigos encontrados sobre a Experimentação no Ensino de Ciências foi ampla, fez-se um recorte deixando apenas os 22 artigos relacionados à Experimentação Investigativa no Ensino de Ciências.

O Quadro 1, demonstra os artigos selecionados e dos quais emergiram as categorias de análise.

Quadro 1- Artigos relacionados aos Experimentos Investigativos

(continua)

ANO	TÍTULO	AUTORES
2011	Uma abordagem para projetar pesquisa através de experimentos de ensino.	GONZÁLEZ, M. M.; MARTÍNEZ, E. C.; GONZÁLEZ, J. L. M.; MARTÍNEZ, E. C.
2011	Trabalho Experimental como possível gerador de conhecimento no ensino de física.	JAIME, E. A.; ESCUDERO, C.
2012	A caracterização do ambiente de aprendizagem em um laboratório de química geral através de métodos de pesquisa social.	MOLINA, J. A. L.; JAIME, J. L.; BERZOSA, I. S.
2012	Perguntas de alunos do ensino médio a dispositivos experimentais.	VALOIS, T. T.; DUQUE, K. J.; ISHIWA, K.; SÁNCHEZ, G.; PORTOLÉS, J. J. S.; LÓPEZ, V. S.
2013	Desafios enfrentados por professores na implementação de atividades investigativas nas aulas de ciências.	GOUW, A. M. S.; FRANZOLINI, F.; FEJES, M. E.
2013	Problematização de atividades experimentais no ensino e desenvolvimento profissional de formadores de professores de química.	MARQUES, C. A.; GONÇALVES, F. P.
2013	Sequências experimentais de abertura e redação de artigos em laboratório: um itinerário para melhorar o trabalho prático em laboratório.	CASAL, J. D.
2014	Pensando a natureza da ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional.	SENRA, C. P.
2014	Caracterização de práticas experimentais na escola a partir do discurso de professores do ensino fundamental e médio.	MENGASCINI, A. S.; MORDEGLIA, C.

Quadro 1- Artigos relacionados aos Experimentos Investigativos

(conclusão)

2015	Desafios das atividades de pesquisa aberta em laboratório: articulação do conhecimento teórico e prático nas práticas científicas.	PÉREZ, B. C.; ALEIXANDRE, M. P. J.
2015	Competências e práticas científicas no laboratório de química: participação de estudantes do ensino médio em pesquisas.	PÉREZ, B. C.
2016	Aprendizado de reações químicas através de atividades de pesquisa em laboratório sobre questões da vida cotidiana.	RODRIGUES, L. G.; PÉREZ, B. C.
2016	A atividade investigativa na elaboração e análise de experimentos didáticos.	TOLEDO, E. J. L.; FERREIRA, L. H.
2018	Ciência na cozinha. Uma proposta inovadora para ensinar Física e Química no ensino médio.	MARTÍNEZ, N. G.; MARTÍNEZ, S. G.; MARTÍNEZ, P. A.; RUIZ, L. A.
2018	A Experimentoteca do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP) e o Ensino por Investigação: Compromissos Teóricos e Esforços Práticos	MORI, R. C.; CURVELO, A. A. S.
2018	Ensino de ciências por investigação: uma proposta didática “para além” de conteúdos conceituais	BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C.
2018	O ensino de processos de separação de misturas a partir de situações-problemas e atividades experimentais investigativas.	FRIGGI, D. A.; CHITOLINA, M. R.
2019	Estudo dos roteiros de experimentos disponibilizados em repositórios virtuais por meio do ensino por investigação	FERREIRA, S.; CORREA, R. e SILVA, F. C.
2019	Investigação no ensino médio: sistemas de hidroponia em horta escolar para discussão de conceitos químicos.	MOURA, K. F. A.; DURÃES, J. A. S.; SILVA, F. C.
2019	Ensinando sobre os sentidos químicos. Investigação sobre uma experiência motivadora.	EDELSZTEIN, V. C.; GALAGOVSKY, L.
2019	Aprenda a interpretar a acidificação dos oceanos com recursos online e experimentação contextualizada.	RIAL, M. A. L.; MARIA M. ÁLVAREZ LIRES, CORREA, A. A.; RODRÍGUEZ, U. P.
2019	Uso da contextualização através do uso de demonstrações experimentais para melhorar a percepção e a atitude dos futuros professores em relação à química.	HERRERO, J. F. A.; BAUTISTA, C. V.

Fonte: Autora

2.2.1 Resultados e discussões da revisão de literatura

Os artigos referentes à Experimentação Investigativa no Ensino de Ciências apontam que há uma preocupação dos autores com os processos de aprendizagem dos estudantes no que se refere à experimentação investigativa. Nesta análise, verificou-se que a experimentação é uma metodologia usada nessa área do conhecimento para qualificar os processos de ensino e aprendizagem.

A seguir, tratar-se-á da análise das categorias (i) Experimentação Investigativa

na formação Inicial e Continuada de Professores; (ii) Experimentação Investigativa na Educação Básica.

2.2.1.1 Experimentação Investigativa na Formação Inicial e Continuada de Professores

Nesta categoria contabilizou-se 11 artigos. Os estudos são baseados na investigação após a implementação de intervenções que buscam o desenvolvimento de processos de aprendizagem através do trabalho experimental, na formação inicial e continuada de professores do Ensino de Ciências (JAIME; ESCUDERO, 2011, JUAN *et al.*, 2012, GONÇALVES; MARQUES, 2013, GOUW *et al.*, 2013, MORDEGLIA; MENGASCINI, 2014, PÉREZ; ALEIXANDRE, 2015, BRITO; FIREMAN, 2018, FERREIRA; CORRÊA; SILVA, 2019, EDELSZTEIN; GALAGOVSKY, 2019, RIAL *et al.*, 2019, HERRERO; BAUTISTA, 2019).

Na pauta das preocupações da educação está a qualidade do ensino ofertado, o perfil dos profissionais formados, as condições das Instituições de Ensino Superior (IES), os recursos disponíveis (físicos, pedagógicos, materiais), o acesso, a permanência, o sucesso dos estudantes do ensino superior e o financiamento das instituições públicas e particulares (BRASIL, 2015). Sendo assim, é importante trabalhar com as metodologias que podem dar sentido ao Ensino de Ciências, pois segundo Brito e Fireman (2018, p. 477):

Consideramos anacronismo, em plena metade do século XXI, existir visões simplistas acerca do processo de ensino e aprendizagem. Ensinar é uma atividade complexa que exige do professor, não apenas, o domínio do conteúdo conceitual que irá ensinar. Tais conhecimentos são essenciais para o processo de ensino e aprendizagem, mas, de forma isolada, circunscrito a si mesmo, esse tipo de conteúdo torna a aprendizagem um conjunto de teorizações herméticas, descontextualizadas que por não se associarem a estrutura lógica cognitiva dos alunos são facilmente esquecidos.

Ainda, conforme Brito e Fireman (2018), estudos atuais que tratam sobre a natureza da ciência apontam que o conhecimento científico é construído em um processo histórico e social. Este possui a marca de um processo, logo, se conclui que os produtos da ciência são construções que se materializam pela dimensão processual, ou seja, constituem-se pelo saber fazer. Nessa acepção, cabe acentuar a necessidade de o Ensino de Ciências ter como um de seus objetivos “[...] a prática de ajudar os alunos a aprender e fazer ciência, ou, em outras palavras, ensinar aos alunos procedimentos para a aprendizagem de Ciências” (POZO; CRESPO, 2009, p. 47).

Para Jaime e Consuelo (2011), trata-se de entender como o estudante está construindo seus conceitos, por meio da observação e análise da organização da atividade, nas diferentes etapas da aprendizagem e avaliação. Dependendo do referencial teórico da pesquisa, são consideradas as fontes de informação, orais ou escritas, provenientes de produções individuais ou em grupos, na sala de aula. Para isso, devem ser coletados registros escritos do que os estudantes fazem durante o trabalho experimental, descrevendo suas dificuldades, principalmente quando se refere a uma situação específica de um conteúdo.

Conforme Herrero e Bautista (2019), ao usar uma demonstração para aprender novos conteúdos, o estudante deve fazer perguntas sobre o que aconteceu, por que motivos ou razões, e o professor precisará fazer uma pesquisa bibliográfica para dar uma resposta científica ao fenômeno observado na demonstração. Neste momento, uma conexão pode ser estabelecida entre o que já é conhecido (conhecimento prévio) e o que se acabou de aprender (novos conhecimentos). “[...] Deve-se ter em mente que se novos conceitos ou conteúdos não forem relevantes para a estrutura cognitiva do aluno essas novas informações não estarão relacionadas ao conhecimento anterior e, em qualquer caso, essas informações serão simplesmente memorizadas” (NOVAK, 1988). Ainda, segundo Herrero e Bautista (2019), o professor deve dominar o conhecimento específico de sua disciplina, além de ter noção de psicologia educacional, isto é, que saiba como os estudantes aprendem.

Segundo Gonçalves e Marques (2013), estudos indicam que no Brasil existem poucas pesquisas sobre a Educação Superior em Ciências, em especial no Ensino de Química, bem como na formação de professores de Ensino Superior (SCHNETZLER, 2002, BRZEZINSKI, 2006, SILVA; SCHNETZLER, 2005). Assim, como ocorre em outros países, essa falta de preocupação estende-se não só na pesquisa educacional, como também nas políticas públicas, deixando de valorizar professores pesquisadores, fazendo com que o Ensino de Ciências não seja abordado de forma investigativa (CAMPANARIO, 2002,2003). Sendo assim, Gonçalves e Marques (2013) apontam aspectos teóricos e metodológicos de uma proposta dialógica e problematizadora baseada em Paulo Freire a partir de uma abordagem epistemológica em que os princípios e valores da educação são independentes do nível de ensino e de aprendizagens. Como Paulo Freire (1977, p. 53) já afirmou: “[...] o diálogo problematizante não depende do conteúdo que será problematizado. Tudo pode ser problematizado”. Essas considerações permitem confirmar que tanto a experimentação na formação de professores quanto o conteúdo abordado nas atividades experimentais pode ser tomado como objeto de problematização.

Ainda, segundo Gonçalves e Marques (2013), são apontados fatores limitantes para essa metodologia como: estrutura das instituições de ensino, falta de união entre os professores, pesquisa em detrimento do ensino, conhecimento pouco relacionado aos resultados obtidos na investigação e pouco incentivo na elaboração de textos de Divulgação Científica.

Franzolin e Fejes (2013), baseados em uma investigação realizada por dois professores de modalidades diferentes de ensino, a professora em início de carreira e o professor com 23 anos de magistério, obtiveram como resultado da pesquisa que é possível trabalhar com atividades investigativas, tanto com estudantes de pouca idade como maiores, utilizando-se, para isso, estratégias adequadas a cada faixa etária. Ainda segundo Franzolin e Fejes (2013), para os professores, a escolha de estratégias didáticas foi um desafio para que as atividades investigativas se aproximassem dos modelos de aprendizagem participativa. O tempo de experiência no magistério dos professores também apontou questões interessantes: a professora, mesmo iniciante, encontrou uma forma de introduzir a questão da investigação, utilizando estratégias em que ela se sentia segura. No caso, ela preparou minuciosamente todas as atividades para que as aulas pudessem ser dirigidas por ela com eficiência; já o professor não se preocupou muito com essa questão, ele organizou as atividades de forma a favorecer a autonomia do estudante. O trabalho em equipe também foi importante para a professora, e pode ser uma interessante estratégia para que o professor iniciante possa organizar atividades dessa natureza.

Apesar de utilizarem estratégias diferentes, foi possível verificar que ambos os professores conseguiram trabalhar com o interesse dos estudantes, uma vez que estes se mostraram engajados em suas investigações. Assim, verifica-se que as propostas de atividades investigativas podem ser flexíveis, propiciando que professores com diferentes formações e experiências possam adequá-las à sua realidade de forma segura e satisfatória.

Para Axt (1991), a experimentação nos cursos de licenciatura tem por objetivo se contrapor com a chamada racionalidade técnica, pois estimula o desenvolvimento da criatividade dos licenciados propondo uma aprendizagem ativa, estimulando a produção de novas técnicas partindo do conhecimento teórico para a prática de ensinar. Contribui, dessa forma, para uma fundamentação e análise do futuro exercício da docência e também para a realização de uma leitura crítica das práticas nas quais estão sendo formados. Vindo de encontro com as ideias de Maldaner (2013), ressalta-se que essa proposta não está voltada para a formação de cientistas como ocorreu nas décadas de setenta/oitenta, pois envolve a

formação da cidadania através da contextualização do tema social na prática experimental. A observação dos resultados e dos produtos do trabalho são fatores que os professores observam como reconhecimento do seu sucesso no trabalho realizado.

No trabalho de Perez e Aleixandre (2015), busca-se analisar os desafios impostos em uma atividade investigativa no laboratório sobre “como evitar o escurecimento das maçãs cortadas?”, que visa trabalhar o conhecimento teórico relevante ao contexto, transformando-o em decisões e ações práticas, além de examinar o apoio oferecido aos estudantes pelo professor. Para isso a atividade pode ser executada como um problema real. Aleixandre (2010) caracteriza atividades investigativas como aquelas que consistem em problemas, não perguntas retóricas com uma solução óbvia, e são percebidas como relevantes para a vida dos estudantes, possuem possibilidades de várias respostas ou caminhos experimentais e exigem que os estudantes participem de práticas científicas. Segundo Queiroz e Almeida (2004), a experimentação deve integrar uma estrutura funcional entre o teórico e prático através de modelos simples que expliquem uma variedade de conceitos e que possam servir de subsídios para que o estudante possa explicar situações de laboratório ou do cotidiano.

Conforme conclusões de Perez e Aleixandre (2015), após a atividade percebe-se que o professor precisa se preparar através de grupos de estudo com outros professores ou através de atividades desenvolvidas em sala de aula que possam oferecer oportunidades para o professor refletir sobre as questões abordadas. O professor, nesse contexto, assume a postura que, segundo Carvalho e Gil-Pérez (2011), assemelha-se ao papel de um pesquisador mais experiente, orientando pesquisadores iniciantes. Isso significa que assumir o ensino por investigação como abordagem no contexto da educação científica requer do docente uma nova profissionalidade considerando que os professores compartilham a responsabilidade de aprender e colaborar com a construção do conhecimento, assim, deixam de ser os únicos a trabalhar com o conhecimento e os estudantes deixam de desempenhar papéis passivos de meros receptores de informação (SÁ *et al.*, 2007). Diante do exposto, sinaliza-se para a necessidade de os professores do Ensino de Ciências ressignificarem suas concepções sobre a docência.

Edelsztein e Galagovsky (2019) descrevem uma experiência desenvolvida em quatro oficinas presenciais de três horas cada, com um total de 87 professores pertencentes à área das Ciências da Natureza e Matemática, sobre “sentidos químicos”, buscando promover a reflexão sobre conhecimentos prévios, total ou parcialmente incorretos, para transformá-los em conceitos adequados. É consenso entre educadores (SANTOS, 2012; MESSEDER NETO;

PINHEIRO; ROQUE 2013; BELLUCO; CARVALHO, 2014 entre outros) que todo sujeito quando chega à escola traz consigo uma compreensão do mundo que o cerca. São conhecimentos adquiridos no meio em que vive, denominados de conhecimentos prévios que, geralmente, não estão em sintonia com aqueles produzidos pela ciência. Os conhecimentos prévios, também chamados de concepções alternativas ou senso comum, se não forem adequadamente problematizados, podem interferir no processo de aprendizagem do estudante, dificultando a apropriação do conhecimento sistematizado.

Para Edelsztein e Galagovsky (2019), a atividade mostrou-se bem-sucedida, pois levaram em consideração a importância de tomar consciência de seus próprios erros, de sentir dúvidas e expressá-las, sem ser reprimido, a possibilidade de formular o conceito por meio da discussão e opinião do grupo, o valor de aprender com o erro modificando ideias anteriores, o poder de tomar consciência de seus conflitos cognitivos para poder resolvê-los e, por fim, o poder da motivação. Observa-se que tais experiências fazem com que os professores possam tornar-se ativos, reflexivos e motivados para aprender e ensinar, potencializando sua prática educativa cotidiana e ao mesmo tempo conseguindo estimular os estudantes para se engajarem na aprendizagem.

Rial *et al.* (2019) apresentam em seu artigo a possibilidade do uso de ferramentas digitais online para o desenvolvimento de experimentações contextualizadas, contribuindo, dessa forma, para o desenvolvimento de competências científicas e formulação de propostas para melhorar o currículo. Foi desenvolvido um experimento sobre a Acidez do Oceano: diminuição do pH da água do mar, utilizando-se recursos que façam com que os professores, na formação inicial, expandam seus conhecimentos sobre pH, bem como o modo de intervenção na sala de aula, onde no final se aponta limitações ao uso desses recursos didáticos digitais por parte dos professores. Por isso é necessário que a formação inicial contribua para o desenvolvimento de habilidades específicas científicas (ALVAREZ *et al.*, 2013), uma vez que os futuros professores não poderão ensinar o que não sabem.

Em outra análise, Mordeglia e Mengascini (2014) trazem outras limitações que podem estar ligadas às práticas experimentais na formação de professores como: a) origem institucional: ausência de laboratórios falta de recursos e materiais, dificuldades organizacionais e ausência de tradição institucional; b) limitação dos professores: histórico da formação, ainda do modelo de ensino transmissão-recepção; c) limitações de origem curricular: a quantidade e diversidade de conteúdos; d) limitações contextuais: desvalorização social do conhecimento científico. Como exemplo, têm-se os desafios inerentes ao Ensino de

Química. Em uma realidade marcada pela diversidade de contextos, sujeitos e problemas sociais, é exigido do professor a capacidade de inovar a sua prática, solucionar os problemas que se impõem e tomar decisões fundamentadas. Nesse cenário, torna-se um imperativo assumir a aproximação com pesquisa em ensino e a prática reflexiva como estratégias e objetivos da formação docente (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011; MALDANER, 2013).

Outra questão tem sido as discussões sobre os currículos escolares do Ensino de Ciências, isso porque esses programas curriculares de ensino não estão levando em consideração as atuais expectativas e necessidades dos estudantes da Educação Básica e tampouco da preparação de seus professores, como mostram pesquisas educacionais (MALDANER; ZANON, 2004; MORAES, 2008) e avaliações públicas da qualidade da Educação Básica brasileira.

Com relação às metodologias na investigação, Molina, Jaime e Berzosa (2012) afirmam que são os problemas que devem guiar a metodologia e não vice-versa. Assim, não se deve optar por um ou outro método, mas selecioná-lo com base na natureza do problema e o tipo de concepção que se pretende chegar, pois, para Monteiro *et al.* (2017), contrapondo-se à prática de atividades experimentais conservadoras, que visam apenas comprovar teorias, é que se propõem atividades experimentais investigativas. Nesse tipo de abordagem, o estudante é levado a resolver problemas, partindo de conhecimentos que possui sobre o assunto. Tais atividades podem ser utilizadas como orientação, de forma a dar suporte para os estudantes pesquisarem problemas oriundos do seu cotidiano. Nesse contexto, a educação científica valoriza o entendimento dos conteúdos, dos valores culturais, da tomada de decisões relativas ao cotidiano e à resolução de problemas. Buscar-se-á, com atividades investigativas, despertar no estudante o gosto pela ciência, estimulando a curiosidade e a busca do conhecimento pela investigação. Entende-se que, dessa forma, os estudantes poderão desenvolver as competências necessárias para resolver os problemas que lhe aparecerem no seu dia a dia. Para Suart (2014, p. 74) “[...] as atividades experimentais investigativas partem de uma situação problema, de interesse do aluno, a fim de que este se motive e veja necessidade em aprender o conteúdo a ser desenvolvido”.

Para Ferreira, Corrêa e Silva (2019), os estudantes podem compreender os conceitos de uma forma mais efetiva e passam a conhecer melhor sobre a natureza da Ciência quando se envolvem em uma abordagem investigativa. Diante dessa perspectiva, a experimentação pode ser um momento rico para atingir essa finalidade. A construção do conhecimento científico se dá pela investigação, o que se leva a concordar com Sasseron e

Machado (2017, p. 16) uma vez que “a investigação torna-se importante em sala de aula, pois por meio dela criam-se oportunidades para que os alunos entrem em contato com elementos da cultura científica”. Isso leva a sugerir a ampla discussão dos objetivos da experimentação na Educação Básica, tanto nos cursos de formação inicial quanto nos de formação continuada.

2.2.1.2 A Experimentação Investigativa na Educação Básica

A Experimentação Investigativa na Educação Básica foi tratada nos artigos analisados, dos 83 artigos, 11 se relacionam a esta temática. As análises são baseadas em intervenções de experimentação investigativa implementadas em turmas de estudantes da Educação Básica, visando um melhor entendimento dos conteúdos que se referem ao Ensino de Ciências (MOLINA *et al.*, 2011, TORRES *et al.*, 2012, CASAL, 2013, SENRA; BRAGA, 2014, PÉREZ, 2015, TOLEDO; FERREIRA, 2016, RODRÍGUEZ; PÉREZ, 2016, FRIGGI; CHITOLINA, 2018, GARCIA-MARTÍNEZ *et al.*, 2018, MORI; CURVELO, 2018, MOURA *et al.*, 2019).

Estudos relacionados ao Ensino de Ciências apontam vários problemas que podem estar gerando dificuldades nos processos de ensino e aprendizagem, entre eles destaca-se a falta de contextualização. Segundo Silva (2005), o Ensino de Ciências está cada vez mais descontextualizado e mais distante da necessidade do estudante. Muitas críticas ao ensino tradicional referem-se à ação passiva do aprendiz que, frequentemente, é tratado como mero ouvinte das informações que o professor expõe. Tais informações, quase sempre, não se relacionam aos conhecimentos prévios que os estudantes construíram ao longo de suas vidas (GUIMARÃES, 2009). Para Ferreira (2011), a forma com que se trabalha a ciência na escola não auxilia os estudantes a compreenderem o mundo. Ao contrário, está alheia à realidade do cotidiano. A área de Ciências da Natureza possibilita aos estudantes compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas da área, analisar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural e tecnológico, além dos cuidados pessoais e o compromisso com a sustentabilidade e a defesa do ambiente. A respeito disso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) declara que:

[...] As análises, investigações, comparações e avaliações contempladas nas competências e habilidades da área podem ser desencadeadoras de atividades envolvendo procedimentos de investigação. Propõe-se que os estudantes do Ensino Médio ampliem tais procedimentos, introduzidos no Ensino Fundamental, explorando, sobretudo, experimentações e análises qualitativas e quantitativas de

situações-problema. (BRASIL, 2017, p. 551).

Sendo assim, a experimentação apresenta-se como alternativa metodológica, permitindo que o estudante estabeleça relação entre teoria e prática. Giordan (1999) afirma que tanto estudantes quanto professores veem a experimentação como uma metodologia que tem potencial e que promove, além da interação dos estudantes na sala de aula, uma aprendizagem qualificada. Atividades experimentais investigativas colocam o estudante como protagonista da sua própria aprendizagem, pois a característica dessa atividade é colocar o estudante participante do processo, investigando, interpretando, buscando soluções e desenvolvendo hipóteses. Cumprindo, desta forma, o verdadeiro sentido do Ensino de Ciências.

Pérez (2015) traz em seu artigo o estudo para o desenvolvimento de competências científicas em estudantes através da participação dos mesmos em práticas científicas com a implementação de pesquisas investigativas, com análise e interpretação de dados, durante uma experimentação em laboratório. Como resultado, observa-se uma evolução dos estudantes, já que no final do estudo eles são capazes de elaborar projetos que permitem resolver a tarefa sem a ajuda do professor. Também há progresso na prática e análise de interpretação de dados, tornando o estudante responsável pelo processo de resolução de suas tarefas e de sua participação em práticas científicas. Considera-se também importante o planejamento das atividades investigativas antes de sua implementação, uma vez que permite que os estudantes realizem um número maior de práticas epistêmicas. Para Silva (2008), por meio das práticas epistêmicas, a comunidade científica é entendida como um espaço de elaboração e negociação de saberes e de valores que qualificam o que pode ser considerado como boas questões, métodos e respostas adequadas. Nesse sentido, pode-se considerar que a aprendizagem científica é uma atividade epistêmica na qual são relevantes os critérios acerca de que conhecimento pode ser considerado como aceitável dentro de um determinado marco disciplinar (JIMÉNEZ; ALEIXANDRE, 2006, KELLY, 2005). O processo de apropriação das práticas sociais da Ciência em ambiente escolar deve favorecer a participação de uma nova comunidade de discurso, de uma nova cultura (DRIVER *et al.*, 1999), em que aspectos epistêmicos sejam promovidos e valorizados e, com isso, sejam aprendidas as práticas discursivas similares às da comunidade científica (ARAÚJO, 2008).

Pérez (2015) ainda propõe em seus estudos que, para melhorar a qualidade dos projetos experimentais realizados pelos estudantes, é necessário suporte de ensino e a necessidade de introduzir regularmente tarefas de laboratório que permitam a participação dos estudantes nas práticas científicas, uma vez que as mesmas permitem desenvolver a competência investigativa. Para Azevedo (2004), Gonçalves e Goi (2018b), a utilização de

atividades investigativas pode conduzir o estudante a refletir, discutir, explicar, relatar e não apenas ficar restrito ao favorecimento de manipulação de objetos e a observação de fenômenos. Pérez (2015) ressalta que, sabendo que tais atividades apresentam dificuldades não só para os estudantes, mas também para os professores, eles precisam ser preparados em como promover a participação efetiva do estudante. Assim, para Nóvoa (1997, p. 26), “a troca de experiências e a partilha de saberes consolidam espaços de formação mútua, nos quais cada professor é chamado a desempenhar simultaneamente, o papel de formador e de formando”.

Para Molina *et al.* (2011) o projeto de pesquisa é uma metodologia recente, mas muito importante para o Ensino de Ciências. Em sua pesquisa, busca-se contribuir para a disseminação, bem como promover a reflexão e discussão sobre essa metodologia no Ensino de Ciências. Seguindo as intencionalidades percebidas na pedagogia de projetos, é possível estabelecer relações entre a Experimentação Investigativa e os primórdios da inserção da pesquisa na sala de aula. Dewey (1979) salienta que os projetos não precisam, necessariamente, seguir uma série de passos definidos, mas havia etapas necessárias em cada ato de pensamento integral: recolher os dados de um problema ou fatos de uma dada situação; observar e examinar esses fatos; elaborar hipóteses ou soluções possíveis, escolhendo a que melhor se encaixa no contexto. Por fim, verificava-se a ideia elaborada pela sua aplicação em outras observações ou novas experiências, podendo começar por qualquer uma das etapas e voltar atrás quando necessário (LOURENÇO FILHO, 1978).

Molina *et al.* (2011) ainda destacam que um dos recursos para o projeto de pesquisa são os ambientes de aprendizagens (salas de aula, laboratórios, ambientes abertos), pois é necessário coletar registros de todo o processo como o que estudantes, professores e pesquisadores aprendem ao longo do experimento, sendo uma das principais características a ruptura da diferença entre professor e pesquisador. Sendo que, tanto estudante, professor quanto pesquisador se tornam parte integrante do sistema que está sendo investigado, interagindo e levando a relacionamentos complexos que quebram a distinção entre os mesmos. Isso os leva a gerar hipóteses durante o experimento ou abandonar ou reformular novas hipóteses.

Na perspectiva de Maturana e Varela (2005), tanto o professor quanto os estudantes, ao experienciarem o ensinar e o aprender em um espaço em que todos participam, se envolvem, trazem contribuições relevantes e sofrem perturbações mútuas que desencadeiam mudanças de estado em ambos. Os estudantes se dão conta dessa realidade ao relatar que os professores também aprenderam com os estudantes. Aprender é o resultado da própria transformação na convivência, aprendemos porque nos colocamos com o outro, legitimamos o saber do outro ao mesmo tempo em que o outro também legitima o nosso.

Casal (2013) descreve e analisa em seu trabalho uma sequência didática composta por três trabalhos práticos de laboratório em formato de pesquisa. Em cada um dos trabalhos práticos a participação dos estudantes foi aumentando, assim como a produção de artigos científicos baseados na pesquisa, além da compreensão da natureza da ciência e de suas habilidades científicas. Demonstra, dessa forma, que a sequência didática pode melhorar as habilidades científicas do estudante, bem como os objetivos e hipóteses e que a mesma deve incluir: perguntas a serem pesquisadas, priorizar a observação, analisar a observação, formular uma explicação baseada na informação, conectar a informação com os modelos e conhecimentos científicos, comunicar e justificar a explicação e, por último, refletir sobre o processo. Segundo Zabala (1998, p.18) sequências didáticas são: “[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos [...]”.

Conforme preceitua Brasil (2012), as sequências são uma ferramenta importante para a construção do conhecimento. Ao organizar a sequência didática, o professor poderá incluir atividades diversas como leitura, pesquisa individual ou coletiva, aula dialogada, produções textuais, aulas práticas, etc. A sequência de atividades visa trabalhar um conteúdo específico, um tema ou um gênero textual da exploração inicial até a formação de um conceito, uma ideia, uma elaboração prática, uma produção escrita (BRASIL, 2012, p. 21). Moura *et al.* (2019) tratam em seu artigo de uma sequência didática desenvolvida em uma escola que possui um projeto de horta escolar, usando o processo hidropônico para aplicação das aulas, as quais contemplaram os aspectos qualitativos e quantitativos no preparo das soluções nutritivas utilizadas nesse processo. Para Brandão (2012), os conhecimentos construídos por meio desses projetos podem ser socializados na escola e transportados para a vida familiar do educando.

Ainda no contexto da sequência didática investigativa, Ferraz e Sasseron (2017) defendem a importância das interações entre estudantes, com foco na promoção da argumentação, para a construção do conhecimento. Segundo os autores, a abordagem investigativa proporciona um ambiente em que a construção de argumentos é favorecida pela interação e colaboração entre os membros e elementos que constituem a sala de aula. Além disso, eles consideram que o ensino por investigação se caracteriza por favorecer o trabalho integrado com diferentes práticas metodológicas e didáticas, sendo que estas variam de acordo com o perfil do professor e os recursos disponíveis para o desenvolvimento de uma aula (FERRAZ; SASSERON, 2017). Dessa forma, ainda usando as ideias de Ferraz e Sasseron (2017), o ensino por investigação pode ocorrer por meio de ações e estratégias diferenciadas

para que professores e estudantes possam interagir e colaborar entre si e para que a compreensão dos diferentes temas seja estruturada, ampliada e aprofundada (FERRAZ; SASSERON, 2017).

Senra e Braga (2014) abordam uma rede de aprendizagem criada no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - Rio de Janeiro - CEFET/RJ, formada por pequenos grupos de estudantes, que foram denominadas Células de Inovação. Nesses grupos, os estudantes eram envolvidos em problemas reais, discutiam sobre eles e buscavam desenvolver soluções para os mesmos. Cada célula tinha a orientação de um professor externo, diferente daquele que ministrava as aulas formais. Esse professor tinha o papel de dinamizar discussões e coordenar o desenvolvimento do projeto com os estudantes. O papel desse professor não era de apresentar algo pronto, uma receita a ser seguida, mas orientá-los a investigar, alimentando-lhes a curiosidade e incentivando a busca de respostas (MARTINS, 2009, MOREIRA, 1999).

Segundo Senra e Braga (2014), a ideia central seria problematizar o processo de construção do conhecimento científico a partir do envolvimento dos estudantes num processo de investigação e discussões sobre a prática científica inserida no contexto social. Nesse caso, a natureza da Ciência seria tratada a partir de uma dupla abordagem, tanto implícita (investigação) como explícita (discussão sobre). O projeto proposto aos estudantes foi o da construção de um coletor solar para aquecimento de água, utilizando materiais descartáveis com baixo poder de reciclagem, pois, se por um lado os avanços científicos e tecnológicos trouxeram progresso e melhoria para a qualidade de vida de boa parte da humanidade, por outro esses mesmos avanços também provocaram, e vem provocando, destruição da natureza por influenciar o consumismo desenfreado de bens não duráveis que, por sua vez, aumenta a produção de lixo e extração de recursos naturais, inclusive aqueles considerados não renováveis (PINOTT, 2010).

Conforme Senra e Braga (2014), cada encontro foi desenvolvido a partir de uma sequência única, começava-se com um debate prévio (problematização), sendo que trabalho com projetos de pesquisa mostrou-se eficiente dentro do grupo que aceitou tomar parte desse processo. Moran (2011, p. 34) afirma que “a metodologia de projetos de aprendizagem é a única compatível com uma visão de educação e de aprendizagem que encare o aluno como protagonista, como parte da solução e não do problema”.

Rodríguez e Pérez (2016) também abordam os resultados de uma pesquisa relacionada à implementação de uma sequência didática com atividades investigativas que busca analisar o desempenho dos estudantes através de respostas em relatórios escritos, bem como suas evoluções em cada tarefa, ou seja, suas evoluções de conhecimento adquirido e o

desenvolvimento gradual de habilidades, tais como: identificação das questões abordadas, conceitos que orientam a pesquisa científica, implementação da pesquisa, reconhecimento e análises de explicações e modelos e a comunicação de argumentos científicos. Quando as atividades são formuladas adequadamente, elas permitem que os estudantes entendam melhor o funcionamento da Ciência, o que contribui para o desenvolvimento da competência científica, bem como atinge os objetivos do currículo (CRUJEIRAS; JIMÉNEZ, 2012). Para isso, é necessário fornecer aos estudantes alguma orientação para a resolução adequada destes tipos de tarefas, e gradualmente, conseguir que elas possam ser concluídas e realizadas de forma autônoma (CRUJEIRAS; JIMÉNEZ, 2015). Para potencializar a discussão acerca do papel do professor nessa perspectiva, convém mencionar os ideais de Moran (2015), segundo o qual o professor que se utiliza do método ativo tem o papel de curador e de orientador:

Curador, que escolhe o que é relevante entre tanta informação disponível e ajuda a que os alunos encontrem sentido no mosaico de materiais e atividades disponíveis. Curador, no sentido também de cuidador: ele cuida de cada um, dá apoio, acolhe, estimula, valoriza, orienta e inspira. Orienta a classe, os grupos e a cada aluno. Ele tem que ser competente intelectualmente, afetivamente e gerencialmente (gestor de aprendizagens múltiplas e complexas). Isso exige profissionais melhor preparados, remunerados, valorizados. Infelizmente não é o que acontece na maioria das instituições educacionais (MORAN, 2015, p. 24).

Ainda, segundo Moran (2015), é importante conhecer os estudantes, sua realidade, suas expectativas, seus sonhos, para poder aproximar as atividades previstas com os interesses deles. Conhecê-los e acolhê-los, olhá-los nos olhos, mostrar-lhes simpatia, valorizar o que fazem bem.

Para Torres *et al.* (2012), a aprendizagem não se caracteriza em responder perguntas, mas em fazer perguntas com precisão e originalidade, as quais são essenciais para construir novos conhecimentos. No entanto, os estudantes fazem um número muito pequeno de perguntas no dia a dia da sala de aula. Fatores como a autoestima, o medo do ridículo, como acontece com os estudantes de baixo desempenho, e outros como o medo de não corresponder às expectativas, são fatores que dificultam a expressão de perguntas.

Segundo Moraes (2000), a atitude questionadora está diretamente relacionada com a atitude pesquisadora, estabelecendo-se uma relação de partida e contrapartida, de pergunta e de informação, cada resposta podendo ser um questionamento que, se devidamente elaborado pelo professor, passa a constituir um verdadeiro desafio ao estudante. A ausência de questionamento é concebida, muitas vezes, como um obstáculo na construção do saber e sua presença aparece como um dos aspectos positivos, tanto na ação do professor como na dos estudantes (COELHO; KOHL; DI BERNARDO, 2002).

Giordan e Vecchi (1996) consideram essenciais, portanto, criar situações científicas perturbadoras caso se deseje ir mais adiante à construção do saber. Para esses autores, é por meio de questionamentos que o estudante seleciona as informações que apreende. Essa atividade cria uma filtragem da realidade; por meio dela é que o discente extrai as informações que aprende (GIORDAN; VECCHI, 1996).

Para isso, os conhecimentos prévios são fundamentais na construção de novos significados, portanto pode-se admitir que diante de um novo conteúdo o estudante elabora uma representação, utilizando os conhecimentos prévios que lhe permitam atribuir a esse conteúdo algum grau de significado. Zabala (1998) afirma que para poder estabelecer vínculos entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios, é preciso determinar interesses e motivações, para gerar um ambiente em que seja possível que os estudantes se abram, façam suas perguntas e comentem o processo.

Friggi e Chitolina (2018) relatam e discutem em seu trabalho o ensino do processo de separação de misturas através de situações-problema e atividades experimentais investigativas a partir das concepções prévias dos estudantes. Para Ausubel (1982), esta forma de interação do conhecimento prévio com o conhecimento novo provoca uma interação na estrutura cognitiva do estudante, que ele descreve como aprendizagem significativa. Segundo o autor, quando o estudante relaciona um novo conhecimento a um já existente, denominado subsunçor; e, dessa forma, ganha significado, através de uma interação não-literal e não arbitrária, os novos conhecimentos adquirem sentido para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

Moreira (2006) explica que subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto, seja por recepção ou por descobrimento. Assim, a atribuição de significados aos novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com estes. Este subsunçor pré-existente pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode estar mais ou menos diferenciado, e, com isto, ser mais ou menos elaborado em termos de significados. Contudo, como o processo é interativo, quando o subsunçor servir de ideia âncora para um novo conhecimento, ele próprio se modifica adquirindo novos sentidos e interpretações.

Friggi e Chitolina (2018) afirmam que durante a realização das atividades experimentais foi possível observar importantes contribuições no ensino e na aprendizagem dos estudantes. Dentre elas, pode-se citar: o caráter motivador na tentativa de despertar a

atenção dos estudantes; a iniciativa pessoal e a tomada de decisões no momento que os estudantes foram instigados a pesquisar; propor hipóteses e fornecer explicações para realização da atividade ou nos fenômenos observados durante a realização do experimento; criatividade na construção de materiais alternativos que foram empregados no desenvolvimento dos experimentos; aprender e compreender conceitos científicos e detectar e corrigir eventuais erros conceituais antes e após a realização das atividades experimentais.

Em relação às atividades experimentais desenvolvidas, mesmo havendo um espaço destinado para a realização de atividades laboratoriais na escola, a falta de materiais e equipamentos não impediu a execução das atividades propostas. Ao contrário, a elaboração dos materiais alternativos, além de estimular a criatividade dos estudantes, permitiu demonstrar que é possível sim realizar atividades experimentais sem materiais e equipamentos específicos de laboratórios de química. De acordo com Silva *et al* (2009), uma vez que revistas sobre Educação em Ciências contêm, frequentemente, experimentos com materiais de baixo custo sobre diferentes temáticas que contemplam diversos conteúdos é incoerente justificar o pouco uso de atividades experimentais pela falta de recursos.

Faria (2007) defende o modelo didático de formulação de perguntas como uma estratégia para promover nos estudantes uma aprendizagem mais reflexiva e, desse modo, tornar os conhecimentos prévios ativados e explícitos para o coletivo da sala de aula. Com isso não só o estudante identifica suas próprias ideias, mas também o professor que torna esses conhecimentos mais explícitos para a sala de aula, para serem negociados entre professor/aluno e aluno/aluno. Uma das funções das perguntas do professor no decorrer do discurso na sala de aula é promover nos estudantes uma reflexão sobre o próprio conhecimento. Esse processo reflexivo sobre o próprio conhecimento costuma ser chamado de metacognição.

De acordo com Vygotsky (1989) e Lorencini Jr. (2000, p. 47-48), “os conceitos cotidianos são extraídos geralmente da busca de regularidades e constantes no comportamento dos objetos, os conceitos científicos são, na verdade, o produto da reflexão que fazemos sobre nossas ideias a respeito do comportamento dos objetos”. É relevante o papel do professor como mediador na aprendizagem e na ajuda da metacognição, pois por meio das perguntas ocorre maior elaboração cognitiva dos conceitos científicos.

García-Martínez *et al.* (2018) destacam, em sua pesquisa, uma proposta didática inovadora relacionada às transformações de matéria e energia, baseada em uma atividade diária realizada na cozinha. A preparação de alimentos, tendo como objetivo aproximar a

ciência do ambiente cotidiano dos estudantes, além de promover a igualdade de gênero, coloca lado a lado meninos e meninas na atividade Ato de Cozinhar. Para Pinto Cañon (2004) e García-Martínez *et al.* (2018), a abordagem da Ciência para a vida cotidiana mostra ao estudante o alto grau de envolvimento no ambiente e facilita seu aprendizado através do uso de exemplos ou tarefas familiares. Esta relação entre ciência e vida cotidiana com a finalidade de responder às necessidades e interesses dos estudantes é o que Caamano (2011) chama de contextualização da Ciência, a qual dá sentido aos conceitos, promovendo a motivação e a aprendizagem extensiva que envolve aspectos cognitivos.

Para Varela e Souza (2018), o conhecimento da Química Experimental se torna uma realidade próxima se o professor tem a concepção de que a aprendizagem de Química pode acontecer em diversos lugares, enfatizando a cozinha, pois o conhecimento de Química se torna melhor quando se une teoria e prática.

Já Bernardelli (2004), refere que a relação de parceria dos professores e estudantes precisa ser mantida para que o aprendizado mútuo venha a acontecer e o encanto na ministração dos conteúdos precisa ser feito com criatividade, de forma intuitiva, otimista e feliz, o que faz com que os estudantes assimilem com mais facilidade.

Oliveira (2010) entende que a experimentação pode contribuir de diferentes maneiras na formação dos estudantes. A primeira forma é motivá-los e chamar sua atenção para atividades propostas, conseguindo uma melhor participação dos estudantes nas aulas; viabilizar o trabalho em grupo, pois o mesmo proporciona uma melhor interação entre os estudantes assim como também estimula algumas competências como a divisão de tarefas, responsabilidades com o grupo e negociação de ideias, respeitando a opinião do outro. Também ajudará fazendo com que os estudantes se posicionem e tomem decisões. “Quando instigados a pesquisar e propor hipóteses para a solução de problemas ou a pensar e fornecer explicações para os fenômenos observados nos experimentos, os alunos são estimulados a tomar decisões e expressar suas ideias para outras pessoas” (OLIVEIRA, 2010, p.142).

Para atingir esses fins foram utilizadas atividades práticas e o uso de tecnologias da informação e comunicação (TICs), contextualizadas no campo da culinária e realizadas em um ambiente recreativo e igualitário. Acredita-se que aulas que contemplam recursos tecnológicos são mais dinâmicas, agradáveis, atrativas e podem conquistar a atenção dos estudantes. Em um mundo conectado à tecnologia é imprescindível que o professor supere seus medos e as barreiras que o impedem de utilizar esse recurso. Vivemos na era da

informação e, portanto, deve-se vislumbrar uma educação para tal. E para que isso ocorra é necessário entender que: “[...] educar para a era da informação não significa apenas preparar o indivíduo para a apropriação da tecnologia e sua aplicação para melhorar o ensino (MORAES, 1997, p. 23)”. Nesse contexto, concorda-se com o posicionamento de Moraes (1997) e García-Mar Martínez et al. (2018), pois para que a educação na era da informação aconteça tanto professores quanto estudantes deverão se propor a novas formas de ensinar e aprender e a procurar novos meios para que isso se concretize.

O trabalho de Toledo e Ferreira (2016) se propôs em demonstrar como é possível elaborar e testar modelos experimentais evitando erros básicos, os experimentos utilizados como modelo pretendiam simular o efeito estufa. Esse assunto foi escolhido porque, apesar de estar constantemente presente nas discussões, tanto na mídia quanto no sistema de ensino, não faz parte da ciência normal segundo os pressupostos de Kuhn (1998), já que devido a suas controvérsias não há uma concordância da comunidade acadêmica e, portanto, é importante para a discussão da atividade investigativa.

Para que esses modelos sejam testados, é preciso superar a visão reducionista da experimentação de que as hipóteses podem ser testadas e provadas através da verificação, pois isso leva a uma visão simplista e absoluta da natureza das hipóteses científicas e da teoria da atividade experimental, contribuindo para que os estudantes tenham uma visão deturpada da Ciência e do conhecimento científico como se este estivesse na natureza pronto para ser descoberto (CACHAPUZ *et al.*, 2005). Pois, para Toledo e Ferreira (2016), quando o experimentador, ingênuo, na primeira execução do experimento obtém dados que corroborem suas hipóteses, ele se sente satisfeito e finaliza sua investigação. Esse comportamento é equivocado, pois um bom modelo não deve apenas reproduzir o desejado, mas também resistir a testes. Assim, a situação ideal é que o experimentador repita o procedimento garantindo a reprodutibilidade e teste sua hipótese variando os parâmetros pertinentes.

Para tanto, Toledo e Ferreira (2016) descrevem os princípios básicos gerais para se elaborar um modelo experimental consistente, seja do efeito estufa ou outro qualquer. Inicia-se com uma situação problema, portanto o primeiro passo é realizar uma pergunta. Em vez de solicitar que os estudantes simulem o efeito estufa, o professor deveria elaborar uma questão em posse dos conhecimentos teóricos mínimos necessários; o segundo passo é a elaboração da hipótese ou hipóteses. O terceiro passo é o teste da hipótese. Porém, para testá-la, é preciso planejar a forma de se chegar aos dados e quais os tipos de dados que se pretende obter, como, por exemplo, temperatura, concentração, pH, pois caso haja falha neste momento os resultados podem não ter utilidade alguma para o objetivo visado.

O planejamento da coleta de dados inicia-se com novas perguntas, pois a hipótese inicial, apesar de nortear o sistema, não dispensa questões capazes de delimitar o aparato experimental. Posteriormente, desenha-se a estrutura do experimento a ser realizado, levantando suas variáveis e decidindo o tipo de dado que se pretende mensurar. Assim, por meio do conjunto de variáveis, são determinadas aquelas explícitas do sistema. Nesse ponto, inicia-se a montagem do experimento com posterior coleta de dados e, então, com os dados em mãos é possível ainda chegar a duas situações: 1) dados corroboram com a hipótese; 2) dados discordam da hipótese.

Quando os dados discordam da hipótese, o experimentador se vê diante de dois caminhos. O primeiro consiste em reformular sua hipótese podendo considerá-la falsa e o segundo consiste em submeter a teste seu arranjo experimental, verificando se as variáveis e todo o aparato utilizado são adequados à proposta visada.

Assim, esses são os princípios básicos gerais para se elaborar um modelo experimental consistente. Não os levar em consideração pode implicar em premissas falsas que, conseqüentemente, levarão a resultados equivocados.

Ainda reforçando as ideias de Toledo e Ferreira (2016) a literatura indica que experimentos de natureza investigativos são mais bem-sucedidos, pois esta abordagem não apenas se qualifica como motivadora, mas está correlacionada com um ganho em habilidades cognitivas de alta ordem (SUART; MARCONDES, 2008). Goi e Santos (2018) argumentam que o uso de atividades investigativas resultou em uma melhora na comunicação dos estudantes que, muitas vezes durante as aulas eram estudantes que não participavam efetivamente das discussões.

Mori e Curvelo (2018) fazem um estudo sobre os compromissos teóricos da Experimentoteca com o ensino por investigação e como estes são acompanhados de esforços práticos por parte de seus idealizadores e seus usuários, visando a realização desse tipo de atividades experimentais. A Experimentoteca é um projeto desenvolvido pelo Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP), que busca prover às escolas da Educação Básica com materiais para o ensino experimental. Atualmente encontra-se disseminada para mais de 30 universidades, museus e centros de ciências nas cinco regiões do Brasil. Desempenha um importante papel no desenvolvimento do ensino por investigação, pois, segundo Guimarães (2009), a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação dos problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação.

A inserção de atividades experimentais investigativas no Ensino de Ciências, da Educação Básica, mostrou-se uma estratégia eficiente no processo de aprendizagem dos estudantes, constata-se isso por meio da análise de literatura dos artigos citados. Percebe-se que os estudantes envolvidos são colocados em situação de realizar pequenas pesquisas, combinando simultaneamente conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

A revisão de literatura realizada em artigos acadêmicos sobre a temática Experimentação no Ensino de Ciências, publicados em periódicos da classificação Qualis Capes A1, A2 e B1, no período de 2010 a 2019, permitiu investigar e categorizar a natureza dos trabalhos apresentados, tornando possível considerar a Experimentação Investigativa no ponto de vista construtivista, que entende a ciência como uma atividade humana dependente do contexto, uma temática ainda pouco difundida no Ensino de Ciências no Brasil em virtude do pequeno número de trabalhos identificados nos periódicos brasileiros. Observa-se que na Espanha essa temática é mais abordada já que dos 22 artigos analisados, 14 eram do periódico *Enseñanza de las Ciencias*, da Espanha, escritos, na maioria por estudiosos espanhóis que desenvolvem atividades e Experimentos Investigativos. Justificando assim, o que a literatura já aponta, relativo aos contextos políticos vivenciados em determinados períodos, em que tendências positivistas e progressistas determinam a forma de investigação no Ensino de Ciências.

Ao analisar a categoria de Experimentação Investigativa na formação inicial e continuada de professores, mesmo sabendo que ainda é pouco difundida nos cursos de licenciatura e durante a formação continuada, pode-se destacar que há uma tendência por parte de grupos de professores no meio acadêmico em investir nessa abordagem. Eles o fazem pelas aulas, grupos de estudo, participação em Programas da Capes como Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência-PIBID e o Programa Residência Pedagógica, produção de artigos e em cursos de formação com professores da Educação Básica. Isso faz com que o EI seja uma estratégia didática em que os professores deixam de simplesmente fornecer conhecimentos aos estudantes, que passam a ser mais ativos, e não meros receptores de informações.

No que se refere à análise Experimentação Investigativa na Educação Básica, pode-se verificar que é uma metodologia que está sendo implementada. O ensino com base na investigação possibilita o aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos estudantes, e também a cooperação entre eles, além de possibilitar que compreendam a natureza do trabalho científico. Pois, para Ferreira e Goi (2018, p. 26), à medida que o

professor promove a interação discursiva com os alunos, estes vão tomando consciência do processo de construção do conhecimento científico por meio de sua reflexão.

Para tanto, a partir da revisão de literatura realizada, espera-se que a Experimentação Investigativa seja uma estratégia metodológica presente no Ensino de Ciências, uma vez que a mesma desenvolve as potencialidades investigativas dos estudantes, promovendo uma educação científica voltada ao desenvolvimento cognitivo, social e da autonomia na construção de seu conhecimento. Por fim, possibilitando-lhe uma leitura mais elaborada da realidade por meio do Ensino de Ciências.

3 METODOLOGIA E CONTEXTO DA PESQUISA

Foi utilizada a pesquisa quanti-qualitativa, aspectos quantitativos baseados na verificação estatística de uma hipótese a partir de dados concretos e quantificáveis e a qualitativa em observações e análise de sentimentos, bem como as diversas formas de percepções, intenções, comportamentos, assim como outros itens de natureza subjetiva, possuindo abordagens diferentes e complementares. Conforme Santos Filho (1995), estudiosos como Gage e Shulman defendem que as várias abordagens de pesquisa são igualmente legítimas e não estão em conflito necessário. Por isso, argumentam que a complementaridade deve ser reconhecida, considerando os distintos e mais variados objetivos da pesquisa nas ciências humanas, cujos propósitos não podem ser alcançados por uma única abordagem. No campo filosófico atento ao nexos entre qualidade e quantidade, Gramsci (1995,p. 50) argumenta:

Afirmar, portanto, que se quer trabalhar sobre a quantidade, que se quer desenvolver o aspecto “corpóreo” do real, não significa que se pretenda esquecer a “qualidade”, mas, ao contrário, que se deseja colocar o problema qualitativo da maneira mais concreta e realista, isto é, deseja-se desenvolver a qualidade pelo único modo no qual tal desenvolvimento é controlável e mensurável.

Dessa forma, entende que nas condições da vida humana a “qualidade está sempre ligada à quantidade” (GRAMSCI, 1995, p. 51). Portanto, as abordagens quantitativas e qualitativas tratam de fenômenos reais, atribuindo sentido concreto aos seus dados.

A abordagem qualitativa segundo Minayo e Sanches (1993) trabalha com valores, representações, atitudes e opiniões, buscando aprofundar a complexidade de fenômenos ou fatos. Conforme Godoy (1995), a pesquisa qualitativa não procura enumerar os eventos estudados e nem sempre emprega o instrumental estatístico na análise dos dados. Ela parte de problemas ou focos de interesse amplos e estes vão se definindo à medida que o estudo se desenvolve, ademais, busca a utilização de dados descritivos num processo interativo entre o pesquisador e a situação estudada.

Foi uma pesquisa participante, que conforme Brandão (1998, p. 43) é definida como sendo “a metodologia que procura incentivar o desenvolvimento autônomo (autoconfiante) a partir das bases e uma relativa independência do exterior”. Marconi e Lakatos (2003) classificam a pesquisa participante enquanto pesquisa exploratória, devido a mesma se tratar de um processo de investigação de pesquisa empírica, na qual o objetivo se encontra na

formulação de questões ou de um problema, onde se apresenta três finalidades: (i) hipóteses; (ii) aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno; (iii) realizar uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e clarificar conceitos.

3.1 Contexto escolar e público alvo

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado por meio de intervenções nas aulas da própria pesquisadora, no nono Ano do Ensino Fundamental de Tempo Integral, durante o segundo trimestre letivo de 2022, realizados em uma escola técnica Integral da rede pública de ensino na zona rural do município de Caçapava do Sul, RS. No decorrer dessas aulas foram aplicados três blocos de Experimentos Investigativos associados à temática Eletricidade na componente de Meio Ambiente, a qual faz parte das componentes da parte diversificada do Ensino Fundamental de tempo integral, conforme Rio Grande do Sul (2021). A componente Meio Ambiente tem o propósito de capacitar os estudantes para tomar decisões e atuar de forma crítica e reflexiva em relação aos problemas ambientais e suas soluções possíveis, na vida em sociedade, sendo a temática Eletricidade uma delas.

Participaram da pesquisa adolescentes que se encontram na faixa etária entre 14 e 17 anos. As atividades foram realizadas no ambiente escolar, no turno da manhã, durante o período de 6 semanas de aula no segundo trimestre de 2022.

A referida escola tem seu currículo organizado em regime seriado anual atendendo estudantes das séries finais do Ensino Fundamental, do Ensino Médio Regular, do Médio Integrado ao curso Técnico em Agropecuária, pós-médio e concomitante também em Agropecuária.

Possui cerca de 300 estudantes regularmente matriculados que frequentam a escola nos turnos da manhã e tarde sendo que 24 destes estudantes residem na escola em regime de internato (PPP, 2016).

Além das atividades desenvolvidas em sala de aula e em outros espaços disponíveis nas dependências da escola, na busca de uma formação mais eficiente, os professores investem em abordagens baseadas na interação, no diálogo e no trabalho colaborativo, realizando atividades em outros espaços ou elaborando e desenvolvendo projetos de pesquisa.

Construída em uma área com aproximadamente de 80 hectares, a escola abriga em seus prédios os setores administrativo e pedagógico, salas de aula, laboratórios, salão de eventos, refeitório e alojamento para os estudantes internos (PPP, 2016).

Possui laboratórios vivos, isto é, áreas destinadas para o cultivo de arroz, milho e

pastagens; pomar, horta e estufas de plantas, viveiro de árvores nativas, aviário e pocilga e ainda rebanhos de gado e ovelhas (PPP, 2016).

3.2 Instrumentos utilizados

A produção dos dados de análise, foi realizada por meio de fotos, gravações de áudio e vídeo das aulas e dos relatórios produzidos pelos sujeitos de pesquisa e dos questionários tipo Likert (Apêndices B e C) respondidos pelos estudantes, no início e final do processo de implementação da atividade, nos quais buscou-se conhecer os conhecimentos dos estudantes sobre o conteúdo que foi trabalhado e avaliação do trabalho desenvolvido. Também destaca-se as opiniões dos estudantes quanto à metodologia da Experimentação Investigativa. Para usar esses dados, os responsáveis dos estudantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que está no Apêndice A deste trabalho.

3.3 Percurso Metodológico das Implementações

A implementação da proposta didática apresentada neste trabalho foi no modelo presencial e seguiu a seguinte organização metodológica:

Apresentação da temática. Neste primeiro momento os estudantes foram convidados a reconhecer de forma geral aspectos referentes ao assunto. Juntamente a esta abordagem foram realizados questionamentos, previamente elaborados pela professora pesquisadora, com a finalidade de verificar o conhecimento prévio dos estudantes sobre a temática em discussão, os quais serviram como norteadores deste trabalho.

A segunda etapa das estratégias metodológicas que foram utilizadas, constituiu-se na abordagem do conteúdo relacionando-o com a temática.

A terceira etapa da implementação metodológica constituiu-se na execução dos experimentos, em grupo, do blocos de Experimentos, os quais geraram os procedimentos investigativos descritos no próximo tópico.

3.4 Procedimentos Investigativos

A proposição dos experimentos foi organizada considerando a sequência didática utilizada por Zuliani e Ângelo (2001) e adaptada para este trabalho. Desta forma, a

investigação acerca dos Experimentos, basearam-se nos procedimentos detalhados no quadro abaixo:

Quadro 2- Procedimentos Investigativos

- Aplicação do questionário inicial
- Apresentação da temática de forma geral, motivação para a tarefa e conteúdos necessários para sua compreensão.
- Proposição de três blocos de Experimentos Investigativos, nos quais os estudantes foram orientados a formular estratégias e hipóteses, através da reflexão sobre a temática, levando-os a possíveis soluções. Nesta etapa, instalou-se um processo de pesquisa e preparação de atividades práticas.
- Socialização das estratégias elaboradas durante a realização do Experimento. Nessa fase, foram discutidas as ações desenvolvidas pelos estudantes, assim como, suas conclusões e críticas sobre o processo investigativo. Essa etapa foi apresentada pelos grupos aos demais colegas.
- Execução das atividades elaboradas.
- Socialização e análise das estratégias adotadas pelos grupos. Este momento foi relevante para que os estudantes possam refletir sobre as ações realizadas, tendo a possibilidade de reformular suas estratégias.
- Aplicação do questionário final.

Fonte: Adaptado de Zuliani e Ângelo (2001)

Esta sequência didática foi utilizada visando possibilitar que o trabalho ocorresse com uma sequência que foi considerada adequada para esta implementação. Ao todo utilizou-se em torno de 18 horas para a implementação, totalizando 12 encontros.

3.5 Método de Análise

O instrumento metodológico utilizado para análise dos dados foi a Análise de Conteúdo, que segundo Bardin (2011, p.24) “é um conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais sutis em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a discursos”, ou ainda “uma técnica de investigação que tem por finalidade a descrição objetiva, sistemática e recorrente do conteúdo manifesto da comunicação” (BARDIN, 2011, p.24).

A análise de conteúdo possibilita diferentes modos de conduzir o processo. São diferentes possibilidades que esta metodologia oferece. Uma destas possibilidades refere-se à opção que o investigador pode fazer quanto ao tipo de conteúdo que se propõe a examinar. (MORAES, 1999)

A aplicação dessa técnica de análise de conteúdo mostra-se como uma útil ferramenta para a interpretação dos relatórios de avaliação contínua, bem como para o diário comapontamentos do professor.

3.6 Experimentos Implementados

A seguir estão elencados, nos quadros abaixo, os experimentos aplicados e a ficha de trabalho que os estudantes responderam após realizar cada uma das atividades investigativas.

Quadro 3- Bloco de Experimento 1

(continua)

Criando Raios	
Situação-Problema	<p>Segundo informação do site G1, descobrimos um fato que nos deixa perplexos. A passagem de uma tempestade de raios chamou a atenção de vários moradores de Londrina, no norte do Paraná, na noite de sábado, 2 de janeiro de 2021. O fenômeno foi registrado entre 19h30min e 20h30min e não foi acompanhado de chuva. Conforme uma moradora entrevistada o céu estava limpo e estrelado, apenas uma nuvem se estabeleceu sobre o município emitindo raios e relâmpagos.</p> <p>Assim como em Londrina, nuvens carregadas de relâmpagos também foram vistas em Guarapuava, Pitanga, na região Central do estado, Roncador, Maringá, Assaí, Cornélio Procópio, São Sebastião da Amoreira, Porecatu, Bandeirantes, Santa Maria do Oeste, na região norte do estado, e em Campo Mourão, no centro-oeste.</p> <p>Agora, se não há mais nuvens ou chuva no céu da região, como é possível ocorrer tempestades? Quais fatores influenciam a formação de relâmpago? Você poderia nos ajudar?</p> <p>Agradecemos por sua colaboração.</p>  <p>Foto: Liara Albertoni https://g1.globo.com/pr/norte-noroeste/noticia/2021/01/03/tempestades-de-raios-impressionam-moradores-do-norte-do-parana-veja-videos-e-fotos.ghtml</p>
Conceitos	Energia Eletrostática e Eletrização.
Materiais	Balão, papel, alumínio, cartolina, plástico, bandeja de metal para fazer pudins, copo de plástico (para café), cola, poliestireno (isopor), meias grossas de algodão.

Quadro 3: Bloco de Experimento 1

(conclusão)

Desenvolvimento	<p>1- Começamos apresentando a situação do problema que surge: a água conduz corrente elétrica? Por que ocorrem as tempestades? E os raios?</p> <p>2- Depois de analisar o desafio / problema que enfrentamos, criamos um espaço de diálogo para abordar o conceito de energia eletrostática e eletrização, experimentando com balões inflados e pequenos pedaços de materiais, se quando atritados, adere ou não os materiais ao balão? Se aproximarmos da parede? Se aproximarmos um balão do outro? Se aproximarmos de latinhas de refrigerante e de uma torneira ligada?</p> <p>3- O grupo irá projetar um experimento que demonstrará a formação dos raios, o qual será compartilhado com a turma para que se leve em consideração a ideia dos grupos, para que no final se tenha um único experimento.</p>
------------------------	--

Fonte: Adaptado de Greca e Prusiel (2018)

Quadro 4- Ficha de Trabalho do Bloco de Experimento 1

(continua)

FICHA DE TRABALHO		
Nome:		Turma:
1-O material que expomos o balão influencia?		
MATERIAL	HIPÓTESES	RESULTADOS
Papel		
Cartolina		
Plástico		
Alumínio		
2- O balão adere ou não na parede?		
MATERIAL	HIPÓTESES	RESULTADOS
Balões Normais		
Balões Esfregados		
3- Os balões ficam juntos ou separados? Isso afeta o fato de ambos os objetos serem eletricamente carregados?		
OBJETO	HIPÓTESES	RESULTADOS
Balões Normais		
Balões Esfregados		

Ficha de Trabalho do Bloco de Experimento 1

(conclusão)

4-Agora tente colocar um papel entre os dois balões carregados. Vai acontecer alguma coisa?		
OBJETO	HIPÓTESES	RESULTADOS
Balões + Papel		
5-A distância entre os dois objetos (balão+lata) influencia?		
DISTÂNCIA	HIPÓTESES	RESULTADOS
Longe		
Médio		
Perto		
Muito Perto		
6-Influencia o fato dos materiais que expomos ao balão serem sólidos?		
TORNEIRA ABERTA	HIPÓTESES	RESULTADOS
Muito Aberta		
Médio		
Pouco Aberta		

Fonte: Autora (2023)

3- Experimento Criação de Raios Sugestões de Material

Bandeja de metal para fazer pudins;Copo de plástico (para café); Poliestireno (isopor); Meias grossas de algodão.

Local: sala escura**Resultados**

O que ocorreu?

Saberiam explicar por que ocorreu o raio?

Quadro 5- Relatório Bloco de Experimento 1

Relatório	
Problema	Hipóteses
Por meio de qual situação você identificou o problema? Quais foram as perguntas da pesquisa?	Quais foram as hipóteses, por quê?
Experimento	
Que experimento você fez?	Que tabela ou gráfico foi elaborado?
Resultados e Conclusões	
Que conclusões chegaram? Você acha que observar e fazer as perguntas iniciais ajudou a tirar as conclusões finais? Por quê?	As hipóteses estavam corretas? Como verificou? Que conceitos científicos você aprendeu? Eles correspondem às suas ideias iniciais?

Fonte: Autora (2023)

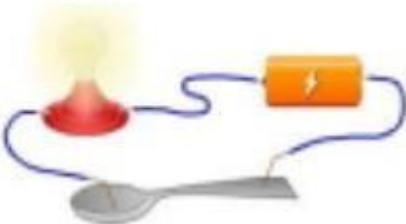
Quadro 6: Bloco de Experimento 2

Eletricidade e Condução Elétrica	
Situação-Problema	<p>Segundo notícias do site G1 de 13/08/2008, mãe e filha de quatro meses morreram após levar um choque elétrico em um secador de cabelos. O acidente aconteceu em Tubarão (SC), no banheiro da casa da família.</p> <p>Familiares acreditam que o secador tenha caído na pia com água e, ao pegá-lo, a mulher recebeu a descarga elétrica que também atingiu a filha.</p> <p>Uma estudante da turma, em suas pesquisas, viu que a água não é condutora. No entanto, ao ler essa notícia indagou-se: O que então acontece com a água?</p> <p>Ajude a estudante a entender o que ocasionou o choque.</p>
Conceitos	Circuitos elétricos em série e paralelo, materiais isolantes e condutores.
Materiais	Cabos, lâmpadas, pilhas e água (potável, destilada e com diferentes concentrações de sal).
Desenvolvimento	<p>1-Começamos analisando em um grande grupo a situação problemática que surge: a água conduz corrente elétrica? (continua)</p> <p>2-Após analisar o desafio / problema apresentado, proporciona-se um momento de discussão sobre circuitos elétricos em série e paralelo, materiais isolantes e condutores.</p> <p>3-Pensamos e desenhamos um circuito elétrico.</p> <p>3- Desenhamos um novo circuito elétrico incluindo os materiais fornecidos (bateria, lâmpada e cabo).</p> <p>4- Analisamos os elementos que compõem os circuitos e suas características.</p> <p>4.1-Materiais condutores e isolantes: Fazemos uma chuva de ideias de quais materiais podem ou não substituir o cabo elétrico do circuito, definimos as hipóteses e verificamos se são adequados ou não por meio de experimentação e focamos na análise de água (potável, destilada e com diferentes concentrações de sal). Uma vez terminado, analisamos os resultados e tiramos conclusões.</p> <p>4.2-Tipos de baterias: criamos dois (ou mais) circuitos iguais, mas conectados a baterias diferentes e definimos as hipóteses. Registramos e analisamos os resultados e tiramos conclusões.</p> <p>4.3-A ligação entre as lâmpadas: construímos um circuito em série e outro em paralelo e modificamos alguns dos seus elementos (por exemplo, desligamos uma das lâmpadas) e depois de prever o que pensamos que vai acontecer verificamos e raciocinamos o que acontece. Comparamos as conclusões tiradas com as circunstâncias cotidianas.</p>

Adaptado de Greca e Prusiel (2021)

Quadro 7: Ficha de Trabalho Bloco de Experimento 2

(continua)

FICHA DE TRABALHO		
Nome:	Turma:	
1-Desenhe como você construiria um circuito.		
2-Desenhe um novo circuito elétrico incluindo os materiais fornecidos: bateria, lâmpada e cabo.		
3- Experimento Investigativo		
3.1 Que outros materiais podemos usar em vez do cabo? A lâmpada acende com todos os materiais?		
		
Material	O que você acha que vai acontecer?	O que aconteceu?

Quadro 7- Ficha de Trabalho Bloco de Experimento 2

(continuação)

3.2 E com a água? Posso formar um circuito e acender uma lâmpada elétrica? Qualquer tipo de água serve?



Tipo e Água	O que acha que vai acontecer?	O que aconteceu?

3.3 Por que se utilizam diferentes tipos de baterias?



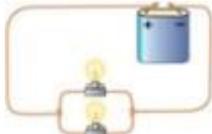
Experimento	O que você acha que vai acontecer?	O que aconteceu?
Dois circuitos iguais ligados a baterias diferentes		

3.4A maneira como se conecta as lâmpadas influencia?

Experimento	O que vai acontecer?	O que aconteceu?
<p>Como as lâmpadas irão brilhar em um circuito em série?</p>  <p>Circuito em série</p>		

Quadro 7- Ficha de Trabalho Bloco de Experimento 2

(conclusão)

O que acontece se quebrar uma lâmpada?		
<p>Como as lâmpadas irão brilhar em um circuito em paralelo?</p>  <p>Circuito em paralelo</p>		
O que acontece se quebrar uma lâmpada?		

Fonte: Autora (2023)

Quadro 8- Relatório Bloco de Experimento 2

Relatório	
Problema	Hipóteses
<p>Por meio de qual situação você identificou o problema? Quais foram as perguntas da pesquisa?</p>	<p>Quais foram as hipóteses, por que?</p>
Experimento	
Que experimento você fez?	Que tabela ou gráfico foi elaborado?
Resultados e Conclusões	
<p>Que conclusões chegaram? Você acha que observar e fazer as perguntas iniciais ajudou a tirar as conclusões finais? Porque?</p>	<p>As hipóteses estavam corretas? Como verificou? Que conceitos científicos você aprendeu? Eles correspondem às suas ideias iniciais?</p>

Fonte: Autora (2023)

Quadro 9- Bloco de Experimento 3

O Carro Sustentável	
Situação Problema	<p>Paulo mora em uma comunidade do interior de Caçapava do Sul e precisa, diariamente, ir trabalhar em outra comunidade que mesmo estando em linha reta leva muito tempo para chegar.</p> <p>Como não tem nenhum meio de transporte, Paulo quer a ajuda dos estudantes da Eterr g a fim de que o auxiliem criando um protótipo de um veículo que funcione no solo e que viaje o mais longe possível sem ter que manipulá-lo, uma vez que tenha inicializado. E que em sua construção em tamanho ideal, utilize materiais que Paulo possui ou possa obter facilmente para reproduzi-lo. Como poderemos construir este protótipo utilizando uma forma de energia sustentável para transformar em movimento do veículo e resolver o problema com o deslocamento de Paulo ao seu trabalho?</p>
Conceitos	Energia (transferência e transformações).
Materiais	Garrafas pequenas de plástico, tampas de garrafa, elásticos, bolas pingue-pongue, palitos de dente, cliques, silicone térmico, fita adesiva, papelão, balões e tesouras.
Desenvolvimento	<p>1- Para começar, apresentamos aos participantes a situação do problema indicando as limitações que temos e os requisitos que são necessários.</p> <p>2- Todas essas informações devem ser extraídas do texto e registradas.</p> <p>3- Depois de analisar o desafio / problema que enfrentamos, criamos um espaço de diálogo para abordar o conceito de energia, transferência e transformação, o que um veículo precisa para se mover? podemos obter essa energia? Essas questões podem ser o ponto de partida que orienta um processo de investigação mais profundo.</p> <p>4- Individualmente, cada membro do grupo irá projetar um protótipo que será apresentado em grupo. Este compartilhamento tem como objetivo de projetar um único protótipo que leve em consideração as ideias, materiais e planos de construção que considerem mais adequados. 5-Uma vez finalizada a construção do primeiro protótipo, cada equipe irá mostrar e explicar aos demais grupos a razão de seu projeto.</p> <p>6-Desta forma, quando todos apresentarem suas criações, as características podem ser avaliadas para que cada grupo possa aplicar as mudanças necessárias.</p>

Adaptado de Greca e Prusiel (2021)

Quadro 10: Ficha de Trabalho Bloco de Experimento 3

(continua)

FICHA DE TRABALHO					
Nome:		Turma:			
1-Limitações e requisitos?					
Qual é a necessidade?					
Quais requisitos têm que ter?					
Quais limitações você tem?					
Você verificou os materiais que possui?					
2- Cada membro do grupo deve desenhar como eles executariam seu protótipo e após compartilhar como grupo.					
3-Após compartilhar com o grupo desenhe o protótipo que você vai fazer e indique quais materiais você usará para atingir cada ponto. Você pode fazer vários desenhos indicando o que vai fazer em cada processo.					
4- Melhoramos?					
4.1 Primeira Tentativa					
R equisitos a avaliar	1 ponto	2 pontos	3 pontos	4 pontos	5 pontos

Quadro 10- Ficha de Trabalho Bloco de Experimento 3

(conclusão)

4.2 Segunda Tentativa					
R equisitos a avaliar	1 ponto	2 pontos	3 pontos	4 pontos	5 pontos

Fonte: Autora (2023)

Quadro 11- Relatório Bloco de Experimento 3

Relatório	
Problema	Hipóteses
Por meio de qual situação você identificou o problema? Quais foram as perguntas da pesquisa?	Quais foram as hipóteses, por quê?
Experimento	
Que experimento você fez?	Que tabela ou gráfico foi elaborado?
Resultados e Conclusões	
Que conclusões chegaram? Você acha que observar e fazer as perguntas iniciais ajudou a produzir as conclusões finais? Por quê?	As hipóteses estavam corretas? Como verificou? Que conceitos científicos você aprendeu? Eles correspondem às suas ideias iniciais?

Fonte: Autora (2023)

Pesquise outros protótipos de veículos que apresentem a estrutura e funcionamento semelhante ao protótipo em estudo.

3. 7 Produto educacional: página no *instagram* (Apêndice D)

A escolha em colocar o produto educacional em uma página denominada “*Módulo Didático: A Experimentação Investigativa no Ensino de Ciências*” ocorreu devido às adaptações que as instituições escolares tiveram que enfrentar diante da pandemia Covid-19, uma doença de alto contágio que afetou a população mundial. Em função disso, algumas medidas precisaram ser adotadas para conter o avanço do vírus, dentre elas o isolamento social. No estado do Rio Grande do Sul, o Decreto no 55.128, de 19 de março de 2020, estabeleceu normas orientando que apenas serviços essenciais poderiam funcionar, o que ocasionou mudanças no cenário da educação. Em função disso, houve um aumento do acesso de professores a ferramentas tecnológicas e a procura por meios interativos para facilitar e melhorar o desenvolvimento de suas aulas.

Assim o produto educacional destina-se a um público-alvo voltado a professores e estudantes que buscam por uma metodologia onde os envolvidos possam observar um fenômeno, levantar hipóteses e resolver experimentalmente um problema, de maneira que os conceitos de Ciências, mais específico os de eletricidade, venham ganhando sentido e sendo compreendidos pelos estudantes.

Para isso, utilizaram-se os recursos do *instagram* como o *feed* de notícias e os *stories*, os quais se pode divulgar *posts e ecards* explicativos sobre os experimentos, ou até mesmo lançar situações-problemas. Os *destaques* onde as melhores postagens podem ficar expostas em evidência, além do *direct e lives* que podem ser utilizados para discussões e *feedbacks*.

Salienta-se que o produto educacional ainda pode ser utilizado para outras temáticas, além de Eletricidade.

A seguir estão resumidas as seções, categorias e o que contempla em cada uma delas na página do Instagram, esta produção está detalhada no link: <https://instagram.com/experimentosinvestigativos?igshid=MzNINGNkZWQ4Mg==>, bem como na página do PPGEC- Mestrado profissional em Ensino de Ciências e no repositório da

biblioteca da Unipampa.

Quadro 12- Seções do APP “Experimentos Investigativos para o Ensino de Ciências”.

Seção	Categoria	O que contempla
Seção 1	Apresentação	Texto introdutório com o contexto que deu origem ao produto educacional.
Seção 2	Experimentação Investigativa	Texto explicando o que é a Experimentação Investigativa e sua importância para o desenvolvimento cognitivo e engajamento intelectual do aluno.
Seção 3	Recursos do <i>Instagram</i> para a Experimentação Investigativa	Explica como utilizar o <i>feed</i> de notícias, trazendo os Experimentos Investigativos aplicados, bem como suas análises. Outros recursos como <i>direct</i> , <i>hashtags</i> , <i>lives</i> e destaques.
Seção 4	Bibliografia Sugerida	Sugestões de referenciais bibliográficos
Seção 5	Considerações Finais	Relata o potencial da Experimentação realizada.

Fonte: Autora (2023)

4 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, abordar-se-á os resultados da aplicação da metodologia de Experimentação Investigativa no Ensino de Ciências com estudantes do Nono Ano do Ensino Fundamental. Analisa-se o resultado dos escores encontrados nas quatro categorias *a priori*, do Questionário Inicial realizado com os estudantes para se ter ideia da realidade que seria encontrada durante o percurso do trabalho. Em seguida, discute-se o desenvolvimento do mesmo mediante a análise das categorias *a priori* que foram elaboradas durante a implementação do trabalho em sala de aula, por fim, analisa-se as respostas apresentadas e seus impactos em cada uma das categorias previamente definidas para o Questionário Final.

Os questionários Inicial e Final foram analisados de acordo com a Escala Likert. Utilizou-se uma escala de 1 a 5 (1= DT Discordo Totalmente; 2= D Discordo; 3= NO Não tenho opinião ou indeciso; 4= C Concordo; 5= CP Concordo Completamente) indicando o grau de concordância dos estudantes sobre as questões. Os quadros apresentam o escore das respostas obtidas. A análise das respostas baseou-se no cálculo de Ranking Médio⁵ (RM), no qual a concordância dos informantes em cada item se aproxima dos valores extremos de 1 a 5, indicando ideias implícitas, conforme destacado na figura abaixo:

Figura 2: Fórmula para o cálculo do Ranking Médio

$RM = \frac{\sum (F_i \cdot V_i)}{NT}$	<p>RM = Ranking Médio</p> <p>F_i = Frequência observada (por resposta e item)</p> <p>V_i = Valor de cada resposta</p> <p>NT = Número total de informantes</p>
--	---

Para compor esta análise, quando os números variaram nas casas decimais, optou-se por escrever a análise arredondando os escores, ex. 3,68 está mais próximo de 4, logo usou-se o indicativo “concordo”.

⁵ O Ranking Médio (RM) tem por objetivo mensurar o grau de concordância dos sujeitos que responderam os questionários. Assim, é possível realizar a verificação quanto à concordância ou discordância das questões avaliadas, através da obtenção do RM da pontuação atribuída às respostas, relacionando a frequência das respostas dos respondentes. OLIVEIRA, Luciel. Ranking médio para escala Likert. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/producao-academica/ranking-medio-para-escala-de-likert/28/>. Acesso em: 03 jan. 2023.

4.1 Análise do Questionário Inicial

Na etapa inicial, que teve a duração de 45 min, os estudantes foram convidados a responder um questionário on-line, denominado Questionário Inicial (*google forms*) sobre como os mesmos enxergam as aulas de Ciências utilizando as atividades experimentais. A aplicação do mesmo deu-se de forma bem tranquila, em que individualmente, em seus celulares, responderam as questões. Aqueles alunos que não tinham celular ou não conseguiram se conectar à internet, logados pelos seus *e-mails*, responderam pelo *chromebook* da professora. Também foi distribuído um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos estudantes para que pedissem aos seus responsáveis para assinar, autorizando a participação no trabalho.

Para a análise do Questionário Inicial (Apêndice A) organizou-se os resultados por categorias *a priori*, sendo elas: **(i) Quanto à disciplina de Ciências; (ii) Quanto às aulas experimentais; (iii) Quanto aos relatórios das aulas experimentais de Ciências; (iv) Auto-avaliação.**

(i) Quanto à componente curricular de Ciências

A análise desta categoria tem por objetivo elucidar os anseios e desejos dos estudantes quanto à componente de Ciências vivenciadas ao longo de suas trajetórias escolares. Traz respostas sobre suas expectativas e como se sentem na presença desta componente curricular.

Na Tabela 2 estão elencadas as questões aplicadas que envolvem essa categoria.

Tabela 2- Quanto à componente de Ciências

Pergunta	Escore
É uma componente de fácil compreensão	4,24
Exige muito raciocínio	3,96
Dedico esforço para acompanhá-la	4,04
Participo com interesse das aulas	4,25
É uma componente que contribui significativamente para a minha vida e para a sociedade.	4,17

Fonte: autora (2023)

Analisando os valores apresentados por meio de um escore na escala Likert de 4,24, define-se que houve um valor bem expressivo que concordam ser uma componente de fácil compreensão, mas, com escore de 3,96, acreditam que ela exige muito raciocínio. Grande parte dos estudantes, com escore de 4,04, afirmam dedicar esforços para acompanhá-la e procuram participar com interesse da mesma, justificando esse interesse com o escore de 4,25. Os estudantes reconhecem, com escore de 4,17, que a componente de Ciências contribui significativamente para a vida e para a sociedade como um todo e que seu estudo possibilita relacionar às situações do dia a dia, trazendo uma maior compreensão e interesse pela mesma. Ao considerar esses valores, percebe-se que os estudantes reconhecem, que quando dedicam esforço e interesse às aulas, a componente é fácil de assimilar, justificando que não são muito habituados a atividades estimulantes. Além disso, reconhecem a importância da mesma para a compreensão do mundo que os cerca.

Segundo a BNCC (BRASIL, 2017), espera-se que a componente curricular de Ciências da Natureza venha possibilitar aos estudantes, um novo olhar sobre o mundo que os cerca, permitindo que façam escolhas e intervenções conscientes e pautadas nos princípios da sustentabilidade e do bem comum. Para isso, é necessário que os mesmos sejam estimulados e apoiados no planejamento e na realização cooperativa de atividades investigativas, bem como no compartilhamento dos resultados dessas investigações, pois para Laudan (2011, p.18) “a Ciência é, acima de tudo, uma atividade de solução de problemas” sempre com intuito em criar teorias com alta taxa de eficiência na Resolução de Problemas. E mesmo Laudan (2011) entendendo que outros moldes de conhecimentos também resolvem problemas, considera os modelos científicos mais eficientes.

Assim, a componente de Ciências deve possibilitar que essas atividades, não sejam realizadas em etapas predefinidas, tampouco se deter à mera manipulação de objetos ou realização de experimentos em laboratório. Mas sim por meio de questões que sejam desafiadoras e estimulem o interesse e a curiosidade científica dos estudantes, possibilitando definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções. Segundo Pozo e Crespo (2009, p. 47), o Ensino de Ciências tem como um de seus objetivos “[...] a prática de ajudar os alunos a aprender e fazer ciência, ou, em outras palavras, ensinar aos alunos procedimentos para a aprendizagem de Ciências”. Já que ainda para Pozo e Crespo (2009) deve-se manter viva a curiosidade natural que o estudante traz desde criança e enriquecê-la com o ensino de métodos adequados de aproximação à realidade.

(ii) Quanto às aulas experimentais

Nesta categoria objetivou-se conhecer a vivência dos estudantes em relação às aulas experimentais, como essa metodologia vinha sendo aplicada e se acreditavam no potencial de aprender por meio das aulas experimentais.

Na Tabela 3 estão as questões aplicadas e os escores encontrados.

Tabela 3- Quanto às aulas experimentais.

(continua)

Pergunta	Escore
Nas aulas de Ciências da Natureza são promovidas aulas experimentais.	4,60
As aulas experimentais são realizadas em diferentes espaços da escola.	4,32
As aulas experimentais são realizadas na sala de aula.	4,04
As aulas experimentais são realizadas em um laboratório de Ciências da Natureza.	2,32
Facilita a compreensão dos conceitos trabalhados em Ciências facilitando seu aprendizado.	3,96
Estão de acordo com minhas expectativas.	4,16
Sinto dificuldades em compreender as atividades experimentais.	2,88
Dedico total atenção ao desenvolvê-las.	3,96
As aulas práticas estimulam soluções para situações teóricas propostas.	4,04
Tenho a impressão que pouco contribui para a construção do conhecimento científico.	2,88
Gosto muito das aulas experimentais.	4,28
Sinto dificuldades em relacionar as práticas com as teorias científicas.	3,12
As aulas experimentais investigativas facilitam a compreensão de fenômenos que acontecem diariamente.	4,00
Experimentos investigativos simples fazem previsões explicativas sobre seus resultados.	3,68
Nos Experimentos Investigativos tem-se que usar estratégias para realizar o trabalho de forma eficaz.	3,64
As estratégias para resolver o experimento são organizadas em grupo.	4,24

Tabela 3- Quanto às aulas experimentais.

(conclusão)

As estratégias para resolver o experimento são ganizadas individualmente.	3,04
---	------

Fonte: Autora (2023)

Tendo em vista as características do trabalho pedagógico da escola, em que foi aplicada a pesquisa, voltado a metodologias ativas, obtém-se um escore de 4,60 concordando que ocorre a utilização da Experimentação nas aulas de Ciências. Trazendo ainda, com os escores 4,32 e 4,04, respectivamente, essas atividades acontecerem em espaços diferentes da escola ou na sala de aula, visto que a escola não possui laboratório de Ciências, justificando tal fato pelo escore de 2,32 discordando da questão referente às atividades serem realizadas no laboratório.

Pelo escore de 3,96, os estudantes aceitam que a aula experimental facilita a compreensão dos conceitos trabalhados nas aulas de Ciências, estimulando o aprendizado. No entanto, apresenta um escore de 2,88 considerando que os estudantes não têm uma opinião formada sobre essa assertiva. Tal resultado vem de encontro com Carvalho *et al.* (1995) que corroboram com Borges (2002), Suart *et al.* (2009) e Azevedo (2004) quando apontam que a utilização de experimentos promove a compreensão de conceitos, além de ser uma forma de levar o estudante a participar de seu processo de aprendizagem, fazendo com que o mesmo venha sair de uma postura passiva e comece a perceber e a agir sobre seu objeto de estudo, tecendo relações entre os acontecimentos do experimento para chegar a uma explicação causal acerca dos resultados de suas ações e interações.

Da mesma forma, os estudantes não tem opinião (2,88) se a Experimentação pouco contribui para a construção do conhecimento científico, assim como uma parte dos estudantes, escore de 3,12 não tem opinião sobre se sentem dificuldade em relacionar as práticas realizadas com as teorias estudadas. Mas que facilitam a compreensão de fenômenos que acontecem diariamente, com escore de 4,00, além de sentirem-se estimulados a procurarem soluções para situações teóricas propostas, com escore de 4,04. Corroborando dessa forma com Ferreira *et al.* (2010), Ward (2010), Zômpero e Laburú (2011) e Carvalho (2013), o professor deve considerar a importância de colocar os estudantes frente a um questionamento inicial adequado ao conteúdo, propiciando a construção do próprio conhecimento, essa situação-problema deve ser bem elaborada e é fundamental que esteja contida na cultura social dos estudantes, levando-os a realizar pequenas pesquisas, combinando, simultaneamente, conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Os estudantes realmente se identificam com aulas experimentais, pois na maioria deles responderam que gostam das aulas e atingem suas expectativas, com escores de 4,28 e 4,16. Boa parte deles, escore de 3,64 e 3,68 respectivamente, concordam que os Experimentos Investigativos buscam usar estratégias para realizar o trabalho de forma eficaz e afirmam que Experimentos Investigativos simples fazem previsões explicativas sobre seus resultados. A experimentação apresenta-se como alternativa metodológica para o Ensino de Ciências, permitindo que o estudante estabeleça relação entre teoria e prática, o que para Giordan (1999) tanto estudantes quanto professores veem a experimentação como uma metodologia que tem potencial e que promove, além da interação dos estudantes na sala de aula, uma aprendizagem relevante.

Atividades experimentais investigativas colocam o estudante como protagonista da sua própria aprendizagem, pois a característica dessa atividade é colocar o estudante participante do processo, investigando, interpretando, buscando soluções e desenvolvendo hipóteses. Cumprindo, desta forma, o verdadeiro sentido do Ensino de Ciências reafirmado por uma marca da proposta de Laudan (1986, p.114), trata-se da formulação da categoria chamada “tradição de investigação”, definida como um conjunto de compromissos ontológicos e metodológicos que vão orientar a pesquisa científica e o desenvolvimento de suas teorias específicas.

Com escore de 4,24 as estratégias para resolver o experimento foram apontadas como sendo as que são organizadas em grupo, o que para Malheiro e Fernandes (2015) o trabalho experimental investigativo tem como objetivo resolver um problema real, se constituindo em uma estratégia pedagógica com “potencial inovador, porquanto possibilita o trabalho em grupo, a pesquisa e a construção de novos conhecimentos e, por isso, potenciadora de aprendizagens mais amplas e significativas para os alunos” (MALHEIRO; FERNANDES, 2015, p. 80). E o grupo de estudantes não têm opinião com relação às estratégias organizadas individualmente, como mostra o escore de 3,04.

(iii) Quanto aos relatórios das aulas experimentais de Ciências

Com esta categoria objetivou-se identificar o nível de contato dos estudantes com a elaboração de relatórios, uma vez que, segundo Carvalho *et al.* (2005), as aulas experimentais exigem dos estudantes uma atenção redobrada aos fenômenos ocorridos durante a atividade, melhorando assim sua capacidade de observação, fundamental para que entendam todas as

etapas da atividade proposta e melhorem sua concentração. Uma das formas de estimular ainda mais o aperfeiçoamento de tal habilidade são por meio da solicitação, aos estudantes, de registros escritos sobre os eventos ocorridos durante a atividade, por meio de relatórios.

Na Tabela 4 estão as questões aplicadas e os escores encontrados.

Tabela 4- Quanto aos relatórios das aulas experimentais de Ciências

Pergunta	Escore
Auxiliam na compreensão do que foi realizado experimentalmente.	4,20
Tenho dificuldade na elaboração de relatórios.	3,20
Não tenho roteiro pré-estabelecido, eu mesmo(a) crio relatório.	3,24
A professora estabelece alguns pontos que devem constar no relatório.	4,08
A professora fornece todos os pontos que devem constar no relatório.	3,56
Para produzir o relatório, geralmente consulto outras referências daquelas utilizadas em aula, por exemplo, sites da internet.	4,04
Os relatórios não auxiliam na compreensão das aulas de Ciências.	2,72
Não gosto de seguir um roteiro, cada relatório faz de um jeito diferente.	3,24
Acho desnecessária a realização de relatórios após cada atividade experimental.	2,64
Os relatórios permitem uma melhor reelaboração dos conhecimentos apreendidos.	4,12

Fonte: Autora (2023)

A discussão acerca da realização de relatórios referente aos procedimentos e resultados da atividade experimental nas aulas de Ciências, foi corroborada quando à questão que aponta os relatórios como auxílio na compreensão do que foi realizado experimentalmente e a que se refere aos relatórios permitindo uma melhor reelaboração dos conhecimentos apreendidos, obtiveram um escore favorável de 4,20 e 4,12, respectivamente. Tal conclusão vem de encontro com Ferreira *et al.* (2021) que defendem que os relatórios favorecem a interpretação tornando possível o acesso à novos conhecimentos por meio da interpretação dos dados, gerando reflexão e a multiplicação dos mesmos.

Com um escore de 2,72 e 2,64 respectivamente, sem uma opinião formada sobre se as atividades experimentais auxiliam ou não às aulas de Ciências e achar desnecessária a realização de relatórios após cada atividade experimental.

Com um escore de 4,04 os estudantes afirmam que para produzir o relatório, geralmente consultam outras referências daquelas utilizadas em aula, por exemplo, sites da internet. Considerando tais aspectos, Ferreira *et al.* (2021) defendem que os relatórios de atividades experimentais podem servir como instrumento de aprendizagem de diversos saberes: propiciam possivelmente o primeiro contato dos estudantes com textos científicos, com sua estrutura e linguagem característica; propiciando a realização de pesquisas bibliográficas.

Quanto ao formato de relatório exigido, as opiniões ficaram divididas em escores de 4,08; 3,56 e 3,24 respectivamente. Concordam que a professora estabelece alguns pontos que devem constar no relatório e não tem opinião quanto a importância em fornecer todos os pontos que devem constar no relatório ou não ter um roteiro pré-estabelecido, em que o estudante mesmo cria o relatório. Mostrando que não há uma forma muito definida de como o relatório é cobrado por parte do professor, mesmo que seja importante, pois para Tonidandel (2008) em suas discussões afirma que a escrita científica se manifesta sob diversas formas: inscrições literárias, confecção de artigos, papers e relatórios. Para ela (TONIDANDEL, 2008, p. 31), as atividades científicas de pesquisa, deve haver um gênero predominante no esquema de relatórios e artigos (introdução, métodos, resultados e discussão), orientando, dessa forma, a escrita científica e estabelecer normas disciplinares, valores e ideologia, além de uma série de estratégias de escrita e de representação do conhecimento.

Com escore 3,20 e 3,24, respectivamente, indicando não ter opinião sobre as dificuldades na elaboração de relatórios ou não seguir um roteiro pré-estabelecido ou se cada relatório faz de um jeito diferente, percebe-se que estas opiniões corroboram na questão dos estudantes não ter por hábito fazer um relatório nas aulas que envolvem a experimentação, conforme já apontado por (GOI, 2004; MEDEIROS, 2019, GONÇALVES, 2019, SIQUEIRA, 2018, entre outros). O que valida o relatório como uma ferramenta importante para registros das atividades. Dessa forma, o relatório de uma atividade experimental pode incentivar a produção textual em uma concepção em que a escrita é entendida como uma prática que requer “[...] do produtor a ativação de conhecimentos e a mobilização de várias estratégias.” (KOCH; ELIAS, 2015, p. 34), colaborando, dessa forma, para a construção do conhecimento.

(iv) Autoavaliação

Objetivou-se analisar como os estudantes se auto avaliam diante de suas atitudes e comprometimentos nas atividades em sala de aula. Assim, na Tabela 5 estão as questões aplicadas e os escores encontrados.

Tabela 5- Autoavaliação

Pergunta	Escore
Considero-me um bom estudante, assumindo com responsabilidade as atividades experimentais trabalhadas.	3,96
Acredito que eu poderia ter dedicado mais tempo eatenção à disciplina.	4,16
Tenho a impressão de que a cada aula aprendo novosconhecimentos.	4,44
Desenvolvo os trabalhos de forma coletiva, auxiliando o meu grupo durante as aulas experimentais.	4,24
Mesmo sendo trabalho em grupo, acredito que me desempenharia melhor, caso fizesse o trabalho individualmente.	3,28
Meu desempenho escolar é melhor quando desenvolvo as atividades de forma coletiva.	3,92
Tenho preferência em desenvolver as atividades escolares individualmente.	2,96

Fonte: Autora (2023)

Verificando os escores da autoavaliação dos estudantes, mesmo sendo no momento inicial do trabalho de pesquisa, observa-se que eles reconhecem serem bons estudantes, assumindo suas responsabilidades em sala de aula, demonstrando que estão dispostos a contribuir com o trabalho proposto. Os estudantes ainda apontam que a cada nova aula aprendem novos conhecimentos, conferindo a eles a tomada de consciência sobre o que aprenderam e da necessidade de um maior aprofundamento do estudo, corroborando com Bruner (1973b) quanto à predisposição para aprender, sinalizando que nos processos de ensino e de aprendizagem e na solução de problemas, há uma influência importante de fatores culturais, motivacionais e pessoais, visto que o processo de ensino é essencialmente social, pois, se estabelece nas relações obtidas entre quem ensina, e quem aprende, assim, pode-se colocar em destaque a relação professor-aluno.

Ainda se observa na auto avaliação que, em sua maioria, os estudantes acreditam que

ainda poderiam se dedicar mais à componente curricular, tendo assim um melhor aproveitamento escolar. O que para Silva, Bartholomeu e Claus (2007), a auto avaliação é um processo em que o indivíduo, além de avaliar uma produção, uma ação, ou uma conduta que ele é o autor, avalia também suas capacidades, seus gostos, seu desempenho, suas competências e habilidades. Faz críticas com o objetivo de um melhor conhecimento pessoal, visando à qualificação de suas ações e do seu desenvolvimento cognitivo.

Outra questão importante, com escore de 3,92, é quando os estudantes destacam que seu desempenho escolar é melhor quando desenvolvem as atividades de forma coletiva. Para Oliveira (2010) a experimentação pode contribuir de diferentes maneiras na formação dos estudantes. A primeira forma é motivá-los e chamar sua atenção para atividades propostas, conseguindo uma melhor participação dos estudantes nas aulas. Mesmo não tendo uma opinião formada sobre o trabalho em grupo, sabe-se que o mesmo proporciona uma melhor interação entre os estudantes, assim como, estimula algumas competências como a divisão de tarefas, responsabilidades com o grupo e negociação de ideias, respeitando a opinião do outro.

Em uma visão geral, na análise do Questionário Inicial, observa-se que os estudantes envolvidos na pesquisa, possuem um conhecimento sobre a metodologia de Experimentação, uma vez que os mesmos trazem em suas vivências a busca por desafios e que, em sua vida escolar, estão acostumados a trabalhar com metodologias inovadoras e investigativas, contribuindo, dessa forma, para o desenvolvimento da pesquisa sobre Experimentação Investigativa.

A seguir será analisada a implementação dos problemas no contexto escolar.

4.2 Análise, Discussões e Reflexões sobre a Experimentação Investigativa: O Contexto Escolar

A partir da aplicação das atividades de Experimentação Investigativa em uma turma do nono Ano do Ensino Fundamental de Tempo Integral, das transcrições de áudios e vídeos gravados durante as aulas e da leitura dos relatórios escritos, foi possível analisar o trabalho por meio de categorias *a priori*, assim denominadas: **i) Experimentação Investigativa: Apresentação das atividades propostas; ii) Discussão das estratégias e apresentações realizadas pelos estudantes no decorrer do trabalho de Experimentação Investigativa; iii) Dificuldades dos estudantes na construção dos Experimentos Investigativos; iv) Potencialidades da Experimentação Investigativa na Educação**

Básica.

Em uma iniciativa de preservar as identidades dos estudantes, estes estão denominados numericamente de 1 a 25 (Estudante 1, Estudante 2, etc.) e os grupos intitulados por codificações alfabéticas A a E (Grupo A ao Grupo E).

i) Experimentação Investigativa: Apresentação das atividades propostas

O presente trabalho foi desenvolvido em um total de 12 encontros (2 dias semanais, sendo que no primeiro dia da semana a duração era de 45 min e o segundo de 2h e 15 minutos, totalizando um mês e meio de atividades), os quais foram divididos em etapas que incluíram motivação, explicações sobre a metodologia escolhida, preenchimento de questionários e plenárias de apresentação, com o intuito de desenvolver no contexto escolar a Experimentação Investigativa.

A seguir encontra-se um quadro síntese destes encontros.

Quadro 13- Síntese dos Encontros durante a implementação da metodologia de EI

(continua)

Encontro/duração	Conteúdos e Metodologia
1º / 45 min	Encontro motivacional com explanação do trabalho a ser desenvolvido e preenchimento do Questionário Inicial.
2º / 2h 15 min	Apresentação da metodologia de Experimentação Investigativa para conhecimento dos estudantes e aplicação do primeiro bloco de experimentos (Criando raios) a ser resolvido.
3º / 45 min	Criação de raios a partir de materiais oferecidos e ambiente propício ao experimento.
4º / 2h 15 min	Discussão do conteúdo sobre cargas elétricas e eletrização, seguido da produção do relatório e apresentação sobre o primeiro bloco de experimentos.
5º / 45 min	Aplicação do segundo bloco de experimentos (Eletricidade e Condução Elétrica) a ser resolvido.
6º / 2h 15 min	Testagem de substâncias condutoras e não condutoras, construção de circuitos a partir de materiais oferecidos.
7º / 45 min	Produção dos relatórios e apresentação sobre o segundo bloco de experimentos.
8º / 2h 15 min	Aplicação do terceiro bloco de experimentos (O carro sustentável) a ser resolvido.
9º / 45 min	Continuação das tentativas na construção do protótipo do carro sustentável.
10º / 2h 15 min	Discussão do conteúdo e defesa do melhor protótipo.
11º / 45 min	Produção dos relatórios e apresentação sobre o terceiro bloco de experimentos.

Quadro 13- Síntese dos Encontros durante a implementação da metodologia de EI

(conclusão))

12° / 2h 15 min	Conclusão do trabalho e preenchimento do Questionário Final
-----------------	---

Fonte: Autora (2023)

A segunda etapa foi dividida em três encontros. No primeiro momento de 2h 15 min objetivou-se demonstrar aos estudantes sobre a relevância do estudo da metodologia de Experimentação Investigativa e do estudo sobre a Eletricidade, considerando seus aspectos científicos, sociais e tecnológicos. Pois, conforme Bruner (1973b) a predisposição para aprender, nos processos de ensino e de aprendizagem, há uma influência bem importante de fatores culturais, motivacionais e pessoais.

Explicou-se aos estudantes que se tratava de uma dinâmica simples, que os trabalhos poderiam ser realizados individualmente ou em grupos de até 6 participantes, e que eles utilizariam **as noções de eletricidade que já haviam estudado durante o ano para fazer os experimentos**, e seria uma forma estimulante para o seu aprendizado. Corroborando com Bruner (2001), o conceito de aprendizagem em espiral, a qual pode-se enunciar da seguinte forma: qualquer conteúdo pode ser ensinado, pelo menos nas suas formas mais simples, a estudantes de todas as idades, uma vez que os mesmos tópicos serão, posteriormente, retomados e aprofundados mais tarde.

Sendo assim, percebe-se a necessidade de partir do que o estudante já conhece estabelecer relações com o que precisa ser apreendido. Nesta perspectiva, deu-se início ao desenvolvimento do primeiro bloco de Experimentos Investigativos intitulado “Criando raios”, o qual traz como problema a formação dos raios. Para isso, foram apresentados os conceitos de eletricidade relativos a átomo, cargas elétricas e tipos de eletrização, os quais seriam usados na elaboração das atividades investigativas, de forma expositiva.

Ainda, no primeiro encontro da segunda etapa da intervenção, dividiu-se a turma em cinco grupos denominados grupos A, B, C, D e E, com três a seis estudantes por grupo. Em seguida, a professora-pesquisadora distribuiu o material para a elaboração dos experimentos, bem como avisou que poderiam utilizar o aparelho celular e o livro didático para as pesquisas. Logo se apresentou o primeiro bloco de experimentos por meio de uma folha para cada grupo, que continha a proposta de investigação:

Quadro 14: Problema proposto no Primeiro Bloco de Experimentos: Criando Raios

Segundo informação do site G1, descobrimos um fato que nos deixa perplexos. A passagem de uma tempestade de raios chamou a atenção de vários moradores de Londrina, no norte do Paraná, na noite de sábado, 2 de janeiro de 2021. O fenômeno foi registrado entre 19h30min e 20h30min e não foi acompanhado de chuva. Conforme uma moradora entrevistada o céu estava limpo e estrelado, apenas uma nuvem se estabeleceu sobre o município emitindo raios e relâmpagos.

Assim como em Londrina, nuvens carregadas de relâmpagos também foram vistas em Guarapuava, Pitanga, Central do estado, Roncador, Maringá, Assaí, Cornélio Procópio, São Sebastião da Amoreira, Porecatu, Bandeirantes, Santa Maria do Oeste, na região norte do estado, e em Campo Mourão, no centro-oeste. Agora, se não há mais nuvens ou chuva no céu da região, como é possível ocorrerem tempestades? Quais fatores influenciam a formação de relâmpago? Você poderia nos ajudar?

Fonte: Autora (2023)

Foi estipulado um tempo de dez minutos para que os estudantes tentassem encontrar uma hipótese para o problema. Alguns grupos não conseguiram chegar a um consenso sobre o que deveriam fazer, mesmo sendo permitido que os grupos pesquisassem no livro ou na internet, muitos demonstraram dificuldades de interpretação e resistência em pesquisar e buscar soluções. Isso pode ser observado em suas conversas extraídas de gravação, tais como: “Ora, como vou saber isso professora (Estudante 5)”. “O que isso tem a ver com a matéria do caderno? (Estudante 11).” “A senhora pode me explicar novamente? (Estudante 23)”

Houve também, uma preocupação em responder corretamente, mas após a professora falar que depois iriam testar experimentalmente situações sobre o assunto, ficaram mais tranquilos. Para Gil Pérez *et al.* (2001) a preocupação com a eliminação de possíveis erros que podem ocorrer é quase obsessiva, como se isso fosse algo alheio e distante do processo científico de construção do conhecimento. Esse exagero com a criação de uma rotina “perfeita”, “correta” de laboratório, ainda segundo Gil Pérez *et al.* (2001), pode deturpar uma visão de infalibilidade da natureza da atividade científica na mente do estudante quando, na verdade, esta é frequentemente incerta, intuitiva e, acima de tudo, pode falhar.

Após os grupos tinham que apresentar suas hipóteses de forma oral e escrita, dos cinco grupos, quatro levantaram hipóteses, baseadas nas pesquisas e conhecimentos que os estudantes já tem sobre o assunto.

Quadro 15: Hipóteses dos estudantes sobre a formação de raios.

Grupo A	Acreditamos que os raios se formam devido ao movimento das gotículas de água, formadas na atmosfera, por vaporização.
Grupo B	Não levantou hipóteses.
Grupo C	Acreditamos que o ar influenciou a formação dos raios devido ao choque das moléculas.
Grupo D	Acreditamos que ocorre devido a uma sobrecarga de energia, vinda da terra como por exemplo, devido às baterias usadas e os equipamentos elétricos.
Grupo E	Acreditamos que ocorre devido uma concentração muito grande de cargas positivas e negativas no ar e o mesmo não conseguir isolá-las.

Fonte: Autora (2023)

Evidencia-se que os estudantes, mesmo com material para pesquisa, possuíam certo conhecimento sobre a natureza elétrica da matéria quando o grupo E refere-se a cargas positivas e negativas e o grupo D em sobrecarga de energia. A maioria dos representantes de cada grupo mantiveram uma defesa de seus argumentos. Já outros permaneceram calados como se estivessem esperando uma resposta pronta. O que para Goi (2004) revela que o estudante não está habituado a fazer discussões em sala de aula, sendo que na maioria das vezes são meros espectadores e o professor acaba respondendo suas próprias perguntas.

Bassoli (2014) argumenta que ao se trabalhar com a Experimentação Investigativa promove-se a participação do estudante, por meio da troca dinâmica de ideias, da elaboração de hipóteses explicativas, estimulando assim, a interatividade intelectual, física e social, promovendo um ensino e uma aprendizagem mais eficaz.

Também no primeiro encontro da segunda etapa da intervenção, além da ficha de trabalho, exposta no Quadro 16, cada grupo recebeu materiais diversos como: cartolina, papel comum, papel alumínio, pedaços de plástico, balões em cores diferentes para cada grupo, fio, tesoura, cabides.

Quadro 16: Ficha de Trabalho Bloco de Experimento Criando Raios

(continua)

FICHA DE TRABALHO		
Nome:	Turma:	
1- O material que expomos o balão influencia?		
MATERIAL	HIPÓTESES	RESULTADOS
Papel		
Cartolina		
Plástico		
Alumínio		
2- O balão adere ou não na parede?		
MATERIAL	HIPÓTESES	RESULTADOS
Balões Normais		
Balões Esfregados		

Quadro 16: Ficha de Trabalho Bloco de Experimento Criando Raios

(conclusão)

3- Os balões ficam juntos ou separados? Isso afeta o fato de ambos os objetos serem eletricamente carregados?		
OBJETO	HIPÓTESES	RESULTADOS
Balões Normais		
Balões Esfregados		
4-Agora tente colocar um papel entre os dois balões carregados. Vai acontecer alguma coisa?		
OBJETO	HIPÓTESES	RESULTADOS
Balões + Papel		
5-A distância entre os dois objetos (balão+lata) influencia?		
DISTÂNCIA	HIPÓTESES	RESULTADOS
Longe		
Médio		
Perto		
Muito Perto		
6-Influencia o fato dos materiais que expomos ao balão serem sólidos?		
TORNEIRA ABERTA	HIPÓTESES	RESULTADOS
Muito Aberta		
Médio		
Pouco Aberta		

Fonte: Autora (2023)

De posse do material foi pedido, pela professora, para que cada grupo levantasse hipóteses antes de começar o experimento: [...] “agora que vocês estão com todos os materiais, antes de começar o experimento, levantem hipóteses do que vai ocorrer, o que vocês imaginam que ocorra”. (Professora Pesquisadora) “[...] vamos eletrizar o balão esfregando no cabelo”. (Professora Pesquisadora)

Tal procedimento é reforçado por Suart e Marcondes (2009), os quais afirmam que atividades nas quais o papel do estudante se reduz à manipulação de materiais ou observação de fatos revelam um fraco caráter cognitivo, ou seja, a participação dos estudantes é passiva na elaboração de hipóteses, no contraste de ideias e na análise de variáveis. Conforme Silva, Machado e Tunes (2010), uma Experimentação Investigativa se inicia com a

situação- problema, ou seja, a formulação de um questionamento que desperte interesse e curiosidade nos estudantes. Após, o professor deve solicitar o levantamento de hipóteses e, com isso, verificar os conhecimentos que os estudantes já possuem sobre o conteúdo. Depois do levantamento de hipóteses, o professor deve solicitar um plano de ação para testar as hipóteses selecionadas, ou seja, a elaboração do experimento.

O Grupo C na questão “O material que expomos o balão influencia?” levantou a hipótese de que somente o alumínio seria atraído, “*pois é metal*” (Estudante 15). Após as investigações resolveram aproximar dois balões para testar se o mesmo material era atraído.

Figura 3- Estudantes na atividade “O material que expomos o balão influencia?”.



Fonte: Autora (2023)

Na questão “O balão adere ou não na parede?” somente o Grupo A conseguiu testar suas hipóteses, o balão por muito pouco tempo foi atraído, o que gerou muita curiosidade nos demais, levando a professora incentivá-los a pesquisar sobre o fato. A motivação é algo fundamental para a solução de um problema relevante. Segundo Laudan (1986) os cientistas têm múltiplas e variadas motivações para resolver problemas; como por exemplo, a utilidade social associada à solução do problema, o prestígio e poder resultante para o cientista.

Nesta perspectiva, o ensino investigativo parte de uma pergunta que deve ser respondida e do levantamento de hipóteses para se chegar a uma solução. De acordo com Azevedo (2008, p. 20), as atividades investigativas podem ser definidas “[...] como um processo, em que a investigação é desencadeada por um problema, cuja solução é motivada por uma necessidade „cognitiva“. A investigação consiste, exatamente, na busca incessante

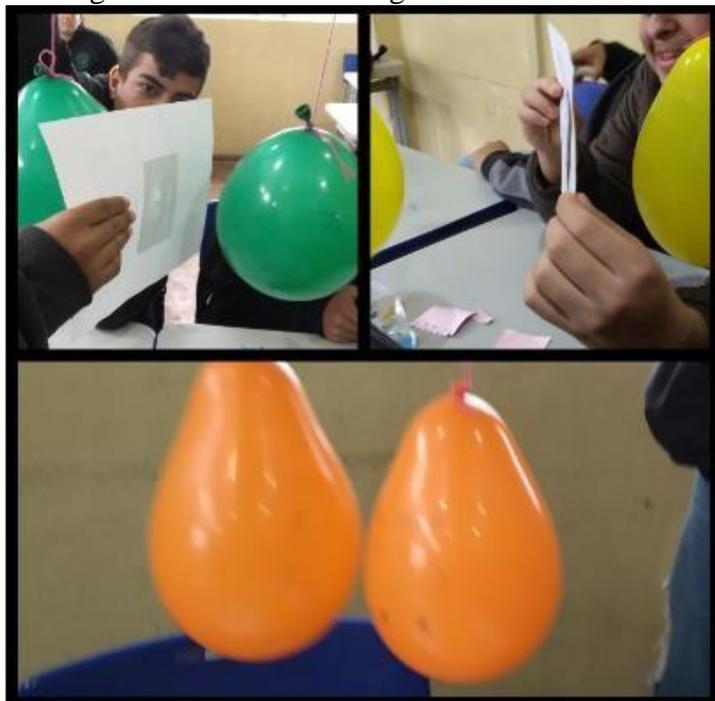
pela solução do problema proposto”.

Na questão “Os balões ficam juntos ou separados? Isso afeta o fato de ambos os objetos serem eletricamente carregados?” O Grupo B, levantou a hipótese de que nos neutros não aconteceria nada e os carregados eletricamente após esfregados no cabelo poderia se atrair ou repelir, gerando uma discussão sobre que tipos de cargas seriam essas: positivas ou negativas. Para Edelsztein e Galagovsky (2019), a atividade mostra-se bem-sucedida, pois levou os estudantes a importância de tomar consciência de seus próprios erros, de sentir dúvidas e expressá-las, sem ser reprimido, a possibilidade de formular o conceito por meio da discussão e opinião do grupo, o valor de aprender com o erro modificando ideias anteriores, o poder de tomar consciência de seus conflitos cognitivos para poder resolvê-los e, por fim, o poder da motivação.

Quando questionados “Agora tente colocar um papel entre os dois balões carregados. Vai acontecer alguma coisa?” (Professora Pesquisadora), a hipótese do grupo E está descrita no seguinte excerto: “[...] quando nós colocarmos esses balões na ponta do cabide pendurados, não vai acontecer nada, meu. Já deu para ver que se os dois são iguais não se atraem papel não vai fazer diferença” (Estudante 24) “[...] vai sim, eles vão ser atraídos pelo papel”. (Estudante 21)

A discussão proporcionada com o uso da investigação pretende que os estudantes, além de construírem conhecimento relevante sobre o mundo natural, desenvolvam habilidades e uma compreensão do processo, o que lhes permitirá adquirir uma visão mais apropriada da Ciência (GRECA *et al.*, 2017).

Figura 4- Estudantes na atividade: Agora tente colocar um papel entre os dois balões carregados. Vai acontecer alguma coisa?



Fonte: Autora (2023)

Na questão: “A distância entre os dois objetos (balão+lata) influencia?” o Grupo D levantou a hipótese de que o balão poderia atrair a lata, pois seu material é alumínio, e decorrente a atração, quanto mais próxima, maior seria. Fato que já mostra um aprofundamento conceitual em relação às cargas elétricas, corroborando com o Currículo em espiral defendido por Bruner (1969), sendo um método de ensino que consiste na apresentação de conceitos básicos que são ensinados em um primeiro momento e depois revistos em diferentes níveis de profundidade, complexidade e formas de representação.

Na última questão “Influencia o fato dos materiais que expomos ao balão serem sólidos?” (Professora Pesquisadora). Observou-se que neste momento gerou maior curiosidade e dúvidas, pelo estado físico da água ser diferente do balão, cada grupo deslocava-se até a torneira do banheiro para testar as diferentes hipóteses. Ressalta-se a fala de um dos estudantes do Grupo A: “[...] vai atrair sim, já tomei um choquezão na torneira elétrica lá de casa” (Estudante 4).

Figura 5: Atividade “Influencia o fato dos materiais que expomos ao balão serem sólidos?”



Fonte: Autora (2023)

Após a realização das atividades experimentais foi realizada uma revisão dos conceitos trabalhados, como: a história da origem do átomo e sua estrutura, cargas elétricas, bem como a origem elétrica da matéria e os processos de eletrização. Houve uma participação significativa, possibilitando a aprendizagem e entendimento destes conceitos. O que para Bruner (1991, p. 122) “Aproveitar o potencial que o indivíduo traz e valorizar a curiosidade natural da criança são princípios que devem ser observados pelo educador”.

O segundo encontro da segunda etapa, com duração de 45 min, consistiu na produção de um experimento que conseguisse mostrar que as cargas elétricas produzem descargas, as quais formam os raios. Para isso foi disponibilizado no centro da sala de aula uma mesa com materiais como: isopor, forma de bolo metálica, clips de metal, pedaços de flanela, copo plástico, canudos de plástico e papel higiênico, os quais os estudantes pudessem utilizar na construção do experimento. Foi montada também, em um canto da sala de aula, uma barraca com lona preta a fim de produzir um ambiente escuro.

De posse dos materiais, foram incentivados a pensar na construção de um aparato que produzisse raios, podendo utilizar seus materiais de pesquisas. Após 10 minutos de tempo estipulado para construção, iam passando cada grupo no ambiente escuro, os quais relataram

as seguintes observações:

Quadro 17- Resultado do experimento Criando Raios.

Grupo	Materiais Utilizados	Observação
A	isopor, clips, canudo plástico, papel higiênico	Observaram a luz e os estalos da formação do raio, comparando com faíscas que saltam das roupas de lã, quando tiram no escuro.
B	isopor, clips, canudo plástico e flanela	Não observou nada
C	isopor, clips, canudo plástico e papel higiênico	Observaram a luz e os estalos da formação do raio, comparando com uma descarga elétrica num fio condutor.
D	isopor, forma de metal, copoplástico e flanela.	Não observaram a luz nem os estalos, mas sentiram a forma ser atraída. Questionaram sobre porque as bolinhas de isopor que caíram, grudavam na roupa deles.
E	isopor, forma de metal, copoplástico e flanela.	Não conseguiram observar nada.

Fonte: Autora (2023)

O experimento além de ter deixado os estudantes curiosos, serviu para que os mesmos fossem adquirindo conhecimento e aprendizagem em relação aos conceitos estudados. Segundo Bruner (1973a), para alcançar o estado de um adulto formado, deve-se fazer uma transposição do conteúdo a ser ensinado para as suas formas de pensar, levando em consideração as características que se referem ao desenvolvimento intelectual da criança, desafiando-a progressivamente.

Figura 6: Estudantes em atividade experimental Criando Raios



Fonte: Autora (2023)

No terceiro momento da segunda etapa, com duração de 2h 15 min foi realizada uma retomada sobre os experimentos das anteriores. Para isso os resultados obtidos no experimento com os balões foram retomados, utilizando-se a Série Triboelétrica para fazer a retomada do porquê papel, cartolina e alumínio eram atraídos pelo balão eletrizado, da latinha se movimentar quando aproximamos o balão, de quando colocamos os balões nas pontas do cabide não são atraídos entre si, mas com a folha de papel entre eles mudam o comportamento. Compreender também, da água desviar do balão.

Discutiu-se também, a formação do raio e os saltos dos elétrons nas camadas eletrônicas, liberando energia na forma de luz. Para Bruner (1969) a aprendizagem ocorre por experimentação, por descobertas constantes, por amarrações entre o conteúdo apresentado pelo professor e os conhecimentos já existentes.

Volta-se ao problema inicial: “É possível ocorrer raios sem chuva?”, a professora pede então, que escrevam uma nova resposta para solucionar o problema.

Quadro 18- Respostas para o problema

Grupo A	Os raios são descargas elétricas intensas e ocorrem quando a concentração de cargas positivas e negativas cresce muito, o ar não consegue isolar e as cargas negativas descem ou sobem, sobem da Terra, formando o raio.
Grupo B	Não respondeu.
Grupo C	A indução das cargas elétricas que ocorrem nas nuvens, de sinais diferentes promove uma descarga elétrica (raio) e som (trovão).
Grupo D	Manteve a resposta anterior.
Grupo E	A nuvem fica negativa e a Terra positiva, passando elétrons da nuvem para a Terra, formando assim as descargas elétricas, mesmo sem chuva.

Fonte: Autora (2023).

Para o encerramento deste primeiro bloco de experimentos foi aplicado um relatório, em que os estudantes em grupo, deviam relatar sobre o problema encontrado, as hipóteses levantadas, o experimento construído e os resultados e conclusões obtidos. Percebe-se que os estudantes têm dificuldades em expressar conceitos e discuti-los de forma coesa durante a elaboração de textos dos relatórios, este fato pode ser a falta do hábito da escrita, como sinalizam Goi (2004), Ferreira, Goi e Medeiros (2021), Medeiros (2019), Gonçalves (2019).

[...] o experimento ajudou muito resolver o problema, entendi agora porque lá fora, lá em casa, quando se forma um raio, fica um risco queimado e se a árvore está seca pega fogo, claro a faísca de energia faz que isso aconteça. (Estudante 3-Grupo A). [...]. quando estou andando de skate e bato em uma pedra sai faísca, isso também seria como o raio. (Estudante 4-Grupo A).[...] vi numa reportagem que nas regiões secas, quando cai um raio pode ocorrer grandes incêndios. (Estudante 5-Grupo A). [...]. não conseguimos produzir raios porque esfregamos nos dois sentidos a flanela na forma de metal, acho que isso não deixou que a forma ficasse eletrizada. (Estudante 7-Grupo B).[...] se produzimos raios sem chuva no experimento, é possível ter raios sem chuva também. (Estudante 11-Grupo C).[...] eu assisti uma reportagem, que numa propriedade caiu um raio com sol e matou um monte de reses (bovinos). (Estudante 13-Grupo C). [...] existem árvores que atraem raio, porque tem muita água e é sozinha no meio do campo aqui perto da escola mesmo tem uma. Vocês podem ir ver cheia de risco queimada. (Estudante 14-Grupo C).[...] também já vi umambu todo riscado de tanto raio que caiu nele. (estudante 15-grupo C).[...] pode sim ter raios sem chuva, as nuvens formadas por cristais de gelo entram em contato com outras nuvens, esse contato faz com que fiquem carregadas e ocorra a descarga formando raios.(Estudante 15-Grupo C).[...] agora entendi, o raio pode tanto subir ou descer, vai depender do sinal da carga que a nuvem ficou eletrizada, se ela tiver positiva o raio sobe, se ela tiver negativa o raio desce porque é só os elétrons que se movimentam. (Estudante 19-Grupo D). [...] por isso é importante o fio terra nas instalações elétricas. (Estudante 21-Grupo D). [...] aqui na escola tem pára-raios, servem para conduzir as descargas elétricas das nuvens por um fio no solo. (Estudante 24-Grupo E)

Após a exposição dos estudantes, a professora complementou conceitos que surgiram nas falas, como por exemplo, o poder de pontas. Veio à tona a importância da preservação ambiental quando o estudante traz em sua fala a questão de regiões secas, com riscos de

queimadas. Observa-se assim, que há ensinamentos e aprendizagens que se dão de forma implícita, ou seja, nas entrelinhas das relações que se estabelecem no ambiente escolar. Silva (2003) categoriza essas aprendizagens informais como currículo oculto. Segundo ele, “[...] o currículo oculto é constituído por todos aqueles aspectos do ambiente escolar que, sem fazer parte do currículo oficial, explícito, contribuem, de forma implícita, para aprendizagens sociais relevantes” Silva (2003 p. 78). Dessa forma, no currículo oculto são aprendidos comportamentos, atitudes, valores e orientações que a sociedade requer das novas gerações para que se ajustem às estruturas e ao funcionamento da sociedade já constituída.

Sendo assim, a metodologia da experimentação investigativa ainda possibilita uma desacomodação no currículo, de um caminho unidirecional, fazendo surgir, dessa forma, um currículo oculto, assim, “[...] todos os aspectos do ambiente escolar que, sem fazer parte do currículo oficial, explícito, contribuem, de forma implícita, para aprendizagens sociais relevantes” (SILVA, 2003, p. 78).

Na terceira etapa da intervenção, manteve-se os mesmos grupos, os quais foram informados pela professora que iriam ter que resolver mais um desafio por meio da experimentação. Dando início ao primeiro encontro da terceira etapa, que durou 45 min, a professora pesquisadora entregou-lhes uma folha contendo a proposta de investigação, lembrando-os que poderiam utilizar seus materiais e celulares para a pesquisa.

Quadro 19- Problema proposto no Segundo Bloco de Experimentos: Eletricidade e Condução Elétrica

Segundo notícias do site G1 de 13/08/2008, mãe e filha de quatro meses morreram após levar um choque elétrico em um secador de cabelos. O acidente aconteceu em Tubarão (SC), no banheiro da casa da família. Familiares acreditam que o secador tenha caído na pia com água e, ao pegá-lo, a mulher recebeu a descarga elétrica que também atingiu a filha.

e da turma, em suas pesquisas, viu que a água não é condutora. No entanto, ao ler essa notícia indagou-se: O que acontece com a água?

Ajude a estudante a entender o que ocasionou o choque.

Fonte: Autora (2023)

Foi estipulado um tempo de dez minutos para os estudantes encontrarem uma hipótese para o problema.

Quadro 20- Hipóteses dos estudantes sobre a descarga elétrica na água.

(continua)

Grupo A	O sistema do secador não era à prova d'água, por isso ocorreu a descarga.
Grupo B	O secador passou corrente elétrica para a água, por isso ela ficou condutora, ocasionando o choque.

Quadro 20- Hipóteses dos estudantes sobre a descarga elétrica na água.

(continuação)

Grupo C	Na hora que o secador caiu na água, passou corrente elétrica para a água, como a mulher meteu a mão na água para pegar o secador passou para ela e a criança também. Se ela estivesse descalça, passava para a Terra a descarga, diminuindo a descarga, talvez não morresse.
Grupo D	Ao cair na água deu um curto circuito no secador, passando descarga elétrica na água.
Grupo E	Quando o secador caiu na água, os elétrons foram conduzidos para água, ocasionando o choque elétrico na mulher.

Fonte: Autora (2023)

Observou-se que os estudantes estavam mais participativos e motivados a trazer uma hipótese mais embasada nos conhecimentos adquiridos no primeiro bloco de experimentos, o que revelou positiva a escolha da metodologia de Experimentação Investigativa, a qual parte de um problema semelhante à característica de nossa vida, a qual apresenta desafios. Para isso o professor deve esperar que os estudantes aperfeiçoem seus procedimentos e sejam capazes de buscar e utilizar novos conhecimentos para responder a esses desafios. Assim, ensinar a resolver problemas baseia-se em oportunizar aos estudantes a construção de estratégias e habilidades para encarar a aprendizagem como um problema, e também em ensinar a propor problemas para si mesmo (POZO, 1998).

Nos áudios gravados durante a discussão de hipóteses um dos relatos foi de um estudante que vivenciou a situação do problema, conforme destacado no excerto a seguir:

[...] Há uns três anos atrás, na véspera de Natal, nosso vizinho lá de fora morreu com um choque elétrico na água. A bomba de puxar água para a caixa d'água da casa parou de funcionar e ele foi lá ver, entrou na fonte e na mesma hora morreu. Tinha um fio desencapado da bomba dentro da água, como não tinha tirado da tomada a bomba, tomou o choque. (Estudante 23)

Essa forma de interação, por meio de problemas, buscando base em conhecimentos do dia a dia, desperta o interesse e a curiosidade do estudante, desencadeando habilidades, tais como raciocínio, flexibilidade dos estudantes, argumentação e ação, estimulando a participação destes nas etapas do processo de Resolução de Problemas (POZO, 1998), o qual encontrará resposta na Experimentação Investigativa.

Ainda no primeiro encontro da terceira etapa, após discussões das primeiras hipóteses, foi pedido pela professora que cada grupo desenhasse um circuito elétrico. Como tinham disponíveis material e celular para pesquisa, os Grupo A, B e D desenharam um circuito com bateria, lâmpada, fio e chave interruptora, todos interligados. O Grupo C desenhou um circuito como os grupos citados anteriormente, mas desenhou a estrutura

elétrica interna do secador. Somente o Grupo E fez o desenho da representação da mulher tomando o choque do circuito elétrico: tomada, fio, secador, água e a mãe e filha.

Observou-se nesta atividade indícios do ensino tradicional, pois mesmo sendo desacomodados com as atividades investigativas, ainda copiavam, antes de pensar como seria esse circuito, como fez o grupo E. Dessa forma, corroborando com Flores *et al.* (2009) as limitações da abordagem tradicional podem estar associadas ao papel desempenhado pelo estudante, uma vez que seu papel se reduz à execução de um procedimento dado, com a esperança de obter resultados corretos e pré-determinados. Então, pouco se usa a imaginação, a criatividade e os desafios cognitivos.

Figura 7: Estudantes em atividades.



Fonte: Autora (2023)

Dando continuidade à atividade foi disposto no centro da sala materiais como: fio, bateria (pilha) e lâmpada, e de posse dos mesmos desenhariam um circuito. A professora pesquisadora indagou sobre o polo positivo e negativo da pilha, “será que iria interferir onde o fio fosse ligado com a lâmpada? E na lâmpada, faria alguma diferença?”.

Quadro 21- Hipóteses para a construção do Circuito

Grupo A	Desenhou separadamente os materiais, sem interligá-los.
Grupo B	Desenhou um fio saindo do polo positivo até a lâmpada, não fechou o circuito, só um polo alimenta a lâmpada.
Grupo C	Desenhou um circuito fechado, fio ligado nos dois polos passando pela lâmpada.
Grupo D	Desenhou só um fio ligando lâmpada e bateria.
Grupo E	Desenhou os dois fios partindo da lâmpada ligando um a cada polo da bateria.

Fonte: Autora

Observou-se que os Grupos D e E reconheceram que existe um sentido de movimento dos elétrons, para isso no final da aula houve um aprofundamento sobre os conceitos de materiais condutores, isolantes e corrente elétrica. Nota-se que como para Laudan (1986), no processo contínuo de Resolução de Problemas, deve-se considerar que as tradições vão evoluindo, as quais são, em termos de Laudan (1986, p. 133), “criaturas históricas, criadas e articuladas num meio intelectual concreto, colaboram na produção de teorias específicas e como todas as demais instâncias”.

No segundo encontro da terceira etapa, que durou 2h 15 min, iniciou-se a aula com a montagem do circuito elétrico com os materiais que foram disponibilizados: pilhas e lâmpadas de 1,5 V e um pedaço de fio partido ao meio. O Grupo E desmontou uma lanterna de led e trouxe para a aula a fim de montar o circuito da mesma.

O Grupo C foi o primeiro grupo a identificar que os polos positivo e negativo devem ser ligados em partes específicas da lâmpada, o positivo na parte da rosca da lâmpada e o negativo no ponto metálico da lâmpada. O Grupo D após montar o circuito, preocupou-se em entender o sentido da corrente elétrica, verificando que existe um sentido real (negativo para o positivo) e um sentido convencional (positivo para o negativo). O Grupo E reconstruiu o circuito da lanterna e os Grupos A e B foram auxiliados pelos Grupos C e D.

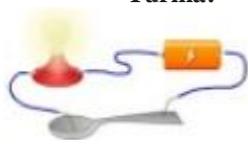
Nesta atividade notou-se mais alguns pontos positivos da metodologia de Experimentação Investigativa, pois no trabalho em grupo promove-se uma ação partilhada em que o conhecimento cognitivo é construído não de forma individual, mas pela colaboração dos sujeitos envolvidos. O que para Bruner (2008) e Goi (2014) o diálogo entre os participantes do mesmo grupo ou entre um grupo e outro, durante a realização de atividades práticas, demonstram que a aprendizagem acontece pela interação entre os pares através da resolução de um problema comum, potencializando a comunicação e a argumentação,

importantes aspectos da atividade científica, que permitem aos participantes construir significados compartilhados.

Em seguida foi colocado no centro da sala mesas com materiais como: madeira, plástico, metal, sal, açúcar, água pura, detergente, vinagre e coca-cola. A professora pesquisadora entregou a ficha de trabalho, exposta no Quadro 22, e pediu que os estudantes formulassem hipóteses sobre o que iria ocorrer.

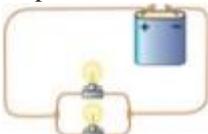
Quadro 22- Ficha de trabalho do Experimento Eletricidade e Condução Elétrica

(continua)

Ficha de Trabalho		
Grupo:	Turma:	
		
Material	O que você acha que vai acontecer?	O que aconteceu?
<p>E com a água? Posso formar um circuito e acender uma lâmpada elétrica? Qualquer tipo de água serve?</p>		
		
Tipo de água	O que você acha que vai acontecer?	O que aconteceu?
<p>Por que se utilizam diferentes tipos de baterias? Criar dois (ou mais) circuitos iguais, mas conectados a diferentes pilhas e definir as hipóteses. Analisar os resultados e produzir as conclusões.</p>		
		
Experimento	O que você acha que vai acontecer?	O que aconteceu?
Dois circuitos iguais ligados a baterias diferentes		
<p>A maneira como se conecta as lâmpadas influencia?</p>		

Quadro 22- Ficha de trabalho do Experimento Eletricidade e Condução Elétrica

(conclusão)

Experimento	O que você acha que vai acontecer?	O que aconteceu?
<p>Como as lâmpadas irão brilhar em um circuito em série?</p>  <p>Circuito em série</p>		
O que acontece se quebrar uma lâmpada?		
<p>Como as lâmpadas irão brilhar em um circuito em paralelo?</p>  <p>Circuito em paralelo</p>		
O que acontece se quebrar uma lâmpada?		

Fonte: Autora (2023)

O grupo A verificou que materiais sólidos de constituição metálica são bons condutores, testaram com o lápis de escrever e verificaram que a madeira não conduzia corrente, mas o grafite sim conduzia, logo concluíram que assim deveria ser os demais objetos. Por exemplo, destacaram que nos metais, a colher de inox foi a que conduziu mais, pois a lâmpada acendeu com mais brilho. Para testar essa hipótese utilizaram um multímetro e mediram a corrente elétrica.

Um dos integrantes do Grupo D, durante as testagens de hipótese, teve uma dúvida: “[...]. por que os passarinhos pousam nos fios de alta tensão e não levam choque? Se um operário de uma obra encostou o ferro de construção nesse fio e morreu eletrocutado?” (Estudante 18).

Para essa dúvida os estudantes foram levados a medir a diferença de potencial elétrico no fio (ddp) e entenderem a situação citada pelo estudante, já que também dispunham de um multímetro.

Os estudantes do Grupo C questionaram sobre: “[...] porque, quando estamos dentro de um carro e cai um raio em cima dele não tomamos choque, se o carro é feito de metal que é material condutor?” (Estudante 11). “[...] é que o carro tem pneu de borracha que é isolante,

por isso” (Estudante 13). “[...] mas também se descer, já era, toma um choque” (Estudante 12). [...] faz um fio terra, que nem os aparelhos elétricos” (Estudante 14).

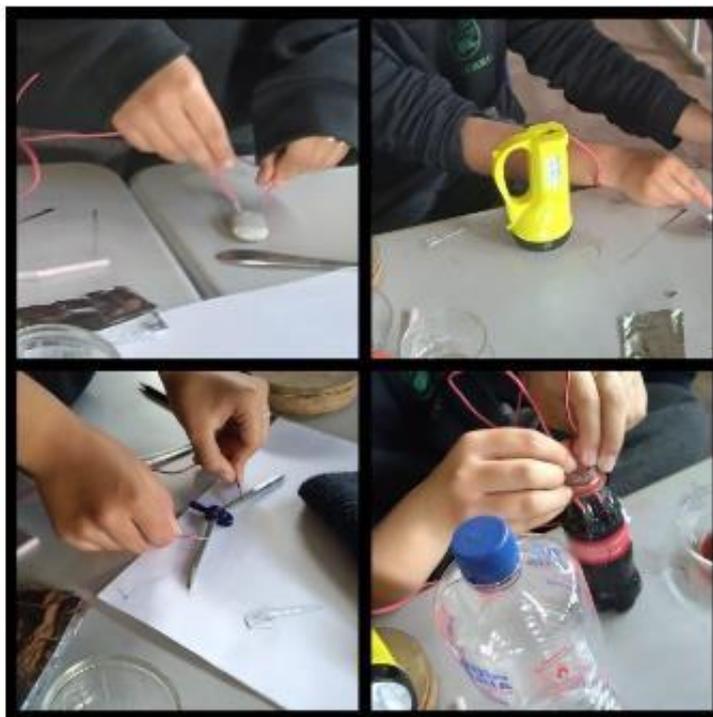
Tal discussão levou a professora a pedir que pesquisassem sobre Gaiola de Faraday, a fim de compreender que as cargas ficam na volta da superfície do carro, formando uma zona neutra no centro do mesmo, o que protege o passageiro da descarga.

Bruner (2008) ressalta que há dois modelos para ensinar, um modelo expositivo e outro hipotético (BRUNER, 2008). O modelo expositivo o professor é apenas um expositor enquanto o estudante é um telespectador, neste o professor apresenta o conteúdo de forma fechada, com hipóteses e conclusões definidas, detendo o poder de decisão, enquanto que o estudante não tem discernimento das opções internas. No modelo hipotético, o professor e o estudante estão em uma posição de cooperação, o professor faz a mediação dos processos de ensino e de aprendizagem enquanto o estudante participa das formulações e cria suas hipóteses, podendo testá-las.

Para Bruner (2008) o modelo hipotético caracteriza o ato de ensinar e isto leva ao encorajamento da descoberta. Tal aprendizagem o psicólogo nomeia por ensino por descoberta, o professor traz o assunto sob a forma de problema a ser resolvido e realiza uma mediação para que o estudante chegue a solução. Ainda segundo Bruner (1969), os conteúdos devem ser percebidos pelo aprendiz em termos de problemas e lacunas que ele deve preencher para que a aprendizagem seja considerada relevante. Este movimento é percebido ao longo da implementação dos blocos de experimentos, onde a cada hipótese para resolver o problema os conceitos são aprofundados, sanando as incertezas e chegando a soluções para o problema em questão.

Os Grupos C e E quando do teste com substâncias líquidas, como hipótese afirmaram que só água com limão iria conduzir corrente devido terem ouvido falar na pilha de limão. Várias misturas com água foram testadas como sal, alvejante, vinagre e conduziram corrente elétrica levando-os a entender que substâncias iônicas quando dissolvidas na água conduzem corrente elétrica. [...] como a água da torneira não é pura, tem até cloro, conduz corrente e ocorre o choque. (Estudante 20-Grupo E)

Figura 8: Estudantes testando a condutividade elétrica nas substâncias



Fonte: Autora (2023)

Os Grupos B e D levantaram hipótese de que, em relação às baterias, a pilha menornão teria energia suficiente para acender a lâmpada, o que não se confirmou, pois após testarem a lâmpada acendeu com as três baterias testadas individualmente, mas com intensidades diferentes.

Um estudante do Grupo A, em relação às substâncias condutoras, argumentou: “[...] tudo que é ácido conduz corrente, por isso nas pilhas e baterias tem sempre uma substância ácida no meio, por isso é um gerador químico” (Estudante 2).

Figura 9: Atividades sobre a atividade experimental



Fonte: Autora (2023).

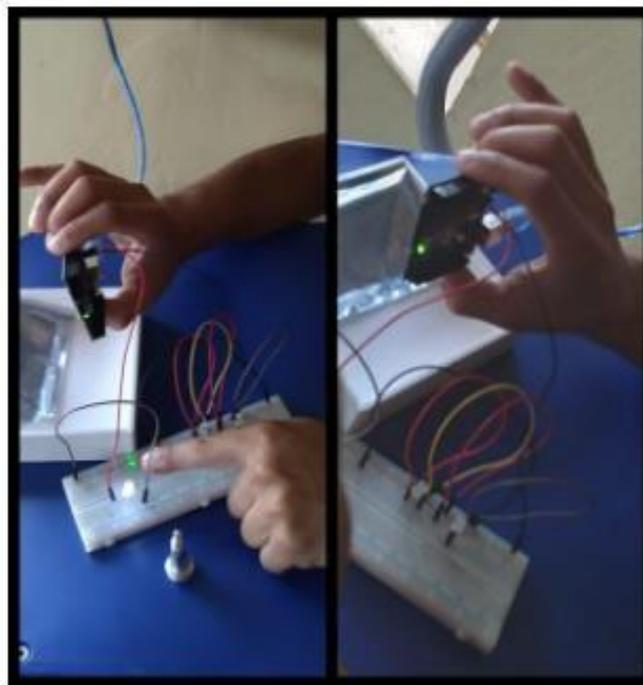
Os circuitos em série e paralelo foram construídos, por todos os grupos, com a placa de arduino, *leds* e *jumps*. Neste momento, diante do novo, pois nenhum estudante conhecia a placa, demonstrou muita angústia e ao mesmo tempo curiosidade. Um estudante do Grupo A comentou: “[...] vou colocar todas as luzinhas em linha reta, acho que vai acender” (Estudante 3).

O Grupo E identificou o circuito em série como um único caminho do elétron, já a associação em paralelo a corrente que passa por uma lâmpada pode não ser a mesma que passa em outra, pois acendeu mais fraco, a corrente é dividida. No Grupo C um estudante comentou: “[...] vi meu tio fazer a rede elétrica da casa dele tinha um fio mais grosso da onde saíram outros fios para as tomadas e lâmpadas, isso é um circuito paralelo então”. (Estudante 14).

No momento da retirada da lâmpada (simulando que houvesse quebrado), estudantes do Grupo B discutiram a hipótese de que se quebrasse a lâmpada, as demais ficaria acesas ou não.” “[...] se quebrar uma todas apagam sim, é que nem nas luzinhas do pinheirinho de Natal” (Estudante 8) “[...] então se queimar uma lâmpada da casa todas iriam apagar, meu. Não é

assim não” (Estudante 10). Neste momento a professora pesquisadora interveio orientando-os:[...] testem das duasformas que vocês viram que acende para ver o que acontece.

Figura 10: Atividade com a placa de arduino



Fonte: Autora (2023)

Para que um problema seja considerado como resolvido, não necessariamente tem que se comprovar se certa teoria é falsa ou verdadeira. Esta falta de regularidade das soluções é absolutamente normal, pois os critérios de aceitação das soluções de problemas evoluem no decorrer do tempo para dar origem a novas soluções, daí a evolução científica de Laudan (1986).

Vários fatores afetivos podem influenciar nos processos de ensino e aprendizagem, entre eles destaca-se o ambiente e a motivação favorável ao processo. Neles estão inseridos os relacionamentos entre o professor e seus estudantes, quando esses relacionamentos são bem-sucedidos tanto o estudante quanto o professor podem sentir-se mais motivados nas aulas, o que faz com que o ambiente de aprendizagem seja oportuno para o desenvolvimento de novas metodologias.

No terceiro e último encontro da terceira etapa, com 45 min de duração, os estudantes responderam de forma escrita e oral o relatório sobre o bloco de Experimentos Investigativos Eletricidade e Condução Elétrica, conforme o Quadro 23, abaixo:

Quadro 23- Respostas para o problema

Grupo A	Identificou que foi por uma descarga elétrica que mãe e filha faleceram e que o experimento utilizando diferentes tipos de misturas com a água auxiliou no entendimento do porque ocorreu a condução da descarga elétrica. Quando levantaram hipóteses sobre as substâncias que misturadas com a água conduziam ou não corrente elétrica, algumas dessas hipóteses estavam corretas.
Grupo B	A hipótese levantada por esse grupo foi a de que ocorreu um curto circuito, para resolver o problema, foi muito importante a realização do experimento. Principalmente o que utilizou substâncias dissolvidas na água, as quais conduziam corrente elétrica. Isso levou a entender que não foi um curto circuito como achávamos, sim uma condução de eletricidade através de íons dissolvidos na água. Como a água torneira não era pura, conduziu corrente elétrica à mão da mulher ao a mesma colocá-la na água.
Grupo C	Afirmou que além de identificar a resposta para o problema, através do experimento, ou seja, que a água se torna condutora no momento em que o secador caiu, levando a descarga na mulher. Também aponta que o experimento com a placa de Arduino, além de ser legal possibilitou a compreensão dos circuitos em série e paralelo.
Grupo D	Afirma que chegou a resposta para o problema, através dos experimentos, e eles gostou muito de trabalhar com o arduino.
Grupo E	Identificou o problema por meio de que existem materiais que conduzem eletricidade mais que outros, e que a água dissocia as moléculas das substâncias tornando-as condutoras. Explica o fato da descarga elétrica na mulher.

Fonte: Autora (2023)

A partir dos resultados percebe-se a importância do papel que a Experimentação Investigativa oferece para o ensino e aprendizagem do estudante, uma vez que se trabalhou com diversos conceitos que vieram à tona, de forma curiosa e eficaz para a aprendizagem dos mesmos. Corroborando com um trabalho realizado por Gonçalves e Goi (2018c), que argumentam que os Experimentos Investigativos possibilitaram a interação do sujeito e a sua participação no processo de construção do conhecimento.

A quarta etapa da intervenção contou com quatro encontros. No primeiro encontro, que durou 2h 15 min, contou com a apresentação do terceiro bloco de Experimentos Investigativos: Carro Sustentável, cujo problema está exposto no Quadro 24.

Quadro 24- Problema proposto no Segundo Bloco de Experimentos: Carro sustentável.

Paulo mora em uma comunidade do interior de Caçapava do Sul e precisa, diariamente, ir trabalhar em outra comunidade que mesmo estando em linha reta, a caminhada leva muito tempo para chegar. Como não tem nenhum meio de transporte, Paulo quer a ajuda dos estudantes da Eterrg a fim de que o auxiliem criando um veículo protótipo que funcione no solo, viaje o mais longe possível sem ter que manipulá-lo uma vez que tenha inicializado. E que em sua construção em tamanho ideal, utilize materiais que Paulo possui ou possa obter facilmente para reproduzi-lo. Como poderemos construir esse protótipo utilizando uma forma de energia sustentável para transformar em movimento do veículo e resolver o problema de deslocamento de Paulo ao seu trabalho?

Fonte: A autora (2023)

A implementação deste bloco de Experimentos Investigativos visou à construção de um protótipo que se movimentasse utilizando uma forma de energia sustentável e que em sua construção os estudantes utilizassem os conceitos de energia, eletricidade e circuitos elétricos. Bruner (1973b) em seu currículo em espiral destaca que o ensino pode ser apresentado em uma forma menos complexa e ao longo do processo, quando o desenvolvimento das capacidades cognitivas e interpretativas for aumentado, aumenta-se também o grau de complexidade do conteúdo. Observou-se que, com o decorrer desta pesquisa, os estudantes foram se apropriando dos problemas, compreendendo a importância do seu envolvimento, do trabalho em grupo e da realização de uma pesquisa mais completa, com potencial para responder os questionamentos.

No centro da sala de aula sobre uma mesa colocou-se diversos materiais como garrafas pequenas de plástico, tampas de garrafa, potes, elásticos, bolas de pingue-pongue, palitos de dente, cliques, CDs, silicone térmico, fita adesiva, papelão, balões e tesouras.

Os grupos de trabalho continuaram os mesmos e para dar início a professora entregou problema em uma folha e deu o seguinte aviso:

[...] vocês terão agora que construir um protótipo de um veículo que se movimenta utilizando uma forma de energia sustentável e que em sua construção vocês utilizem todos os conceitos vistos nos experimentos e nas aulas anteriores como: tipos de energia, eletricidade, circuitos elétricos. Este protótipo será reproduzido em tamanho real para que o agricultor possa se locomover para o trabalho. Vocês devem utilizar os materiais que estão no centro da mesa (Professora Pesquisadora).

A professora sinalizou o início da atividade e logo os estudantes começaram a discutir as hipóteses para a construção do protótipo, conforme o Quadro 25.

Quadro 25- Hipóteses dos estudantes sobre a construção do protótipo.

(continua)

Grupo A	Decidiram sobre um protótipo com cápsulas e água, que ainda está muito confuso. O princípio do funcionamento seria água quente com cápsulas de substâncias químicas, que derreteriam gerando energia.
Grupo B	Uma placa solar irá carregar uma bateria, que fará o carro andar.

Quadro 25- Hipóteses dos estudantes sobre a construção do protótipo.

(conclusão)

Grupo C	Hélice que irá girar com o vento e fará que o carro ande.
Grupo D	Placa solar acoplada no carro, que irá carregar uma bateria fazendo com que o carro ande.
Grupo E	Placa solar que irá abastecer uma bateria que irá mover dois motores elétricos reciclados, acoplados cada um, no eixo das rodas.

Fonte: Autora (2023)

Após foi entregue uma ficha de trabalho, conforme Quadro 20, em que cada estudante deveria desenhar seu protótipo e indicar quais materiais seriam usados, para o grupo eleger um único modelo, com sugestões de todos os estudantes a fim de melhorar o protótipo. Em seguida esse desenho do protótipo foi apresentado por cada grupo a toda turma, onde também, recebiam sugestões de melhora.

Quadro 26- Ficha de Trabalho do Experimento Investigativo Carro Sustentável

(continua)

Ficha de Trabalho	
Nome:	Turma:
a-Limitações e requisitos ?	
Qual é a necessidade?	
Quais requisitos têm que ter?	
Quais limitações você tem?	
Você verificou os materiais que possui?	
b- Cada membro do grupo deve desenhar como eles executariam seu protótipo e após compartilhar com o grupo.	
c- Desenhe o protótipo que você vai fazer e indique quais materiais você usará para atingir cada ponto. Você pode fazer vários desenhos indicando o que vai fazer em cada processo.	

Quadro 26- Ficha de Trabalho do Experimento Investigativo Carro Sustentável

(conclusão)

Assim que a construção do primeiro protótipo for concluída, cada grupo irá mostrar e explicar aos demais grupos a razão de seu projeto. Desta forma, quando todos apresentarem suas criações, as características podem ser avaliadas analisando as que funcionaram melhor ou pior para que cada grupo possa aplicar as mudanças que consideram necessárias.

Primeira Tentativa

Requisitos a avaliar	1 ponto	2 pontos	3 pontos	4 pontos	5 pontos

Segunda Tentativa

Requisitos a avaliar	1 ponto	2 pontos	3 pontos	4 pontos	5 pontos

A partir do processo de experimentação e da análise dos resultados, que conclusões tira?

Fonte: Autora (2023)

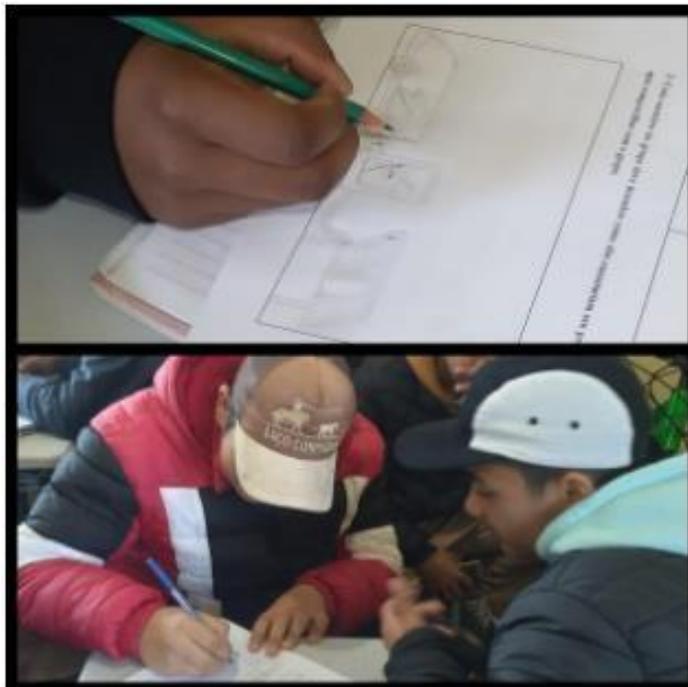
Esta atividade foi a que demandou mais tempo, houve muita discussão em relação de como fariam para captar a energia. Pode-se observar nos áudios, conforme os excertos abaixo:

[...] com energia solar vamos ter que construir uma placa, mas vai ser difícil, esses materiais não temos (Estudante 21-Grupo E); [...] dava para comprar uma placa, mas isso não pode, tem que ser material que o homem tenha. (Estudante 23-Grupo E); [...] se colocar uma hélice, o ar vai impulsionar o carro e não vai ser preciso uma bateria. (Estudante 13-Grupo C);[...] que substância vamos colocar na cápsula? Tem que ser uma coisa ácida, porque a gente viu que coisas ácidas conduzem corrente, vamos colocar limão. (Estudante 1-Grupo A) [...] ah, mas limão não vai ser suficiente para mover o carro. (Estudante 3-Grupo A); [...] esse carro vai ter que ser leve para não precisar de tanta energia para se mover. (Estudante 6-Grupo B).

Nota-se nas falas dos estudantes a retomada dos conceitos aprendidos, além da aprendizagem pela descoberta, vindo de encontro com o psicólogo Bruner, o qual esta pesquisa embasa-se. Para Araújo e Abib (2003) a Experimentação Investigativa promove nos estudantes o desenvolvimento das capacidades de trabalho em grupo, observação, discussão além de outras características importantes no desenvolvimento da aprendizagem. Levando em consideração a busca pela resposta e a explicação dos fenômenos que são desafiadores e

preendem a atenção dos estudantes, portanto os resultados não são previsíveis.

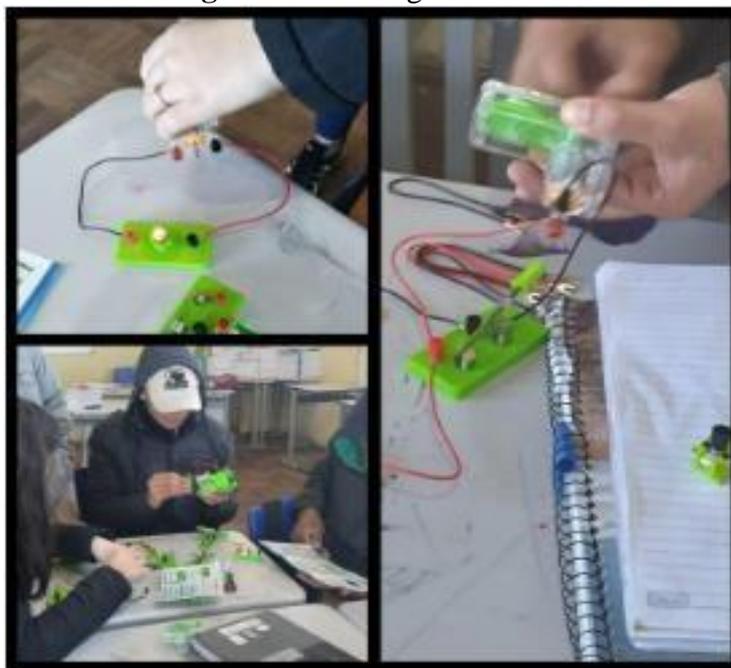
Figura 11: Desenho do protótipo



Fonte: Autora (2023)

Para ajudá-los nas dificuldades a partir das construções dos protótipos, em relação a fonte de energia e a montagem dos circuitos elétricos do carro, foram disponibilizados aos estudantes kits de montagem de circuitos elétricos, que utilizam pilha e manivela.

Figura 12: Montagem dos Kits



Fonte: Autora (2023)

Logo em seguida, deu-se início a primeira tentativa de montagem do Carro Sustentável, com muitos erros, tentativas frustradas e desistências, conforme mostrado no Quadro 27.

Quadro 27- Primeira Tentativa de Montagem do Carro Sustentável

Grupo A	Na hora da construção, resolveu trocar o modelo da cápsula com água por um modelo com balão que utilizasse energia eólica. E isso fez com que o Estudante 2 abandonasse o grupo e criasse seu protótipo.
Estudante 2	Começou a construção de um modelo movido por motor elétrico reciclado e bateria.
Grupo B	Começaram a montar a estrutura do carro, querem energia solar mas ainda não pensaram nessa parte.
Grupo C	Na construção resolveram trocar o carro que se move por energia eólica por um que seja impulsionado por força elástica.
Grupo D	Estão pensando ainda só na estrutura do carro.
Grupo E	O grupo está montando a estrutura enquanto a Estudante 23 pensa na parte elétrica.

Fonte: Autora (2023)

Conforme o Quadro 27 confirma-se que a investigação envolve um processo de diagnóstico intencional de problemas, crítica de experimentos e distinção de alternativas, planejamento de pesquisa, validação de suposições, busca de informações, construção de modelos, discussão em grupos e construção de argumentos coerentes. Portanto, conforme Greca *et al.* (2017), com o uso da investigação pretende-se que os estudantes, além de construir conhecimento sobre o mundo natural, desenvolvam habilidades e uma compreensão do processo, o que lhes permitirá adquirir uma visão mais apropriada da Ciência.

Figura 13- Primeira Tentativa de Montagem Carro Sustentável



Fonte: Autora (2023)

No segundo encontro da quarta etapa, com duração de 45 min, os estudantes seguiram tentativas, sendo que alguns seguiram a tentativa em casa.

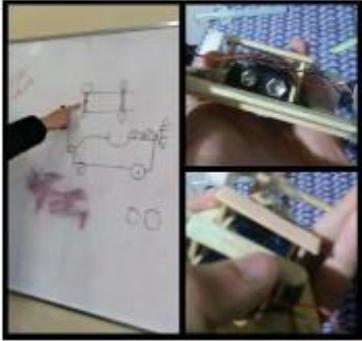
Quadro 28: Ficha de Trabalho do Experimento Investigativo Carro Sustentável

(continua)

Grupo A	<p>Construíram o protótipo, movido por energia eólica. Explicaram que enche o balão de ar, o que pode ser feito nos dias ventosos. Para se locomover, o ar acumulado no balão começa a sair transformando-se em energia mecânica para o carro andar. Escolheram uma estrutura plástica leve.</p>	
---------	--	--

Quadro 28- Ficha de Trabalho do Experimento Investigativo Carro Sustentável

(continuação)

<p>Estudante 2</p>	<p>Explicou a construção e os possíveis acertos que ainda tem que fazer. Argumentou que o carro movido por um motorzinho elétrico sustentado por pilha 3V, ainda não conseguiu fazer movimentar as rodas e uma hélice que ele quer colocar. Explicou que usou um litrão e tampas de royal para as rodas e em um outro protótipo com o mesmo mecanismo de funcionamento utilizou palitos de picolé, na estrutura.</p>	
<p>Grupo B</p>	<p>Desenharam a estrutura de uma placa solar, que seria para carregar uma bateria. Não conseguiram material para a construção da mesma, mas fizeram um protótipo movido a energia eólica.</p>	
<p>Grupo C</p>	<p>Construíram um protótipo que se movimenta com propulsão elástica, para isso utilizaram borrachinhas de dinheiro, rodas de garrafa de refrigerante e palitos de picolé. Explicaram que a força elástica faz com que produza energia mecânica e o carro se movimente.</p>	
<p>Grupo D</p>	<p>Construíram um protótipo movido a ar.</p>	

Quadro 28- Ficha de Trabalho do Experimento Investigativo Carro Sustentável

(conclusão)

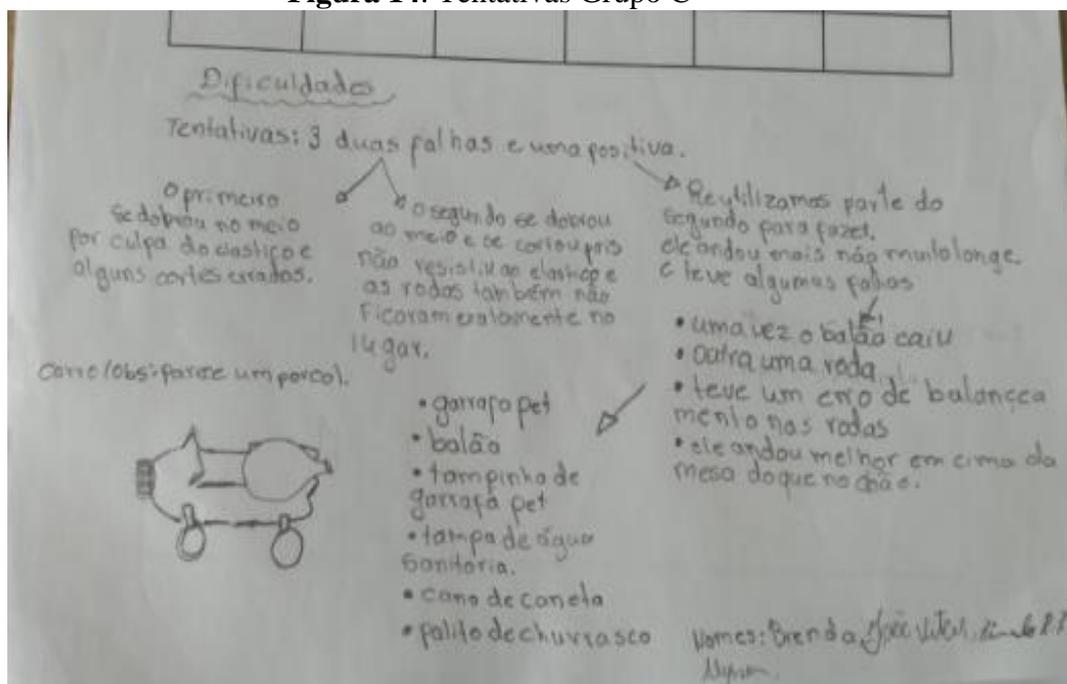
Grupo E	Como não conseguiram material para montar a placa solar, trocaram por um modelo que utilizasse energia eólica. Encheram um balão de ar e o mesmo acoplado a uma superfície plana e leve voa, transformando essa energia eólica armazenada em energia mecânica. Utilizaram somente balão e CD.	
---------	---	---

Fonte: A Autora (2023)

Observa-se nas tentativas de criar um protótipo o apego aos modelos disponíveis na internet, mesmo que pensem alternativas para a construção, procuram um caminho mais fácil. Outro fato que se percebe é repetir ideias de outro grupo, mesmo que o funcionamento não seja exatamente o mesmo. Tais atitudes se justificam pelo motivo de somente um estudante resolver sair do grupo e criar um modelo totalmente autêntico de autoria dele. Verificando-se assim, a importância de metodologias como a de Experimentação Investigativa, ser implementada nas aulas de Ciências, uma vez que leva o estudante a tornar-se mais curioso e menos apegado ao modelo pronto, tornando-se dessa forma, protagonista de seu próprio aprendizado. Vindo ao encontro com os objetivos da BNCC (BRASIL, 2017), quando se refere ao ensino de Ciências da Natureza.

Para debater e tomar posição sobre alimentos, medicamentos, combustíveis, transportes, comunicações, contracepção, saneamento e manutenção da vida na Terra, entre muitos outros temas, são imprescindíveis tanto conhecimentos éticos, políticos e culturais quanto científicos. Isso por si só já justifica, na educação formal, a presença da área de Ciências da Natureza, e de seu compromisso com a formação integral dos alunos. (BRASIL, 2017, p. 321)

O Grupo C relata suas tentativas, que estão expostas abaixo, conforme a Figura 14.

Figura 14: Tentativas Grupo C

Fonte: Autora (2023)

No terceiro encontro da quarta etapa, com duração de 2h 15 min, o Estudante 32 trouxe seu protótipo pronto, uma vez que fez melhoramentos como: aumentou a bateria para 9V e colocou dois motores elétricos reciclados (cabeçote de CD), construindo assim um protótipo com tração quatro por quatro. Tinha força para andar em chão com bastante atrito, característica não apresentada pelo protótipo inicial.

Figura 15: Protótipo pronto estudante 2

Fonte: Autora (2023)

Em seguida, após apresentação do protótipo do Estudante 2, os estudantes juntamente com a professora pesquisadora foram provocados a uma discussão sobre qual protótipo seria mais viável em termos de sustentabilidade e funcionalidade, se construído em tamanho real.

A princípio todos os estudantes foram unânimes em defender seus protótipos, mas ao das discussões, pelos áudios, registra-se:

- [...] carrinho com balão é sustentável porque utiliza energia eólica, mas vai ser difícil construir um em tamanho real (Estudante 13-Grupo C)
- [...] além do mais o plástico do balão não é sustentável (Estudante 15-Grupo C)
- [...] o carro 4x4 é potente anda em qualquer terreno, mas é a bateria, vai ter que usar substância química. (Estudante 7-Grupo B)
- [...] o carro que voa, não vai dar ele anda girando, vai deixar o homem tonto. (Estudante 17-Grupo D)
- [...] o agricultor não tem o material para o balão, que faz o carro voar. (Estudante 19-Grupo D)
- [...] com o carro elástico ele vai ter que ir dando manivela, ao longo do caminho, vai ficar cansado. Falou o estudante.

Ao final da discussão elegeram na seguinte ordem os protótipos como mais sustentáveis e funcionais: carrinho elástico, pois consideram que foi construído com material sustentável e que mesmo tendo que dar manivela se movimenta rápido. Em segundo lugar o carro elétrico, pois pode utilizar motores elétricos usados, mas que teria que arrumar uma placa solar para poder abastecer de energia a bateria quando estivesse em casa. E, por último, os movidos pelo ar do balão, consideram pouco funcionais e não sustentáveis em função da borracha do balão.

No quarto e último encontro da quarta etapa, que durou 2h 15 min, produziram um relatório a fim de verificar as potencialidades dos Experimentos Investigativos.

Quadro 29- Resultados Terceiro Bloco de Experimentos

(continua)

Grupo A	Ao trocarem o protótipo movido das cápsulas com água pelo movido por energia eólica, relatam que mesmo teoricamente sabendo os conceitos, na hora da prática é muito difícil.
Estudante 2	Disse que fez três protótipos, os dois primeiros foram inspirados na internet, movidos por energia eólica e força elástica. Mas sentiu-se desafiado a melhorar seu protótipo, então resolveu construir um com motor elétrico reciclado, assim utilizaria bem os conceitos vistos nos experimentos anteriores. Relata que passou muito trabalho até chegar no resultado, foram duas semanas testando em casa. Sente-se realizado.
Grupo B	Afirmam que tentaram construir uma fotocélula: faltou material; foram ver para comprar: só pela internet, ia demorar chegar. Então modificaram o tipo de energia para eólica.

Quadro 29: Resultados Terceiro Bloco de Experimentos

(conclusão)

Grupo C	Optamos por um carrinho movido por elástico, vimos na internet, parecia fácil, na hora de construir ele quebrou. Vimos que o de energia eólica com balão funcionava melhor. Lembramos conceitos de energia e eletricidade, eles nos davam ideia, na montagem.
Grupo D	Descrevem como muito difícil construir o protótipo, pesquisando no Youtube optaram por energia eólica, que a construção era mais fácil.
Grupo E	Relatam que no erro e na tentativa de fazer funcionar o carrinho, foi onde os conteúdos vistos nos últimos dias apareceram e foram importantes.

Fonte: Autora (2023)

Durante esses encontros pode-se perceber o envolvimento dos estudantes nesta proposta de atividade, fazendo com que os mesmos se sentissem indivíduos praticantes da Ciência a fim de que cheguem no Ensino Médio com os conceitos básicos de eletricidade compreendidos.

Entende-se que a faixa etária em que se encontram estes estudantes é um período conflituoso, quando os mesmos apresentam necessidade em se adaptar ao outro, em ajustar-se ao contexto em que estão situados, medos e inseguranças, mas que podem se amenizados com uma forma de ensino e aprendizagem que ressignifique suas identidades.

Pelas escutas de áudio, percebe-se a interação positiva com a professora pesquisadora e a colaboração com as atividades, inclusive a limpeza da sala após os experimentos. O que para Leite (2006) fato de o professor gostar do que faz torna-o facilitador do processo de aprendizagem, porque o maior domínio do conteúdo (saber ensinar e “saber conduzir a aula”) é um aspecto importante nos processos de ensino e de aprendizagem. Almeida (2006a, p. 51) aponta que, “quando o aluno sente no professor a disponibilidade, o entusiasmo, a sinceridade, mostrando-lhe a beleza do processo de construção do saber, o aluno admira o professor por sua competência”.

Esses fatores se mostraram importantes para que o ambiente de sala de aula se tornasse propício à aprendizagem. Confirma-se assim, a visão de Maués e Lima (2006), os estudantes que são colocados em processos investigativos envolvem-se com a sua aprendizagem, constroem questões, levantam hipóteses, analisam evidências e comunicam os seus resultados. Em um ambiente de ensino e aprendizagem baseado na investigação, os estudantes e os professores compartilham a responsabilidade de aprender e colaborar com a construção do conhecimento. Os professores deixam de ser os únicos a fornecer conhecimento e os estudantes deixam de desempenhar papéis passivos de meros receptores de informação,

corroborando com a ideia de Bruner (1969) de um ensino hipotético, em que o professor aprende junto com o aluno e vice-versa.

Para Fernández e Greca (2014) a possibilidade de o estudante apresentar uma melhor compreensão dos conceitos propostos após poder experimentá-los de forma prática e chegar à resolução de uma situação problema, constitui um marco de ligação entre a Experimentação Investigativa e a epistemologia de Laudan.

ii) Discussão das estratégias e apresentações realizadas pelos estudantes no decorrer do trabalho de Experimentação Investigativa

Durante a realização da intervenção sobre a metodologia da Experimentação Investigativa notou-se, que apesar das metodologias inovadoras ainda serem pouco trabalhadas no contexto escolar, os estudantes mostraram-se bastante interessados, talvez pelo fato de a escola apresentar um perfil mais inovador com a metodologia de projetos.

Para estimular esse interesse, não faltaram palavras de encorajamento e de desafios por parte da professora pesquisadora, sempre falando aos mesmos que eram capazes e no momento que buscassem explorar um problema, por mais simples que fosse, poderiam fazer Ciência. Que não era somente o cientista quem estava no laboratório, mas que podiam fazer Ciência na sala de aula e até mesmo em casa.

No momento da pesquisa a maioria dos integrantes de cada grupo, tentava obter uma resposta na internet, visto que se tornou um hábito para grande parte dos estudantes, em função das aulas remotas durante a pandemia da Covid-19. Mesmo pesquisando na internet as soluções para os problemas não se encontravam prontas, obrigando-os a utilizar o material disponível e raciocinarem hipóteses para a solução por meio de um experimento. Mas havia uma minoria, que tentava inovar e incentivava os demais a se envolverem no processo.

Galiuzzi e Gonçalves (2004, p. 326) argumentam que “alunos e professores têm teorias epistemológicas arraigadas que necessitam ser problematizadas, pois, de maneira geral, são simplistas, cunhadas em uma visão de Ciência neutra, objetiva, progressista, empirista”. A Experimentação Investigativa promove então, esse desapego de teorias prontas e comprovadas experimentalmente, sem erros.

Nesta categoria, foram analisadas as estratégias e apresentações realizadas pelos estudantes no decorrer do trabalho de Experimentação Investigativa a partir do segundo encontro, observando seus comportamentos e engajamentos frente à execução, bem como os resultados.

Para que o trabalho alcançasse o seu objetivo de mapear as potencialidades dos Experimentos Investigativos na aprendizagem de conceitos no Ensino de Ciências, como forma de construir um Ensino de Ciências mais eficiente e significativo, fez-se necessário a escolha de metodologias e estratégias que facilitassem a concretização da aprendizagem.

Sendo assim, o desenvolvimento do percurso metodológico iniciou-se com a motivação dos estudantes, seguidos de três blocos de Experimentos Investigativos, que no decorrer iam aumentando o nível de dificuldade, trazendo novos conceitos e retomando os já trabalhados de acordo com a dificuldade que os estudantes apresentavam, corroborando com o currículo em espiral de Bruner (1969).

Inicialmente eram estimulados a levantar hipóteses sobre o problema, em seguida recebiam uma ficha de trabalho em que eram levados a levantar hipóteses e depois testá-las, objetivando a retomar conceitos e adquirir novos, sendo que para Laudan (1986) é racional quando se encontra soluções cada vez mais frutíferas para problemas que estão na mira de uma tradição particular.

Voltava-se ao problema chegando em um resultado a partir do experimento, que era discutido entre todos os grupos. Em seguida respondiam a um relatório escrito e oral. Na forma de uma sequência, o que para Bruner (1973b) é um passo a passo sobre determinado assunto que quando apresentado aos estudantes, além de aumentar a capacidade de compreender, transformar e transferir o assunto em estudo pode contribuir para sua aprendizagem e compreensão (BRUNER, 1973b).

Conforme já destacado na metodologia deste trabalho os estudantes foram divididos em grupos. O Grupo A demonstrou compreensão das atividades propostas, engajados no levantamento de hipóteses, tanto de forma escrita como oral, durante a execução de todos os blocos de experimentos. Os estudantes realizaram seus trabalhos colocando em prática conceitos de energia e eletricidade vistos em aula e outros pesquisados quando, por exemplo, sugeriram um carro movido por cápsulas de substâncias químicas dissolvidas na água, no terceiro Bloco de Experimentos. Na hora da montagem, resolveram trocar por um protótipo movido a energia eólica, que encontraram no *youtube*. Um dos componentes não concordou e saiu do grupo, construindo um protótipo com motor elétrico movido a bateria.

O Grupo B foi o que demonstrou menos entusiasmo e falta de interesse na atividade, toda hora a professora tinha que chamar a atenção para que se concentrasse, até mesmo as palavras motivadoras da professora como: “você são capazes” estimulava o grupo, somente dois estudantes tentavam participar com interesse, mas eram desmotivados pelos outros. Observavam os colegas sem demonstração de interesse em aprender o que corrobora com

Hodson (1994) quando salienta que a atividade experimental pode não motivar todos os estudantes. Para cumprir com a tarefa, que era avaliativa, copiavam o experimento do grupo ao lado. Isso comprova que os estudantes não têm hábito para resolver uma dada situação-problema e copiam os experimentos de outros grupos por falta do hábito da pesquisa.

Nos grupos C e E todos os integrantes envolveram-se na atividade, participando efetivamente de todas as propostas, levantando hipóteses e pesquisando.

O Grupo D, inicialmente achava a atividade difícil, mas ao longo da implementação foi melhorando e no último bloco de experimentos participaram com mais entusiasmo. Acredita-se que foram ficando curiosos e envolvidos pela metodologia de Experimentação Investigativa, pois para Bruner (1965) a curiosidade é uma característica que define a espécie humana.

Um aspecto importante a destacar foi que em todos os grupos, suas falas trouxeram questões que não estavam nos principais conceitos a serem trabalhados, mas que devido a curiosidade dos estudantes vieram à tona, como por exemplo, gaiola de Faraday, conteúdo não trabalhado neste Ano. Isso revela, segundo Bruner, que “é possível ensinar qualquer assunto, de uma maneira honesta, a qualquer criança em qualquer estágio de desenvolvimento”. Bruner (1973b, p. 76).

Promover este tipo de atividade não é tarefa fácil para o professor, pois, demanda o ato de saber perguntar e saber ouvir. Professores com mais anos de experiência vêm de uma formação tradicional, em que teoricamente os experimentos têm que dar certo e seguem um passo a passo. Necessita-se assim desacomodar-se e quando atinge tal estado, eleva sua autoestima e torna-se professor pesquisador, juntamente com seus estudantes, pois para Paulo Freire (2019) “Não há saber mais ou saber menos: há saberes diferentes”.

iii) Dificuldades dos estudantes na construção dos Experimentos Investigativos

Várias são as causas que podem ser apontadas como determinantes das dificuldades apresentadas pelos estudantes diante das atividades de Experimentação Investigativa. Evidenciou-se que estas dificuldades podem decorrer desde a falta de compreensão dos conceitos, falta de hábito de pesquisa, defasagem causada no ensino durante a Pandemia da Covid-19, formação dos professores, viabilidade de execução e, até mesmo, a falta de motivação.

Segundo estudos de Perez *et al.* (2021) as aulas utilizadas na Educação Básica em nível mundial, conhecidas também por ensino tradicional, são ministradas em um contexto

padronizado em que os conteúdos são tratados de forma expositiva, prontos e imutáveis.

Dessa forma, não estimula o desenvolvimento cognitivo dos estudantes perante um problema, seja ele científico ou social, mostrando-se pouco eficiente para lidar com questões complexas da sociedade contemporânea.

Ao apenas conceituar uma temática da Ciências, sem o engajamento do estudante em todo o processo, não se trabalha o senso crítico do mesmo, a fim de que ele possa compreender o que está sendo estudado e possa relacioná-lo ao seu cotidiano.

A falta do hábito da pesquisa é outro fator importante responsável pela dificuldade dos estudantes. O professor deveria ser o elo entre a pesquisa e o pesquisar, pois o mesmo deve ser um constante pesquisador, é dele que vem o papel de multiplicador do hábito da leitura, da escrita e da curiosidade. Além disso, deve compreender que seu papel não se resume em simplesmente transmitir o conhecimento e sim educar pela pesquisa, se desafiando a transformar suas táticas. “Pesquisa é o processo que deve aparecer em todo o trajeto educativo”. (DEMO, 1996, p.16).

Outro fator que se aponta como agravante das dificuldades dos estudantes, foi o período pandêmico enfrentado pelos professores e estudantes. Em relação ao ensino remoto, a pandemia trouxe à tona uma realidade que muitas vezes passava despercebida ou era ignorada pela sociedade: diversidade de realidades e desigualdades educacionais, sociais e econômicas. Emergindo assim, segundo Valfisia e Chagas (2022) um panorama ainda mais desafiador e que precisa ser compreendido e superado com ações que garantam a recuperação de aprendizagens e o acesso à educação de forma mais igualitária.

A pandemia veio descortinar uma realidade, a qual já era conhecida, mas que acabava sendo ignorada e sua solução protelada. Foi possível compreender que, a educação familiar, ou *homeschooling*, tão sonhada por alguns, nossa sociedade não está preparada. Assim como a EAD, também não consegue contemplar com equidade, a realidade de grande parte dos estudantes brasileiros, pois são carentes até mesmo do que é considerado básico. (VALFISIA; CHAGAS, 2022 p. 509)

Vários estudiosos referenciados neste trabalho como: Barra e Lorenz (1986) Araújo e Abib (2003), Gonçalves e Marques (2013), Axt (1991), Perez e Aleixandre (2015), Carvalho e Gil-Pérez (2011), Alvarez *et al.*, (2013), Mordegli e Mengascini (2014), Maldaner e Zanon (2004) e Moraes (2008) enfocam em seus trabalhos a formação inicial e continuada dos professores como um diferencial altamente potencializador para a obtenção de melhorias educacionais, relacionando-as com as tendências que permeiam e embasam os processos de ensino e aprendizagem.

Goi (2014) também afirma que, de um modo geral, quando se fala da dificuldade de

introdução ou de adesão dos estudantes à metodologia ativa, pode-se relacionar o fato com a formação dos professores ao longo dos anos, pois, os professores privilegiam aulas teóricas, afastando o estudante do caráter investigativo do ensino, permitindo que os professores continuem como protagonistas e os estudantes meros ouvintes (GOI, 2014). Assim, pode-se apontar a falta de formação dos professores como um dos fatores aliados à dificuldade de os estudantes em trabalhar com a Experimentação Investigativa.

Em outro estudo, Mordegli e Mengascini (2014) trazem limitações, além das apresentadas acima, que podem estar ligadas às práticas experimentais na formação de professores. As quais são também, responsáveis pelas dificuldades apresentadas como: ausência de laboratório na escola falta de recursos e materiais, dificuldades, limitações de origem curricular: a quantidade e diversidade de conteúdos; limitações contextuais: desvalorização social do conhecimento científico.

Para Pozo e Crespo (2009), a falta de articulação pelo estudante entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar resulta na falta de motivação dos mesmos, o que gera uma barreira para a realização e a obtenção de êxito no processo de ensino-aprendizagem. Os estudantes não aprendem porque não estão motivados, o que gera um ciclo ininterrupto, pois a falta de motivação advém da falta de aprendizado.

A motivação, embora seja vista como sendo só dos estudantes, não é mais uma responsabilidade somente deles, mas sim do resultado como se estruturou o processo educativo na qual estão inseridos e, neste caso, de como lhes é ensinada a Ciência (POZO; CRESPO, 2009).

Assim, pode-se concluir que são várias as discussões e questionamentos a respeito de concepções e ações que sejam eficazes à luz dos processos de ensino e aprendizagem. Vários pesquisadores apontam críticas ao atual modelo de ensino, que tem sido caracterizado, como: superficial, desconexo da realidade (VALENTIM, 2017), gerador de obstáculos epistemológicos e pedagógicos (LOPES, 1992; 2007), de visões deformadas do trabalho científico (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; CACHAPUZ, 2005), e por ser profundamente defasado no que se refere à promoção de atividades experimentais (BASSOLI, 2014).

iv) Potencialidades da Experimentação Investigativa na Educação Básica

A metodologia de Experimentação Investigativa, proposta neste trabalho, pode incitar o interesse dos estudantes além de aumentar a capacidade de aprendizagem, fazendo despertar, nos mesmos, o interesse científico, determinando a estimulação de habilidades, senso crítico e de observação, assim como, a organização de dados (GIORDAN, 1999).

Cabendo ao professor idealizar estratégias que incentivem a interação entre estudantes, professor e conteúdos, promovendo trocas que resultem em aprendizado e mantenham vivos o interesse dos estudantes em sala de aula.

Em seus estudos Galiazzi e Gonçalves (2004), revelam que quando os estudantes são provocados a pesquisar e propor hipóteses para a resolução de problemas, os mesmos são estimulados a tomar decisões e expressar suas ideias para outras pessoas. Tais estímulos podem ser provocados pelas atividades experimentais investigativas nas aulas de Ciências e são importantes para a formação social dos estudantes, promovendo-lhes, uma base para enfrentar situações nas quais precisam tomar iniciativa, dentro ou fora da escola.

Ainda, conforme Galiazzi e Gonçalves (2004), outra possibilidade é compreender as atividades experimentais a partir dos princípios do “educar pela pesquisa”, que se caracteriza pelo movimento de questionamentos reconstrutivos, construção de argumentos e comunicação. Ou seja, começam pelo questionamento que favorece a explicitação do conhecimento inicial dos estudantes sobre o fenômeno estudado.

A Experimentação Investigativa surge como uma metodologia que expõe uma forma de fazer com que os estudantes se envolvam de forma produtiva no processo de aprendizagem com uma melhor construção dos conceitos. Visto que se percebe que durante as aulas expositivas a maioria dos estudantes se dispersam facilmente durante as explicações, o que traz dificuldades na construção dos conceitos. Conforme Oliveira (2010), a experimentação no Ensino de Ciências, quando tem suas potencialidades e limitações reconhecidas, pode colaborar ao entendimento de conceitos procedimentais e atitudinais, o que contribui para que ocorra o desenvolvimento escolar.

Desta forma a metodologia da Experimentação Investigativa no Ensino de Ciências pode ser um recurso auxiliar no Ensino de Ciências, conforme aponta Gaspar (2009), o experimento sozinho não é capaz de desencadear uma relação com o conhecimento científico, e sim a articulação da teoria com a prática. Para Gaspar (2009), durante uma aula prática o estudante consegue interpretar melhor as informações, ao relacionar a prática com suas vivências, a interação social entre eles também se torna mais forte, devido às informações que são discutidas, estimulando a curiosidade, dos mesmos, durante a atividade.

Hodson (1994) afirma que estimular atividades que oportunizem momentos de reflexão e discussão acerca dos métodos e resultados trabalhados promove condições em que os estudantes desenvolvam melhor sua compreensão, aprendam a respeito da natureza das Ciências e se tornem capazes de tomar decisões embasadas no seu entendimento. Estas constatações foram evidenciadas por tomada de decisões e realizações dos estudantes durante

a aplicação dos blocos de Experimentos Investigativos, que se colocaram como protagonistas de seus trabalhos ao tomar decisões estratégicas, como na construção do Carro Sustentável, proposto no Bloco 3.

Durante a implementação do trabalho, observou-se que durante as atividades alguns estudantes, que em sala de aula dispersam-se facilmente, no entanto, se envolveram no processo e desenvolveram as atividades experimentais, ao argumentarem e demonstrarem saber o que executaram. Podendo-se então justificar por serem atividades Experimentais Investigativas, que segundo Bassoli (2014) estimulam a interatividade intelectual, física e social, com contribuição para a formação de conceitos.

Ainda, segundo Borges (2002), as atividades investigativas levam um tempo maior que as atividades tradicionais, mas torna-se um processo mais significativo para a aprendizagem, pois os estudantes participam de todas as etapas da investigação, desde a interpretação do problema até a possível solução, desenvolvendo sua autonomia e criticidade. Apesar de saber-se das potencialidades desta metodologia, muitas vezes é difícil de ser aplicada, pois demanda tempo para o planejamento de suas atividades, uma vez que os professores das escolas públicas estão com uma sobrecarga de trabalho.

Muitos aspectos influenciam a sobrecarga de trabalho do professor, para Tardif e Lessard (2008) pode-se considerar as condições de trabalho, recursos disponíveis, localização da escola, a diversidade e a situação socioeconômica dos estudantes e de suas famílias, a violência, a presença ou não do tráfico, o tamanho das turmas, o número de disciplinas, o tipo de vínculo empregatício, as atividades de avaliação, as reuniões e as tarefas administrativas. O planejamento, a organização e a preparação das aulas, conforme Tardif e Lessard (2008) constituem um dos mais exigentes aspectos da carga de trabalho docente, envolvendo uma série de atividades a serem organizadas necessitando fazer a adaptação aos interesses e à diversidade de características pessoais dos estudantes. A carga de trabalho também inclui fortemente as emoções, por ser um trabalho interativo e envolver relações sociais afetivas, levando em consideração as emoções do estudante.

Pode-se assim defender que o uso da Experimentação Investigativa nas aulas de Ciências tem potencial e seu uso pode se tornar frequente entre os professores, desde que bem planejada e elaborada para não ser apenas prática pela prática. Percebe-se também, que a maioria dos estudantes se demonstram interessados em desenvolver o experimento e que aprendem com ele, pois, o mesmo possibilita a reflexão dos estudantes, professores e pesquisadores, criando novas oportunidades de ensino e tornando a aprendizagem relevante em todos os casos.

4.3 Análise do Questionário Final

O objetivo deste questionário foi averiguar as opiniões dos estudantes em relação ao desempenho das aulas utilizando a metodologia de Experimentação Investigativa. Por meio dos resultados pode-se, de forma crítica, conhecer aspectos relacionados à construção do conhecimento por meio das aulas procurando corrigir eventuais falhas e melhorar a qualidade do ensino pela pesquisadora.

Para a análise do Questionário Final (Apêndice B) organizou-se os resultados por categorias *a priori*, são elas: **(i) Quanto aos Experimentos Investigativos sugeridos; (ii) Quanto às estratégias adotadas pelo grupo; (iii) Quanto às aulas experimentais; (iv) Quanto aos relatórios orais e escritos; (v) Quanto ao trabalho através da experimentação investigativa; (vi) Autoavaliação.**

(i) Quanto aos Experimentos Investigativos sugeridos

A Tabela 6 traz os escores produzidos pelas avaliações dos estudantes diante das questões relacionadas aos Experimentos Investigativos sugeridos durante o desenvolvimento do trabalho.

Tabela 6- Quanto aos Experimentos Investigativos sugeridos

Pergunta	Escore
Foram de fácil compreensão.	3,85
Os dados para a experimentação investigativa não necessitam de pesquisas.	3,14
A linguagem utilizada foi de difícil compreensão.	2,90
Pesquisei muito para chegar em estratégias adequadas.	3,76
O grupo compreendeu a situação a ser investigada, sem grandes dificuldades.	3,52
As situações investigadas exigiram pouco raciocínio.	2,90

Fonte: Autora (2023)

As respostas dos estudantes demonstraram aprovação aos Experimentos Investigativos sugeridos, visto que houve manifestação de concordância em escore de 3,85 na escala Likert quanto à questão de que os Experimentos Investigativos eram de fácil compreensão. Bem como, não demonstraram opinião, com escore 2,90 na escala Likert, diante da afirmação de

que a linguagem utilizada teria sido de difícil compreensão.

Ainda assim, com escore de 3,14 não souberam opinar sobre a necessidade de pesquisa para a realização dos Experimentos Investigativos, sendo que 3,76 confirmaram a necessidade de procurar boas estratégias para a sua realização, sugerindo estudos, trocas de conhecimento entre os estudantes e orientação da professora-pesquisadora. Confirmando dessa forma com Sasseron (2013), que revela que investigação está relacionada com pesquisa, podendo acontecer tanto em meios científicos quanto em sala de aula, uma vez que o mais importante não é o seu fim, mas o caminho trilhado. Para Sasseron (2013), o essencial é que esses momentos apresentem uma problemática instigante, bem como meios para resolvê-la.

Com as respostas dadas pelos estudantes, admite-se que, para serem interessantes, os Experimentos Investigativos não precisam ser de difícil compreensão, bastando que proporcionem discussão e promovam novas descobertas. Para isso afirmam que a resolução desses experimentos exige raciocínio e dedicação.

Corroborando com esta ideia, Bruner (1973b) nos chama atenção para um fator importante, na predisposição para explorar alternativas, propondo que a instrução deverá facilitar e ordenar o processo de aprendizagem do estudante. Destaca que existem três fatores envolvidos no processo de exploração: 1º) A ativação, sendo o que dá início ao processo; 2º) A manutenção, que serve para que o processo se mantenha; 3º) A direção, que evitará que ele siga por caminhos indesejados. Esses aspectos são caracterizados como exploração de alternativas e para que ocorra a exploração é necessário que exista uma certa curiosidade, gerada por um nível ótimo de incerteza. Assim, trabalhar com rotinas não proporciona ao estudante o desejo de solucionar problemas (BRUNER, 1973b).

Deste modo, a aceitação pelos estudantes dos experimentos sugeridos favoreceu a adesão ao desenvolvimento do trabalho, despertando o interesse em resolvê-los.

(ii) Quanto às estratégias adotadas pelo grupo

A análise das avaliações realizada a partir desta categoria encontra-se na Tabela 7, e refere-se às manifestações dos estudantes quanto às estratégias que eles adotaram para resolver as atividades propostas.

Na Tabela 7 estão elencadas as questões sobre as estratégias adotadas pelo grupo.

Tabela 7- Quanto às estratégias adotadas pelo grupo

Pergunta	Escore
Foram eficazes nas investigações propostas.	4,09
Pouco contribuíram nas atividades experimentais.	3,00
Quanto maior o número de estratégias adotadas, maiores as chances de obter sucesso na resolução da investigação.	3,81
Apenas uma estratégia é eficaz para a resolução da investigação.	2,81
As estratégias não ajudam em nada para a experimentação investigativa.	2,57

Fonte: Autora (2023)

Nesta categoria verificou-se que os estudantes demonstraram estar satisfeitos com as estratégias escolhidas para a realização das atividades experimentais, por meio das quais resolveram as atividades propostas. As avaliações indicaram que, não demonstram opinião em relação às estratégias escolhidas e ao número das mesmas, a fim de obter sucesso na resolução da investigação. O que para Galiuzzi *et al.* (2004) a experimentação contribui para a participação efetiva do estudante, que passa de mero observador e executor de tarefas a investigador e elaborador de hipóteses.

(iii) Quanto às aulas experimentais

O Ensino de Ciências exige dos professores novas práticas pedagógicas com metodologias que procurem superar as dificuldades de incluir os estudantes no processo de aprendizagem. Para Ramos e Barin (2021) a Experimentação Investigativa demonstra-se como uma alternativa viável para despertar o interesse dos estudantes pelo aprendizado. E mesmo pouco difundida, a Experimentação investigativa mostrou-se neste trabalho como uma boa estratégia de aplicação ao se verificar os resultados demonstrados pelos estudantes na Tabela 8.

Tabela 8- Quanto às aulas experimentais

Pergunta	Escore
Facilitaram nas resoluções das situações investigadas.	3,95
Estavam de acordo com as minhas expectativas.	3,52
Não contribuíram para as investigações propostas.	2,86
Senti dificuldades em relacionar as práticas que o grupo adotou com as investigações propostas.	3,67
O grupo não conseguiu adotar nenhuma prática para resolver os Experimentos Investigativos propostos.	2,67
As práticas adotadas não exigiram raciocínio, pois eram de fácil compreensão.	2,67

Fonte: Autora (2023)

Observando um escore de 3,95 na escala Likert, pode-se afirmar que os estudantes validaram a metodologia da Experimentação Investigativa como uma boa estratégia para a resolução das situações investigadas. Com um escore de 2,86, observa-se que os estudantes não têm opinião ao serem questionados se os experimentos não contribuíram para as investigações propostas, e ainda, com escore de 3,67 quando questionados se sentiam dificuldades de relacionar a teoria com a prática, permitindo avaliar como positiva a implementação deste tipo de atividade.

Desta forma, o Ensino de Ciências por Experimentação Investigativa é uma ferramenta que, além de aproximar os estudantes da prática experimental, tem o objetivo de fazê-los entender a elaboração de hipóteses e análise de dados como o meio para a conclusão do problema proposto, sendo eles os agentes do processo investigativo, como aponta Azevedo (2004, p.21): “[...] a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, deve conter também características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica.” Corroborando com Bruner (2008) que destaca a aprendizagem por descoberta como sendo compreendida como uma atividade de pesquisa, experimentação, investigação em que os estudantes devem explorar as situações, de forma mais elaborada, na tentativa de encontrar soluções.

Pela análise do questionário observa-se que os estudantes não têm opinião se as práticas adotadas exigiram raciocínio, o que se comprova com o escore de 2,67 no

questionário likert e que também conforme escore de 3,52 demonstram não ter opinião em relação às expectativas dos estudantes.

A Experimentação como parte de uma atividade de investigação se faz necessária e torna-se reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o Ensino de Ciências, colaborando com a formação do pensamento e das atitudes dos sujeitos, pois estes se constituem por meio de atividades investigativas (GIORDAN, 1999). Vindo de encontro a Laudan (2010) que se pode acreditar que a Ciência progride à medida que se resolve problemas.

Afirma-se assim, embasado nas respostas desta categoria que a Experimentação se constitui em uma metodologia viável ao Ensino de Ciências, pois conforme Gonçalves e Goi (2022 p. 136) com o uso da metodologia de Experimentação Investigativa o professor pode aproveitar o erro do estudante e levá-lo à construção do conhecimento, pois durante a pesquisa e o desenvolvimento dos experimentos o mesmo pode testar e formular hipóteses e, logo, interessar-se pela Ciência.

(iv) Quanto aos relatórios orais e escritos

Na Tabela 9 estão elencadas as questões sobre os relatórios orais escritos.

Tabela 9- Quanto aos relatórios orais e escritos

Pergunta	Escore
Auxiliaram na compreensão dos Experimentos Investigativos sugeridos.	4,09
Senti dificuldades em expor o meu pensamento para o grupo.	3,24
Acho desnecessária a realização de relatórios orais após cada Experimento Investigativo.	3,38
Acho importante os relatórios descritivos, pois, ajudam na compreensão da investigação.	3,76
Tenho dificuldades em descrever as estratégias adotadas para a Experimentação Investigativa.	3,48

Fonte: Autora (2023)

Pelos escores obtidos de 4,09 e 3,76, respectivamente, percebeu-se que tanto os relatórios orais como os escritos auxiliaram na compreensão dos Experimentos Investigativos sugeridos, além disso, os relatórios descritivos ajudaram na compreensão da investigação, conforme avaliação dos estudantes. Neste sentido, mostra-se fundamental que o professor incentive o aprendizado dos estudantes por meio da leitura, escrita e expressão oral, o que de

acordo com Bruner (1991), a experiência e memória se organizam, principalmente, de forma narrativa.

Para Bruner (1991) ao narrar o indivíduo constrói realidades e constitui a sua mente. Neste sentido a narrativa seria uma ferramenta da mente na construção da realidade, constituindo uma forma específica de funcionamento cognitivo, uma forma de pensamento, de organização mental.

Diante da questão de que achavam desnecessária a realização de relatórios orais após cada experimento investigativo, o escore apresentou-se 3,38, confirmando que os estudantes não têm uma opinião acerca do modelo de apresentação para o andamento da atividade.

Outro aspecto em relação aos relatórios orais foi quando os estudantes não opinaram se sentiam ou não dificuldades em expor seus pensamentos em sala de aula, conseguindo manifestar na exposição de seus experimentos as dificuldades e êxitos apresentados em sua construção. Sendo que este aspecto nos reporta a Bruner (1992) que defende um ensino que priorize e respeite a fase de desenvolvimento mental do estudante e que o permita protagonismo na aquisição do conhecimento. Este teórico nos afirma que: “Conhecemos o mundo de maneiras diferentes, a partir de posicionamentos diferentes, e cada uma dessas maneiras na qual o conhecemos produz estruturas ou representações, ou, de fato, realidades diferentes” (BRUNER, 1992 p. 115) que interferem na aprendizagem.

Nas respostas apresentadas pelos estudantes, houve um posicionamento efetivo quanto aos relatórios seguirem esquema semelhante aos relatórios anteriores, uma vez que a professora regente da turma é a própria pesquisadora.

Neste enfoque, defende-se que a metodologia de Experimentação Investigativa se mostra como uma alternativa para ser explorada nas aulas de Ciências, sendo necessária uma orientação didático-pedagógica para favorecer o entendimento dos fatos e conceitos científicos, o que para Laudan (1986) favorece professores e estudantes a superar os obstáculos para a compreensão das Ciências e do senso comum, já que, possibilita uma leitura atual do conhecimento científico oportunizando o entendimento das teorias específicas por meio de problematizações sobre a visão positivista das ciências no contexto escolar. Além do mais, a tradição de pesquisa traçada pelo autor, pode configurar-se nas salas de aula através das hipóteses a serem experimentadas pelos estudantes como forma de encarar o trabalho científico como atividade construída pela humanidade, sujeita a equívocos.

(v) **Quanto ao trabalho através da Experimentação Investigativa**

Nesta categoria de análise procurou-se verificar os objetivos da Experimentação

Investigativa, bem como promover a aprendizagem para que os estudantes possam compreender os processos científicos e a natureza das Ciências, de maneira que possam construir Experimentos Investigativos e resolver diversas situações.

Logo, faz-se necessário que a escola ofereça condições de pessoal e estrutura física a fim de que essa aprendizagem possa se concretizar, valorizando aspectos sociais que torne viável a introdução de conceitos curriculares. Desta forma, entende-se que a educação não se restringe somente à escola, mas ocorre em outros lugares onde há intenção, finalidade, ocasião e troca de experiências entre pessoas. Para Bruner (2001):

[...] a educação não ocorre apenas nas salas de aula, mas em torno da mesa do jantar quando os membros da família tentam extrair um sentido conjunto do que aconteceu durante aquele dia, ou quando as crianças tentam se ajudar para extrair sentido do mundo adulto, ou quando um mestre e um aprendiz interagem no trabalho. Portanto, não há nada mais apropriado do que a prática educacional para se testar a psicologia cultural (BRUNER, 2001, p. 9).

Na Tabela 10 estão elencadas as questões sobre o trabalho por meio da experimentação investigativa.

Tabela 10- Quanto ao trabalho através da experimentação investigativa

Pergunta	Escore
Foi um trabalho de difícil compreensão.	3,57
A experimentação investigativa não diferiu em nada ao trabalho que já estávamos realizando esse ano letivo.	3,48
Parece que pouco contribui para a minha aprendizagem.	3,14
Senti muitas dificuldades em compreender o trabalho através de Experimentos Investigativos.	3,28
O tempo foi suficiente para realizarmos as atividades.	3,86
Esse trabalho foi muito diferente do que estávamos habituados a realizar.	4,00
Percebi que este trabalho pode ser relevante para uma melhor compreensão das aulas experimentais.	4,14

Fonte: Autora (2023)

Avaliando o escore apresentado no questionário likert de 4,0, percebe-se que os estudantes gostaram de realizar o trabalho, pois, para eles foi muito diferente do que estavam habituados a realizar. Com escore de 4,14 concordam que contribui para suas aprendizagens pois torna melhor a compreensão das aulas experimentais, além de torná-los mais curiosos e desafiadores à construção do experimento que resolva a investigação.

A metodologia de Experimentação Investigativa se mostra como relevante nesta pesquisa quando os estudantes também concordam que o trabalho foi significativo quando a avaliação apresenta escores inferiores quanto questionados se as aulas experimentais investigativas auxiliam na aprendizagem dos conteúdos de Ciências e se os experimentos foram de fácil compreensão.

Quanto à diferenciação de Experimentação Investigativa dos demais trabalhos durante o ano letivo, o escore foi intermediário, o que demonstra que os estudantes não têm opinião sobre a Assertiva, porém ressalta-se que eles têm condições para responder esta questão, pois além da professora regente desenvolver suas atividades com metodologias inovadoras, a turma também recebe acadêmicos de licenciatura em Ciências Exatas que realizam seus estágios supervisionados de docência com esses estudantes, também trabalhando metodologias inovadoras. Observou-se que sempre mantiveram uma boa receptividade às solicitações feitas e colaboram com entusiasmo visando o bom desenvolvimento das atividades. Dessa forma, o Ensino de Ciências por experimentação investigativa é uma ferramenta que, além de aproximar os estudantes da prática experimental, tem o objetivo de fazê-los entender a elaboração de hipóteses e análise de dados como o meio para a conclusão do problema proposto, sendo eles os agentes do processo investigativo, como aponta Azevedo (2004, p.21): “[...] a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, deve conter também características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica.”

Não deram opinião sobre as dificuldades em compreender o que estava sendo solicitado no problema, porém a professora pesquisadora observou durante o trabalho que a interpretação da investigação foi um dos pontos que causou maior dificuldade para os estudantes, demandou uma maior intervenção da professora. Corroborando com Pozo e Crespo (2009), os mesmos afirmam que cabe acentuar a necessidade de o Ensino de Ciências ter como um de seus objetivos “[...] a prática de ajudar os alunos a aprender e fazer ciência, ou, em outras palavras, ensinar aos alunos procedimentos para a aprendizagem de Ciências” (POZO; CRESPO, 2009, p. 47).

Para a maioria dos estudantes o tempo foi suficiente para realizarem as atividades, demonstrando que o espaço-tempo para a pesquisa e investigação foi respeitado. Pois, segundo Borges (2002), as atividades investigativas levam um tempo maior que as atividades tradicionais, mas torna-se um processo mais significativo para a aprendizagem, pois os estudantes participam de todas as etapas da investigação, desde a interpretação do problema

até a possível solução, desenvolvendo sua autonomia e criticidade.

(vi) Autoavaliação

Esta categoria de análise teve como objetivo tornar mais eficaz a visão do estudante quanto ao seu desenvolvimento durante a execução do experimento e o seu verdadeiro envolvimento em seu processo de aprendizagem.

Assim, a Tabela 11 apresenta os escores tabulados sobre as questões que se referem à autoavaliação.

Tabela 11- Autoavaliação

Pergunta	Escore
As atividades motivaram-me para a experimentação investigativa.	3,95
Acredito que desperdicei o tempo dedicado ao trabalho sobre experimentação investigativa.	3,05
Tenho a impressão que a cada aula aprendi novos conhecimentos.	4,24
Colaborei com o grupo, assumindo de forma responsável cada experimento investigativo proposto.	4,24

Fonte: Autora (2023)

Observa-se na autoavaliação que o trabalho envolvendo a metodologia de investigação científica foi produtivo, pois se obteve escores altos quando os estudantes afirmam que as atividades de experimentação investigativa foram motivadoras e que aprendiam novos conhecimentos, com escores de 3,94 e 4,24, respectivamente. Porém, não opinaram se o tempo dedicado a esse trabalho foi desperdiçado.

Além de aprender de maneira mais interativa e autônoma, também destacam a colaboração com os colegas durante os trabalhos em grupo, assumindo de maneira responsável o trabalho investigativo proposto. Goi e Santos (2008) argumentam que o uso de atividades investigativas resultou em uma melhora na comunicação dos estudantes que, muitas vezes durante as aulas eram estudantes que não participavam efetivamente das discussões.

No período de realização dos experimentos, os estudantes interagem debatendo e discutindo a melhor alternativa, isto leva ao desenvolvimento da linguagem que pode desencadear a construção social do conhecimento. Conforme Bruner (2001):

Além disso, o conhecimento adquirido é mais útil para alguém que está aprendendo quando ele é descoberto por meio dos esforços cognitivos do próprio indivíduo que está aprendendo, pois, dessa forma, ele é relacionado ao que se conhecia antes e

utilizado em referência a isto. Tais atos de descoberta são enormemente facilitados pela estrutura do próprio conhecimento, pois não importa quão complicada seja uma área de conhecimento, a mesma pode ser representada por formas que a torna acessível por meio de processos menos complexos e elaborados (BRUNER, 2001, p. 9).

Problematizar os saberes escolares a partir de ideias básicas e relações fundamentais possibilita uma forma de ensino em que o estudante se desenvolve de acordo com sua fase e suas peculiaridades. Como já destacado, pode-se segundo Bruner (2001) ensinar uma criança independente da idade que tem, mas deve ter maturidade intelectual. O psicólogo defende que o mesmo tópico do conteúdo ministrado deve ser apresentado ao aprendiz com diferentes representações e níveis de profundidade, ou seja, o currículo em espiral.

Bruner (1969) assume também que o processo de aprendizagem é centrado no estudante em oposição a métodos baseados na transmissão unidirecional do conhecimento. Este ato de descoberta é prazeroso para o estudante, proporcionando um ensino na sua totalidade, com busca por alternativas necessárias ao processo, e por sua vez, mantém-se o estudante atento à construção do Experimento Investigativo.

Além do Questionário Final tipo Likert, como já destacado, foram aplicadas, após a implementação do trabalho, questões discursivas. Na próxima seção aponta-se a análise destas questões.

4.4 Concepções dos estudantes diante do trabalho realizado

Seguindo o contexto de avaliação dos estudantes, apresenta-se a análise das questões discursivas aplicadas ao final da implementação do trabalho, seguido da escala Likert. Essas questões foram elaboradas no intuito de saber como os estudantes perceberam a aplicação da metodologia de Experimentação Investigativa em seu contexto de sala de aula. Expôs-se aos estudantes um questionário de livre respostas, para que, com suas próprias palavras, relatassem suas opiniões e manifestassem seus pontos de vista sobre o trabalho realizado.

Os questionários podem ser norteadores, suporte técnico ou até mesmo critérios em pesquisas que envolvem a investigação de fenômenos relacionados à interação social, tecnológica e humana. A eficácia da produção de dados costuma estar relacionada ao uso de um questionário bem elaborado (COELHO; SOUZA; ALBUQUERQUE, 2020).

No primeiro questionamento, foi perguntado se a metodologia de experimentação investigativa foi importante para o seu aprendizado. Observou-se que dos vinte e cinco estudantes questionados, foram unânimes em concordar que o trabalho foi produtivo e trouxe

um melhor aproveitamento e entendimento nas aulas, de acordo com as respostas, como:

[...] acho que foi uma forma menos entediante para estudarmos sobre determinados assuntos (Estudante 4)

[...] eu acho que foi importante por que eu fui aprendendo mais com as investigações (Estudante 12)

[...] muito, trouxe mais conhecimentos de formas claras e divertidas (Estudante 17)

[...] aprendi muito, além de relacionar coisas do dia a dia com o que estava vendo em sala de aula (estudante 20)

Percebe-se então, que os estudantes acreditam na Experimentação Investigativa como uma forma de potencializar a aprendizagem. Corroborando com essa posição dos estudantes, teóricos como Malheiro e Fernandes (2015) acreditam que o trabalho experimental investigativo tem como objetivo resolver um problema real, se constituindo em uma estratégia pedagógica com “potencial inovador, porquanto possibilita o trabalho em grupo, a pesquisa e a construção de novos conhecimentos e, por isso também, potenciadora de aprendizagens mais amplas e significativas para os alunos” (MALHEIRO; FERNANDES, 2015, p. 80).

Ainda Suart (2014) destaca que as atividades investigativas podem despertar no estudante o gosto pela Ciência, estimulando a curiosidade e a busca do conhecimento pela investigação. Entende-se que, dessa forma, os estudantes poderão desenvolver as competências necessárias para resolver os problemas que lhe aparecerem no seu dia a dia. Para Suart (2014, p. 74) “[...] as atividades experimentais investigativas partem de uma situação problema, de interesse do aluno, a fim de que este se motive e veja necessidade em aprender o conteúdo a ser desenvolvido”.

No segundo questionamento, indagou se as aulas experimentais por meio da investigação tiveram algumas falhas. A maioria respondeu que as falhas foram as tentativas em construir os experimentos, principalmente o carro sustentável que demorou para colocar em funcionamento. Tais falhas citadas pelos estudantes, segundo Gil-Pérez *et al.* (2001) é uma concepção natural normalmente observada na realização de atividades experimentais, a concepção de que existe um “método científico” bem definido e infalível. O que para Zômpero e Laburú (2011) os estudantes são privados de suas habilidades criativas, e não podem se desprender do caminho sugerido no roteiro, salvo em raras ocasiões em que o estudante é incumbido de investigar um problema proposto na atividade experimental, como por exemplo, em atividades experimentais investigativas.

Para Allchin (2012), se o objetivo da atividade didática é ensinar “como a Ciência funciona”, é de igual relevância ensinar aos estudantes o processo reverso, isto é, como a

ciência não funciona. A existência do erro proporciona um momento único para ensinar a natureza da atividade científica, em especial seu caráter tentativo, promovendo uma ruptura com o paradigma instaurado pela visão deformada de ciência infalível e perfeita.

No terceiro questionamento, solicitou-se aos estudantes que citassem aspectos positivos ao trabalhar a Experimentação Investigativa, comparando com as atividades experimentais habituais. Pelo exposto pode-se observar que os aspectos positivos em relação a Experimentação Investigativa se sobressaíram em relação às atividades habituais, mesmo que os mesmos já viessem trabalhando metodologias ativas. Justifica-se tal colocação em função das respostas dos estudantes:

[...] é legal, traz atividades novas. (Estudante 3) [...] experiências novas muito boas. (Estudante 14)
 [...] conhecimento, aprendizado, união da turma, pois o grupo que terminava primeiro ajudava os outros. (Estudante 19)
 [...] interessante, fizemos várias pesquisas (Estudante 22)

Bruner (2001), em sua teoria da aprendizagem, realça a importância da predisposição do estudante para explorar alternativas e, nesse sentido, um bom nível de incerteza se torna combustível na investigação, provocando curiosidade e evitando o desânimo ou ímpeto. Morini (2009) afirma que a busca do estudante em relação a outros objetivos para a resolução dos problemas, “é, por exemplo, a curiosidade, a satisfação pessoal e a superação de algum conflito cognitivo que tenha surgido durante alguma atividade” (MORINI, 2009, p. 37).

No quarto questionamento, solicitou-se aos estudantes que citassem, se houve, aspectos negativos de trabalhar a Experimentação Investigativa, o que a maioria deles apontaram não haver aspectos negativos. Sendo o único aspecto negativo os mesmos terem que pensar muito para desenvolver um experimento que contemple a investigação. Sendo assim, até o aspecto negativo contribui para a eficácia da metodologia de Experimentação Investigativa, pois para Pesa e Ostermann (2002) pode-se destacar nas obras de Laudan que as dificuldades conceituais no modelo de solução de problemas é uma componente substantiva do progresso científico e tem bases empíricas.

Por fim, no quinto e último questionamento, permitiu-se aos estudantes que apresentassem comentários sobre o desenvolvimento do trabalho, de forma livre. Nesta oportunidade de expressar comentários, apenas sete estudantes manifestaram-se, sendo que quatro limitaram-se a dizer que acharam o trabalho construtivo, dois dos estudantes apresentaram um comentário afirmando que um dos problemas que encontrou durante a realização das atividades foi a dificuldade de chegar em um experimento que “desse certo”. Esse “dar certo” surge como reflexo da experimentação em uma abordagem tradicional,

corroborando com Flores *et al.* (2009) quando apontam que as limitações da abordagem tradicional podem estar associadas ao papel desempenhado pelo estudante, uma vez que seu papel se reduz à execução de um procedimento dado, com a esperança de obter resultados corretos e pré-determinados. Então, pouco se usa a imaginação, a criatividade e os desafios cognitivos.

Um entre os sete estudantes que se manifestaram apontou o interesse em desenvolver um experimento que demonstrasse o comportamento dos elétrons em diferentes materiais, mostrando, dessa forma, que a Experimentação Investigativa é capaz de despertar o interesse e a curiosidade que são natos das crianças e adolescentes, conforme Bruner (1969) a curiosidade, facilmente observável em qualquer criança, ele se arrisca a dizer que ela é uma característica que define a espécie humana.

Mesmo que dezoito estudantes não tenham se manifestado, acredita-se que este fato também reforça o emprego maior de metodologias inovadoras, a fim de que os estudantes tornem protagonistas de suas aprendizagens. Para isso a BNCC (BRASIL, 2017) traz para a área das Ciências da Natureza, tanto no Ensino Fundamental e Médio, a seguinte afirmação:

[...] para tanto, é imprescindível que eles sejam progressivamente estimulados e apoiados no planejamento e na realização cooperativa de atividades investigativas, bem como no compartilhamento dos resultados dessas investigações. Isso não significa realizar atividades seguindo, necessariamente, um conjunto de etapas predefinidas, tampouco se restringir à mera manipulação de objetos ou realização de experimentos em laboratório. (BRASIL, 2017).

Importante lembrar que, na primeira parte do questionário, quando as afirmativas eram objetivas, houve significativos escores referindo-se à assertiva “gostei de trabalhar com a Experimentação Investigativa”, e que foi uma atividade interessante e diferente do que os estudantes estavam habituados a realizar. Logo, fazendo uma relação entre todos os resultados obtidos, a resposta do estudante aparece como um caso isolado, mas de relevância para reflexão, pois a aprendizagem investigativa contribui para despertar o interesse no estudante pelo aprender. Estimulando o raciocínio, o desenvolvimento do senso crítico e a motivação, promovendo o engajamento e o desejo pelo conhecimento, tornando o estudante protagonista e não um mero espectador, além de tornar as aulas mais atrativas e motivadoras.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos por meio do presente estudo apontam que, apesar da Experimentação Investigativa, como metodologia de Ensino, não se apresentar como um recurso didático novo, existindo publicações e tentativas de implementações sobre o assunto anteriores à década de 70, pode-se perceber que os estudantes, participantes desta pesquisa, não estavam familiarizados com a mesma. Nesse sentido, apresentou-se como uma experiência inovadora na escola, expondo aos estudantes envolvidos um processo de construção do conhecimento de forma que o mesmo possa aprender a construir conhecimento científico a partir do seu cotidiano.

A partir da revisão de literatura realizada por meio de uma busca de artigos relacionados ao assunto em revistas da classificação Qualis Capes A1, A2 e B, nacionais e uma internacional no período de 2010-2020, fazendo um levantamento sobre como a Experimentação vem sendo trabalhada nos últimos anos. Pontuando a importância do professor no processo de ensino e aprendizagem, como um mediador, que leva a reflexões e possíveis transformações, tanto na forma de conceber a aprendizagem como na maneira de ensinar.

Os trabalhos analisados mostraram que a Experimentação Investigativa vem sendo trabalhada, geralmente articulada a experimentos práticos em sala de aula, laboratórios, estações experimentais ligadas a temáticas e a Resolução de Problemas.

Os artigos lidos e analisados apontam que a Experimentação Investigativa, quando trabalhada em grupo, permite dinamizar a aprendizagem e promover interação desenvolvendo habilidades e facilitando a compreensão de conceitos científicos, aproximando o estudante a uma realidade científica além da resolução de um problema. A revisão de literatura permitiu vislumbrar que ainda é pequena a quantidade de trabalhos que utilizam a metodologia da Experimentação Investigativa, sendo assim esses indicadores do panorama das pesquisas em Experimentação Investigativa no Ensino de Ciências contribuíram para o direcionamento desta pesquisa.

Diante das leituras realizadas e pela pesquisa desenvolvida tornou-se possível perceber que utilizar-se da metodologia de Experimentação Investigativa tem grande poder motivador para o estudante, já que envolve situações novas e desafiantes, levando-os ao desenvolvimento de diferentes atitudes e promovendo conhecimento.

Quanto ao referencial adotado foram utilizados autores que pesquisam a utilização e importância desta metodologia. Carvalho *et al.* (1995), Borges (2002), Suart e Marcondes (2009) e Azevedo (2004, p.21) quando apontam que a utilização de experimentos promove a compreensão de conceitos, além de ser uma forma de levar o estudante a participar de seu processo de aprendizagem, fazendo com que o mesmo venha sair de uma postura passiva e comece a perceber e a agir sobre seu objeto de estudo, tecendo relações entre os acontecimentos do experimento para chegar a uma explicação causal acerca dos resultados de suas ações e interações.

Para Fernández e Greca (2014) a possibilidade de o estudante apresentar uma melhor compreensão dos conceitos científicos propostos após poder experimentá-los de forma prática e chegar à resolução de um problema, constitui um marco de ligação entre a Experimentação Investigativa e a epistemologia de Laudan (1987). Neste sentido, Bruner (2008) constituiu-se como referencial psicológico, apropriado para o tratamento da Experimentação Investigativa no contexto escolar, permitindo entender como o estudante aprende, o significado do currículo em espiral e a diferença dos fatores intrínsecos e extrínsecos durante o processo de aprendizagem.

A implementação deste trabalho de pesquisa, apesar da complexidade inicial e por ser inovador para os estudantes trabalharem com uma metodologia investigativa, mostraram-se atividades didáticas adequadas para o tratamento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Além disso, o ensino mediante uma abordagem investigativa, baseada na pesquisa e na Experimentação Investigativa, pode proporcionar aos estudantes uma visão coerente, ainda que simplificada, das metodologias empregadas nas atividades científicas.

Apesar de os estudantes apresentarem dificuldades com a interpretação da investigação, realização da pesquisa, organização dos grupos, argumentação, escolha de experimentos, organização do material e também na escrita dos relatórios, durante o processo da Experimentação Investigativa, foi possível observar uma evolução significativa dos mesmos em cada um desses aspectos, indicando um possível desenvolvimento de competências necessárias em função da exigência de uma maior demanda cognitiva, a qual não estavam habituados a desenvolver. A superação, mesmo que em parte, das dificuldades enfrentadas no desenvolvimento da implementação em sala de aula demandou tempo, pesquisa e dedicação.

Um fator importante observado durante esta pesquisa foi a articulação entre áreas do conhecimento, o que pode ser evidenciado por falas e escritas durante o trabalho, os quais mostraram que a Experimentação Investigativa propicia uma integração entre diferentes

componentes curriculares. Nesse aspecto, também a inclusão de temáticas sociais e ambientais relevantes, favorecendo um ensino interdisciplinar e contextualizado, como orientado nas Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio, proporcionando uma articulação da Ciência à realidade social vivenciada pelo estudante.

A metodologia da Experimentação Investigativa possibilita que o professor promova a troca de ideias e a manifestação de dúvidas entre os estudantes, assumindo um papel de incentivador e facilitador das ideias produtivas, que possam conduzir os estudantes para construção de conhecimento. Portanto, questionamentos levantados por um grupo podem ser respondidos por outro, provocando um debate e favorecendo uma sucessiva socialização de resultados. Propiciando um ambiente de cooperação, de busca, de exploração e descoberta, estimulando a diversidade de estratégias e as soluções variadas, valorizando o processo em detrimento do resultado. Logo pode-se afirmar que os estudantes se envolvem e se desenvolvem no decorrer da pesquisa até o experimento.

Assim, observa-se que a motivação vem de fatores internos, como o do próprio desejo de descobrir e compreender os fatos e resultados, entendendo-se que esta metodologia leva o estudante a aprender motivado por fatores intrínsecos Bruner (2008), o que torna a aprendizagem mais duradoura e efetiva. Neste sentido, aprimora também o trabalho docente, contribuindo com a formação continuada e estimulando a busca por inovações em sua prática. De acordo com a proposta dessa pesquisa, concluiu-se que os estudantes atribuíram à disciplina de Ciências outros significados, que não apenas o de decorar conceitos, mas

também, passando a repensá-la na sua utilidade para ações cotidianas e questões sociais.

Assim, compreende-se que utilizar a metodologia de Experimentação Investigativa constitui-se em uma forma de trabalhar com situações reais e cotidianas, processando informações adquiridas por meio da pesquisa, ampliando o conhecimento investigado, ressignificando suas concepções de mundo. Abandonando dessa forma, a compreensão linear dos conceitos para compreender o conhecimento, percebendo-o como um processo com diferentes variáveis envolvidas.

Neste sentido, pode-se dizer que a questão norteadora do problema da pesquisa “Quais são as potencialidades dos Experimentos Investigativos na aprendizagem de conceitos no Ensino de Ciências?” foi respondida, uma vez que a metodologia mostrou-se potencialmente relevante e adequada para o tratamento dos conceitos ligados a Energia e Eletricidade, uma vez que os estudantes participaram das atividades com mais autonomia,

procurando desenvolver hipóteses e chegar em resultados que resolvessem a investigação. Nesta perspectiva, o estudante é autor do seu próprio conhecimento na aquisição de conceitos, respondendo dessa forma as hipóteses e o problema inicial.

Pode-se considerar que os objetivos desta pesquisa foram alcançados, uma vez que a aprendizagem não é efetiva para todos, pois os estudantes não aprendem todos da mesma forma e tampouco na mesma velocidade, logo entende-se que apenas parte das dificuldades foram sanadas. Neste sentido, Bruner (2008) defende um método de ensino na qual há um confronto dos estudantes com problemas que os levarão a uma busca por uma solução. Para encontrar essa solução os estudantes deverão explorar suas experiências prévias e validar se precisam adquirir novos conhecimentos.

Os aspectos observados durante a realização desta pesquisa possibilitaram refletir sobre a importância de repensar continuamente a prática enquanto educadores. Decorrente da participação da pesquisadora em Programas como o PIBID, Residência Pedagógica (RP) e o Mestrado Profissional de Ensino de Ciências da Unipampa, os quais aproximam de metodologias de aprendizagens que ampliam horizontes, sendo uma delas a metodologia de Experimentação Investigativa. Assim a professora pesquisadora permitiu-se a uma nova forma de trabalhar, produzir e publicar diferentes trabalhos com objetivo de melhorar a qualidade de ensino, além de trilhar novos caminhos na busca de aperfeiçoar sua prática.

Com a intenção de que outros professores em formação ou formação continuada possam conhecer a metodologia da Experimentação Investigativa e aplicá-la, como produto educacional desta pesquisa, disponibilizou-se um perfil no *instagram*, o qual contém *ecards* com informações sobre esta metodologia, apresentando como utilizá-la, alguns blocos de Experimentos Investigativos produzidos pela professora pesquisadora e uma bibliografia sugerida, além de uma breve análise dos Experimentos implementados na Educação Básica.

Considerando a importância do desenvolvimento desta pesquisa para a professora pesquisadora, a qual se percebe evoluindo ao longo do trabalho, vivenciando na prática o que anteriormente era utopia, no sentido de vislumbrar uma metodologia efetiva no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes envolvidos. A mesma espera dar continuidade ao estudo da metodologia de Experimentação Investigativa, por meio da participação em cursos de formação inicial e continuada para professores, além de seguir a pesquisa em um futuro trabalho de doutoramento.

REFERÊNCIAS

ALEIXANDRE, Maria Pilar Jiménez. *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó, 2010.

ALLCHIN, Douglas. Teaching the nature of science through scientific errors. **Science Education**, v.96, n.5, p.904-926, 2012.

ALMEIDA, Laurinda Ramalho de. O coordenador pedagógico e a questão do cuidar. In: ALMEIDA, Laurinda Ramalho de. e PLACCO Vera Maria Nigro de Souza. (org) **O coordenador pedagógico e as questões de contemporaneidade**. São Paulo. Loyola, 2006a.

ALMEIDA, Willa Nayana Corrêa. **A Argumentação e a Experimentação Investigativa no Ensino de Matemática: O Problema das Formas em um Clube de Ciências**. Dissertação de mestrado em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas - Universidade Federal do Pará, Belém. 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/10520/1/Dissertacao_ArgumentacaoExperimentacao_Investigativa.pdf> Acesso em 12 mai. 2021 às 19h.

ÁLVAREZ, Maria Lires; ARIAS, Azucena Corrêa, PÉREZ, Úxio Rodrigues; SERRALLÉ, José Marzoa. **La historia de las ciencias en desarrollo de competencias científicas. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**. v. 31. n. 1. p. 213-233. 2013.

ALVES FILHO, José de Pinho. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 174-182, 2000.

ARAÚJO, Angélica Oliveira de. **O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de química**. 141f. Dissertação (mestrado em Educação) Faculdade de Educação – UFMG, Minas Gerais. 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/FAEC85BKEK/1/dissertao_ang_lica_oliveira_de_ara_jo.pdf>. Acesso em: 20 abril 2021 às 2 h.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf>>. Acesso em: 15 abril. 2021 às 10h.

AUSUBEL, David Paul. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes. 1982.

AXT, Rolando; MOREIRA, Marcos Antônio. O ensino experimental e a questão do equipamento de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo**, v. 13, p.97-113, 1991. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol13a08.pdf>>. Acesso em: 05 abril. 2021 às 9h.

AXT, Rolando. O papel da experimentação no Ensino de Ciências. In: MOREIRA, M. A.;

AXT, R. **Tópicos em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: Sagra, 1991

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, Ana Maria Pessoa. (Org). **Ensino de Ciências – Unindo a pesquisa e a prática**. Thomson, 2004.

AZEVEDO, Maria Nizete. **Pesquisa-ação e atividades investigativas na aprendizagem da docência em Ciências**. 2008. 224 f. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós- Graduação em Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde09102008155205/publico/DissertacaoMariaNizete.pdf>> . Acesso em: 03 dez.às 8h.

BARBERÁ, Oscar.; VALDÉS, Pablo. *El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias:una revisión*. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 14, n. 3, p. 365-379, 1996. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21466/93439>> . Acesso em:19 abril. 2021 às 19h.

BARBOSA, Joaquim de Oliveira; PAULO, Sergio Roberto de; RINALDI, Carlos. Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 16, n. 1, p. 105-122, 1999.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARRA, Vilma; LORENTZ, Karl M. **Produção de material didático de ciênciasno Brasil, período de 1950 a 1980**. **Ciência e Cultura**; São Paulo, v. 38, n.12, p. 1971-1983 dez. 1986

BASSOLI, Fernanda. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. 2014. **Ciência e Educação**, v. 20, n. 3, 2014, p. 579-593.

BELLUCO, Alex; CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Uma proposta de sequênciade ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 30-59, abr. 2014.

BEMFEITO. Ana Paula Damato. **Ondas de rádio no ensino médio com ênfaseCTS**. Dissertação de mestrado. CEFET: Rio de Janeiro, 2008.Disponível em: <<https://www.cedoc.fe.unicamp.br/banco-de-teses/35283>>. Acesso em 05 maio 2022 às 15h.

BERNARDELLI, Marisa Spagolla. Encantar para ensinar – um procedimento alternativo para o ensino de química. **Anais 1ª Convenção Brasil Latino América e9º Congresso Brasileiro de Psicoterapias Corporais**. Centro Reichiano, Foz do Iguaçu, 2004. CD- ROM. [ISBN – 85-87691-12-0].

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 9-31, p. 291-313, 2002.

BRANDÃO, Gustavo Krishnamurthy Linhares. **Horta escolar como espaço didático para a**

Matemática, da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza- CE, 2012.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues. Participar-pesquisar. In: Brandão, Carlos Rodrigues(org). **Repensando a pesquisa participante**. 3 ed. São Paulo: Brasiliense. 1998.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular. Brasil (BNCC). Educação é a Base**. 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em 05 jan. 2023 às 11h.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – Ciência da Natureza Matemática e Suas Tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação / Secretaria da Educação Média e Tecnológica, 1999.

_____. Parecer CNE/CP n. 2/2015. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=17625-parecer-cne-cp-2-2015-aprovado-9-junho-2015&category_slug=junho-2015-pdf&Itemid=30192 Acesso em: 04 maio 2020 às 18h.

_____. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. **Pacto nacional pela alfabetização na idade certa: alfabetização em foco: projetos didáticos e sequências didáticas em diálogo com os diferentes componentes curriculares: ano 03 unidades 06** / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. - Brasília: MEC, SEB, 2012. 47 p.

_____. **Portaria nº 343, de 17 de março de 2020** Dispõe sobre a Substituição das Aulas Presenciais por Aulas em Meios Digitais Enquanto Durar a Situação de Pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19. Ministério da Educação, 2020. Disponível em: <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-343-de-17-de-marco-de-2020-248564376>. Acesso em: 03 jun. 2020 às 13h.

BRITO, Liliane Oliveira; FIREMAN, Elton Casado. Ensino de ciências por investigação: uma proposta didática “para além” de conteúdos conceituais. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**. V. 13, N. 5, p. 462-479.2018.

BRUNER, Jerome Seymour. **The narrative construction of reality**. *Critical Inquiry*, 17, 1991.

_____. Another look at New Look 1. **American Psychologist**, n. 47, v. 6, p. 780-783, 1992.

_____. **A cultura da educação**. Porto Alegre: Artmed. 2001

_____. **Uma Nova Teoria da Aprendizagem**. Rio de Janeiro: Bloch, 1969.

_____. **O Processo da Educação**. 3ª ed. São Paulo. Nacional. 1973a. 87 p.

_____. **Uma Nova Teoria de Aprendizagem**. 2ª ed. Rio de Janeiro. Bloch. 1973b. 162 p.

_____. **Sobre o Conhecimento: Ensaio de mãos esquerda**. São Paulo: Phorte. 2008.

BRZEZINSKI, Iria. **Formação de profissionais da educação (1997-2002)**. Brasília: Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. 2006.

BUHLER, Juliane; IGNÁCIO, Patrícia. Políticas públicas educacionais implicadas no bom desempenho em ciências no PISA: um estudo comparativo Brasil, Singapura e Finlândia. **Olhar de Professor**, [S. l.], v. 23, p. 1–18, 2020. DOI: 10.5212/OlharProfr.v.23.2020.15593.209209229632.0720. Disponível em: <<https://revistas.uepg.br/index.php/olhardeprofessor/article/view/15593>>. Acesso em: 7 maio. 2023 às 18h.

CAAMAÑO, Aureli Ros. *Enseñar química mediante La contextualización, La indagación y la modelización*. **Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales**, 17(69), pp. 21- 34. 2011.

CACHAPUZ, Antônio. Superação das visões deformadas da Ciência e da Tecnologia: um requisito essencial para a renovação da educação científica. In: CACHAPUZ, Antônio; GIL-PÉREZ, Daniel; CARVALHO, Ana Maria de; PRAIA, João; VILCHES, Amparo. (Orgs.). **A necessária renovação do ensino de Ciências**. São Paulo-SP: Editora Cortez, 2005.

CACHAPUZ, Antônio; GIL-PÉREZ, Daniel; CARVALHO, Ana Maria de.; PRAIA, João e VILCHES, Amparo. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CAMPANARIO, Juan Miguel. *Asalto AL castillo: ¿a qué esperamos para abordar en seriola formación didáctica de los profesores universitarios de ciencias?* **Enseñanza de las Ciencias**. v. 20, n. 2., p. 315-325.2002

_____. *Contra algunas concepciones y prejuicios comunes de los profesores universitarios de Ciencias sobre La didáctica de las Ciencias*. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 21; n.01, p. 319-328. 2003.

CAÑÓN, Gabriel Pinto. *Innovación educativa de la Química mediante recursos de la vida cotidiana*. **Anuario Latinoamericano de Educación Química**, 17, p. 54-58. 2004.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa. O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: CARVALHO, Ana Maria Pessoa. **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para Implementação em Sala de Aula**. São Paulo: Cengage Learning. Cap. 1, 2013, p. 1 – 20

CARVALHO, Ana Maria Pessoa; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 2. ed. São Paulo: Cortez / Coleção questões da nossa época, 1995. 120 p.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa; VANNUCCHI, Andréa I.; BARROS, Marcelo A. ; GONÇALVES, Maria Elisa R. ; REY, Renato de C. **Ciências no Ensino Fundamental -O Conhecimento Físico**. São Paulo: Editora Scipione, 1998. 200 p.

CASAL, Jordi Domenech. *Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el laboratorio: un itinerario de mejora de los trabajos prácticos en el laboratorio*. *Enseñanza de La Ciencia*. v. 31; n. 3, p. 249-262. 2013.

COELHO, Suzana M.; KOHL, E.; DI BERNARDO, S. Formação de Professores do Ensino Médio pela Instrumentação e Pesquisa em Ciências. **Anais TALLER INTERNACIONAL DE DIDÁCTICA SOBRE LA FÍSICA UNIVERSITARIA**, III, 2002, Matanzas, DIDAC FISU 2002.

COELHO, Jorge, SOUZA, Gustavo, ALBUQUERQUE, Josmário. **Desenvolvimento de questionários e aplicação na pesquisa em Informática na Educação**. In: P. JAQUES, S. Siqueira, I. Bittencourt & M. Pimentel (Eds.), **Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação: Abordagem Quantitativa** p. 01-27. Porto Alegre 2020.

COLOMBO DE CUDMANI, Leonor. *Historia y Epistemología de las Ciencias*. *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, v. 17, p. 327-331, 1997.

COSTA, Célia Regina C. M.; MAIA, Heber. **Ações executivas**. In DIAS, A. P. B.; MAIA, H.(orgs) **Neurociência e Desenvolvimento Cognitivo**.Rio de Janeiro: wak, 2011. P. 19- 30.

CRUJEIRAS, Beatriz.; JIMÉNEZ ALEIXANDRE, María Pilar. *Participar en las prácticas científicas: aprender sobre La ciencia diseñando un experimento sobre pastas de dientes*. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, 72, 12-19. 2012.

_____ *Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas*. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 33, n. 1, p. 63-84.2015.

DE JONG, Onno. *Los experimentos que plantean problemas en las aulas de química: dilemas y soluciones*. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 16, n. 2, p. 305-314, 1998.

DEMO, Pedro. **Educar pela Pesquisa**. Campinas: Autores Associados, 1996.

DEWEY, John. **Democracia e Educação**. Trad. G. Rangel e A. Teixeira. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979.

DRIVER, Rosalind; ASOKO, Hilary.; LEACH, John; MORTIMER, Eduardo; SCOTT, Philip. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na escola**, n.9,p. 31-40, maio de 1999.

EDELSZTEIN, Valéria; GALAGOVSKY, Lúdia. Enseñanza acerca de los sentidos químicos. Indagación sobre uma experiência motivadora. **Enseñanza de la ciencia**. v. 37,n. 1, p. 177-194. 2019.

FARIA, Agnes Silvia Zeckel. **A funcionalidade das perguntas na elaboração do conhecimento nas aulas de ciências**. Disponível em: <http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_agnes_silvia_zeckel_faria.pdf>. Acesso em 12 maio 2020 às 18h.

FERNANDES, Maria Manuela, SILVA, Maria Helena S. O trabalho Experimental de Investigação: das Expectativas dos Alunos às Potencialidades no Desenvolvimento de Competências. **Anais...II Encontro Iberoamericano sobre Investigação Básica em Ciências**. Burgos, Espanha. 2004.

FERNÁNDEZ, David P; GRECA, Ileana Maria. *Uso de la metodología de la indagación para la enseñanza de nociones sobre fuerzas en primer ciclo de la escuela primaria*. **Revista Enseñanza de la Física**. v. 26, n. Extra ,265-273.2014.

FERNÁNDEZ, Isabel; GIL-PÉREZ, Daniel; VALDÉS,Plabo; VILCHES, Amparo. *¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos? In: GIL-PÉREZ, Daniel; MACEDO, Beatriz; MARTINEZ, Joaquin; SIFREDO, Carlos; VALDÉS, Pablo y VILCHES, Amparo. (Eds.). ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago: OREALC/UNESCO. Capítulo 2. p. 31-62, 2005. Disponível em:<<http://www.oei.es/decada1390003S.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2021 às 13h.

FERRAZ, Artur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Ensaio**, v. 19, 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v19/1983-2117-epec-19-e2658.pdf>>. Acesso em 13 maio 2020 às 15h.

FERREIRA, Luciana N.; QUEIROZ, Salete L. Artigos da revista Ciência Hoje comorecurso didático no ensino de química. **Química Nova (Impresso)**, v. 34, p. 354-360,2011.

FERREIRA, Marcos Vinícius Silva ;GOI, Mara Elisângela Jappe; MEDEIROS, Denise Rodrigues. . Contribuições das atividades experimentais no Ensino de Química na Educação Básica. **Revista Ciências & ideias**, v. 12, p. 61-78, 2021.

FERREIRA, Marcus Vinícius S.; GOI, Mara Elisângela J. **Contribuições das atividades experimentais investigativas no ensino de química da Educação Básica**. Trabalho de Conclusão de Curso no formato de artigo apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Ciências Exatas – Química. UNIPAMPA- Caçapava do Sul,

2018.

FERREIRA, Sérgio; CORRÊA, Roberta; SILVA, Fernando César. Estudo de Roteiros de experimentos disponibilizados em repositórios virtuais por meio do ensino por investigação. **Revista Ciência & Educação**. v. 25, n. 4, p. 999-1017. 2019

FERREIRA, Luiz Henrique, HARTWIG, Dácio Rudinei, OLIVEIRA, Ricardo C. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Novana Escola**. v. 32, n. 02, p. 101 – 106. 2010.

FLORES, Júlia; SAHELICES, Caballero M. C.; MOREIRA, Marco Antônio. *El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje*. **Revista de Investigación**, v. 33, n. 68, p. 75 – 112, 2009. Disponível em: <<http://www2.scielo.org.ve/pdf/ri/v33n68/art05.pdf>>. Acesso em: 21 abril. 2021 às 17h.

FRANZOLIN, Fernanda; FEJES, Marcela Elena. Desafios enfrentados por professores na implementação de atividades investigativas nas aulas de Ciências. **Revista Ciência & Educação**. v. 19, n. 2. p. 439-454. 2013.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 58ªed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2019.

_____. **Pedagogia do oprimido**, 17ª. ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

FREITAS, Denise; ZANON, Dulcimeire A. V. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências & Cognição**, v.10, p. 93-103, 2007. Disponível em: < <http://www.cienciasecognicao.org>>. Acesso em: 04 abril. 2021 às 9h.

FRIGGI, Daniela do A.; CHITOLINA, Maria Rosa. O ensino de processos de separação de misturas a partir de situações-problemas e atividades experimentais investigativas. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 13, n. 5, p. 388-403. 2018.

GALIAZZI, Maria do Carmo; ROCHA, Jusseli Maria B.; SCHMITZ, Luiz Carlos; SOUZA, Moacir L.; GIESTA, Sérgio; GONÇALVES, Fábio P. Objetivo das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 249- 263, 2001.

GALIAZZI, Maria do Carmo. GONÇALVES, Fábio Peres. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova**. v.27, n.2, pp. 326-331. ISSN 0100-4042. 2004.

GARCIA-MARTÍNEZ, Núria; GARCIA-MARTÍNEZ, Soledad; ANDREO-MARTÍNEZ, Pedro; ALMELA, Luiz. *Ciencia en la cocina. Una propuesta innovadora para enseñar Física y Química en educación secundaria*. **Enseñanza de Las Ciencias**. v. 36, n. 3, p.179-198. 2018.

GASPAR, Alberto. Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental. São Paulo: Ática,

2009.

GIL-PÉREZ, Daniel, et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Revista Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153. 2001.

GIORDAN, André; VECCHI, Gerard. **As Origens do Saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**. Traduzido por Bruno Charles Magne. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.

GODOY, Arlinda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar.-abr. 1995.

GOI, Mara Elisângela Jappe. **Formação de professores para o desenvolvimento da metodologia de resolução de problemas na educação básica**. Tese apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 2014. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/111912>>. Acesso 18 out. 2020 às 18h.

_____. **A Construção do conhecimento químico por estratégias de Resolução de Problemas**. Canoas: ULBRA, 2004, 151p. Dissertação de Mestrado.

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterano Brasil, ULBRA, 2004. Disponível em: <<https://www.btdeq.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/a-construcao-do-conhecimento-quimico-por-estrategias-de-resolucao-de-problemas-universidade-luterana-do-brasil>>. Acesso em 18 out. 2020 às 20h.

GOI, Mara Elisângela J.; SANTOS, Flávia Maria T. Resolução de problemas e atividades experimentais no ensino de química. 2008. **Anais...XIV Encontro nacional de ensino de química**, Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0708-1.pdf>>. Acesso em 20 set, 2020 às 23h.

GONÇALVES, Fábio P.; MARQUES, Carlos Alberto. *Problematización de las actividades experimentales en la formación y la práctica docente de los formadores de profesores de química*. **Enseñanza de Las Ciencias**. v. 31, n. 03, p. 67-86. 2013.

GONÇALVES, Raquel Pereira Neves. **Experimentação no ensino de química na educação básica**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pampa, MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS. Orientação: Mara Elisângela Jappe Goi. 2019. Disponível em: <<https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/rii/4654/1/DIS%20Raquel%20Gon%20c3%a7alves%202019.pdf>>. Acesso em 10 maio 2022 às 21h.

GONÇALVES, Raquel P. N.; GOI, Mara Elisângela J. Uma revisão de literatura sobre o uso da experimentação no ensino de química. **Revista Comunicações**. v. 25, n. 3, p. 119-140. 2018a.

- _____ A experimentação investigativa no Ensino de Ciências na Educação Básica. **Revista Debates em Ensino de Química**. v. 4, n. 2, p. 207-221. 2018b.
- _____. Articulação entre as Metodologias de Resolução de Problemas e a Experimentação Investigativa no Ensino de Química. In: 10º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão. **Anais do 10º SIEPE** - n.3. Santana do Livramento, RS – Unipampa – de 6 a 8 de novembro de 2018c.
- _____. Experimentação Investigativa na formação de professores de Ciências em tempos de pandemia. **Comunicações. Piracicaba**. v. 29, n. 1, p. 131-156, jan.-abr. 2022.
- GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Experimentação no Ensino de Química**. v. 31, n.3, p. 198-202. 2009.
- GRAMSCI, Antônio. **Concepção dialética da história**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1995.
- GRECA, Ileana Maria. PRUSIEL, Jimena Sanchez. **Unidades Didácticas Sabados de Ciência. A Marte con la Ciencia**. Universidad de Burgos- Espanha. p. 9. 2018. Disponível em: <https://www.ubu.es/sites/default/files/portal_page/files/indagaciones_a_marte_con_la_ciencia_sabados_de_ciencia.pdf>. Acesso em 10 julho 2021 às 17h.
- GRECA, Ileana Maria. PRUSIEL, Jimena Sanchez. **Unidades Didácticas Sabados de Ciência. Abre los ojos! No es magia! es Ciencia**. Universidad de Burgos- Espanha. p. 9. 2021. Disponível em: <www.ubu.es/sites/default/files/portal_page/files/unidades_didacticas_2020-2021.pdf>. Acesso em 10 julho 2021 às 19h.
- GRECA, Ileana Maria., VILLAGRÁ, Jesús A. M.; OJEDA, Maria D. *La formación en ciencias de los estudiantes del grado de maestro de Educación Primaria*. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** . v. 16, n. 2, p. 231-256. 2017.
- HARRY, José Osvaldo. Contribuição Bruneriana para o Ensino de Ciências. **Saberes Docentes em Ação**. v.2, n.1, nov/2016. Disponível em <<http://www.maceio.al.gov.br/wp-content/uploads/lucasragucci/pdf/2016/11/20-CONTRIBUI%C3%87%C3%83O-BRUNERIANA.pdf>>. Acesso em 11 agost 2020 às 17h.
- HARVARD, University Of (Org.). **Learning Theories: Discovery Learning** (Bruner). Disponível em: . Acesso em: 05 jul. 2012.
- HERRERO, Juan Francisco A.; BAUTISTA, Cristina V. *Utilización de la contextualización mediante el uso de demostraciones experimentales para mejorar la percepción y la actitud hacia La Química de los futuros maestros*. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 37, n. 3, p. 73-88. 2019.

HODSON, D. Experimentos na Ciência e no Ensino de Ciências. Tradução de Paulo A. Porto. Originalmente publicado em: **Educational Philosophy and Theory**, 20, 1988, p.53-66.

HODSON, Derek. *Hacia un enfoque más crítico del Trabajo de laboratorio. Enseñanza de Las Ciencias*, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

HODSON, Derek. Teaching and Learning Chemistry in the Laboratory: A Critical Look at the Research. **Educación Química**, v. 16, n.1, p. 30-38, 2005.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, Maria Pilar. A argumentação sobre questões sócio-científicas: processos de construção e justificação do conhecimento na aula. **Educação em Revista**, n.43, p.13-33. Jun. 2006.

KELLY, Gregory. Inquiry, activity and epistemic practice. IN: **Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda, 16-18 de fevereiro de 2005**, New Brunswick, New Jersey, EUA.

KOCH, Ingedore Villaça; ELIAS, Vanda Maria. **Ler e escrever: estratégias de produção textual**. Ed São Paulo: Contexto, 2015.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das Revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1998.

_____. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Ed. Fondo de Cultura Económica, 1971.

LAKATOS, Irme. *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Ed. Alianza, 1989.

LAUDAN, Larry. *El progreso y sus problemas. Hacia una teoría del crecientocientífico*. Ediciones Encuentro. Madrid, 1987.

_____. El progreso y sus problemas. Hacia una teoría del crecimiento científico. Madrid: Encuentro Ediciones. Tradução para o espanhol do original **Progress And its problems**, 1977, University Of California Press, 1986

_____. **O progresso e seus problemas: rumo a uma teoria do crescimento científico**. Tradução Red. São Paulo: EdUNESP, 2011.

_____. **O Progresso e seus Problemas: rumo a uma Teoria do Crescimento Científico**. Tradução de Roberto Leal Ferreira; São Paulo: UNESP, 2010.

LEITE, Sergio Antônio da Silva. **Afetividade e práticas pedagógicas**. São Paulo: Casa do psicólogo, 2006.

LIMA, Maria Emília C. C; MAUÉS, Ely. Uma releitura do papel da professora das séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças. **Revista Ensaio**. v. 8. n.2.p. 161-175. 2006.

LOPES, Alice Cassimiro. Obstáculos epistemológicos nos livros didáticos de Química. In:

LOPES, Alice Cassimiro. **Currículo e epistemologia**. Ijuí-RS: Ed. Unijuí: 2007.

_____. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da Ciência Química. **Revista Química Nova**, v. 15, n. 3, 1992, p. 254-261. Disponível em: . Acesso em: 05 fev. 2021.

LORENCINI JR, Álvaro. **O Professor e as perguntas na construção do discurso reflexivo em sala de aula**. Dissertação de doutorado. Faculdade de Educação da USP, 2000. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48133/tde-04042014-145646/publico/ALVARO_LORENCINI.pdf>. Acesso em 02 de junho 2021 às 21h.

LOURENÇO FILHO, Manoel Bergström. **Introdução ao Estudo da Escola Nova: bases, sistemas e diretrizes da pedagogia contemporânea**. 13. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

LORENZATO, Sérgio. **Para aprender matemática**. Campinas-SP: Autoresassociados.2010.

LÜDCKE, Menga; ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas**. São Paulo:EPU, 1986.

MACHADO, Cristina de Amorim. **A falência dos modelos normativos de filosofia da ciência: a astrologia como um estudo de caso**. Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2006. Disponível em:<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/8587/8587_1.PDF>. Acesso em 04 nov 2020 às 18h.

MAGALHÃES, Artur Philipe C.; VILLAGRÁ, Jesús Anjos M.; GRECA, Ileana Maria. Análise das Habilidades e Atitudes na Aprendizagem Significativa Crítica de Fenômenos Físicos no Contexto das Séries Iniciais. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, 2020.

MALDANER, Otávio Aluisio. **A formação inicial e continuada de professores de Química: professores/pesquisadores**. 4 ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2013.

MALDANER, Otávio Aluisio.; ZANON, Lenir B.; AUTH, Milton Antônio. Situação de Estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em Ciências. In: MORAES, ROQUE; MANCUSO, RONALDO. (Orgs.). **Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores**. Ijuí: Unijuí, 2004. p.43-64.

MALHEIRO, João Manoel S. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. **Docência em Ciência**, v. 1, n. 1, p. 107-126, jul./dez 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/4796>>. Acesso em 10mai.2021 às 11h.

MALHEIRO, João Manoel S., FERNANDES, Preciosa. O recurso ao trabalho experimental e investigativo: Percepções de professores de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n.1, p. 79-96, 2015. Disponível em:<http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID384/v20_n1_a2015.pdf>. Acesso em 18 mai. 2017 às 14h.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da metodologia científica**.5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, Jorge Santos. **O trabalho com projetos de pesquisa**. 6. ed. Campinas: Papirus, 2009.

_____. **Aprendizagem Baseada em Problemas aplicada ao ambiente virtual de aprendizagem**. 2002. 219 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFSC_169a5b582e63088e2090d72177d831ae>. Acesso em janeiro 2021 às 14h.

MARQUES, Ramiro. **A arte de ensinar: dos clássicos aos modelos pedagógicos contemporâneos**. Plátano-Edições Técnicas, abril 2001.

MASSONI, Neusa Teresinha. Epistemologias do século XX. Em M. A., Moreira e E. A., Veit. **Textos de apoio ao professor de física**, v.16, n. 3, Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa da Pós-Graduação em Ensino de Física. 2005.

MATURANA, Humberto R.; VARELA, Francisco J. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. 2. ed. São Paulo: Palas Athena, 2005.

MAYBURY, Robert h. **Technical assistance and innovation in Science education** New York: John Wiley & Sons, 1975

MEDEIROS, Miguel de A.; LOBATO, Anderson César. Contextualizando a abordagem de radiações no ensino de química. **Revista Ensaio**. v.12 , n.03 , p.65-84. 2010.

MEDEIROS, Denise Rosa. **Resolução de problemas como proposta metodológica para o ensino de química**. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pampa, MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS. 2019. Disponível em: <<https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/4597/1/DIS%20Denise%20Medeiros%202019.pdf>>. Acesso em 10 maio 2021 às 14h.

MESSEDER NETO, Hélio da S.; PINHEIRO, Bárbara Carine S; ROQUE, Nídia F. Improvisações Teatrais no Ensino de Química: Interface entre Teatro e Ciência na Sala de Aula. **Química nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 100-106, maio 2013.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 4. ed. São Paulo, 1996. 269p.

_____. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1993.

MOLINA, Juan Antônio L.; JAIME, Jesús M. L.; BERZOSA, Isidora S. *Investigación Didáctica. La caracterización del ambiente de aprendizaje en un laboratorio de química general mediante métodos de investigación social*. **Enseñanza de La Ciencia**. v. 30, n. 1, p. 05-22. 2012.

MOLINA, Marta; CASTRO, Encarnación; MOLINA, José Luis; CASTRO, Enrique. *Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza*. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 29, n. 1, p. 75-88. 2011.

MONTEIRO, Paula.C.; RODRIGUES, M.A.; SANTIN FILHO, O. Experimentos com abordagem investigativa propostos por licenciandos em Química. **Anais... XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC –julho de 2017. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/listaresumos.htm>>, acesso em 10 set. 2020 às 7h.

MORAES, Carmem Sylvania Vidigal. A reforma do ensino médio e a educação profissional. **Trabalho e Educação**, Belo Horizonte, n. 3, p. 107-117, 1998.

MORAES, Maria Cândida. **As novas tecnologias da Informação e a Capacitação de professores**. Washington/DC, 1997.

MORAES, Roque. Cotidiano no Ensino de Química: superações necessárias. In: GALIAZZI, Maria do Carmo et al (Orgs.). **Aprender em rede na educação em ciências**. Ijuí: Unijuí, 2008. p.15- 34.

_____. **É Possível Ser Construtivista no Ensino de Ciências?** In: MORAES, Roque. (org.). **Construtivismo e ensino de Ciências**. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 103-30, 2000.

_____. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7- 32, 1999. Acesso em: 14 de agosto de 2020. Disponível em: <http://cliente.argo.com.br/~mgos/analise_de_conteudo_moraes.html>. Acesso em 25 maio 2021 às 11h.

MORAN, José M. **Mudando a educação com metodologias ativas**. In: **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**. Coleção Mídias Contemporâneas. 2015 Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf>. Acesso em 12 maio 2020 às 8h.

_____. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 5. ed. Campinas, SP: Papirus, 2011.

MORDEGLIA, Cecília; MENGASCINI, Adriana. *Caracterización de prácticas experimentales en la escuela a partir del discurso de docentes de primaria y secundaria*. **Enseñanza de las ciencias**. v. 32, n. 2, p. 71-89.2014.

MOREIRA, Marco Antônio; ATX, Rolando. **Tópicos em Ensino de Ciências**. PortoAlegre - RS: Sagra, 1991.

MOREIRA, Marco Antônio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB. 2006

_____. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo. Editora Pedagógica e Universitária. 1999.

MOREIRA, Marco Antônio; MASSONI, Neusa Terezinha. **Epistemologias do século XX**.

São Paulo: Editora E.P.U, 2011.

MORI, Rafael C.; CURVELO, Antônio A. S. A Experimentoteca do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP) e o Ensino por Investigação: Compromissos Teóricos e Esforços Práticos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 18, n. 3, p. 795-818. 2018.

MORINI, E. B. M. **Atividades experimentais de Física à luz da epistemologia de Laudan: ondas mecânicas no ensino médio**. 2009. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/25583>>. Acesso em: 05 set. 2021 às 15h.

MOURA, Kelvia Fabiane A.; DURÕES, José Aparecido S. Investigação no ensino médio: sistemas de hidroponia em horta escolar para discussão de conceitos químicos. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 14, n. 2, p. 582-592. 2019.

MOURA, Breno A.; SILVA, Cibelle C. Abordagem multicontextual da história da ciência: uma proposta para o ensino de conteúdos históricos na formação de professores. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 336-348, jul./dez. 2014.

NICKLES, Thomas. **Historicist Theories of Scientific Rationality**. **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**, 2017. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/entries/rationality-historicist/#HistConcRatiBattBigSyst>>. Acesso em: 18 nov. 2020 às 7h.

NOVAK, Joseph D. **Teoría y Práctica de La educación**. Madrid, Alianza Editorial. 1988.

NÓVOA, António. Formação de professores e profissão docente. In A. Nóvoa (Ed) **Os professores e a sua formação** (3º ed.) Lisboa. Dom Quixote, 15-33. 1997.

_____. Formação de professores e profissão docente. In: NÓVOA, António **Os professores e sua formação**. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional. p.139-158. 1992.

OLIVEIRA, Jane Raquel Silva de. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **ActaScientiae**, v.12, n.1, jan./jun. 2010.
Disponível: <<http://w3.ufsm.br/laequi/wpcontent/uploads/2015/03/contribui%C3%A7%C3%B5es-e-abordagens-de-atividades-experimentais.pdf>>. Acesso em 12 maio 2020 às 8h.

OLIVEIRA, Noé de. **Atividades de experimentação investigativas lúdicas no ensino de Química: um estudo de caso**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Goiás, 2009a. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/1025>>. Acesso 04 nov. 2021 às 21h.

OLIVEIRA, Ricardo Castro de. **Química e cidadania: uma abordagem a partir do desenvolvimento de atividades experimentais investigativas**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, 2009b. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/2481?show=full>>. Acesso em 02 agosto 2021 às 13h.

ORNELAS, Marta. **Motivar e ensinar através da experimentação**. Lisboa, 2009. Disponível em: <https://www.academia.edu/2339529/Motivar_e_ensinar_atrav%C3%A9s_da_experim%20nta%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em 11 ago. 2020 às 22h.

OSTERMANN, Fernanda. A Epistemologia de Kuhn. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, 1996.

OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Cláudia J. de H.; RICCI, Trieste F.; PRADO, Sandra. Tradição de pesquisa quântica: uma interpretação na perspectiva da epistemologia de Larry Laudan. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 2, p. 366-386, 2008. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/94531/000672710.pdf?sequence=1>> Acesso em: 18 de nov. de 2020 às 20h.

PESA, Marta A.; OSTERMANN, Fernanda. *La ciencia como actividad de resolución de problemas: la epistemología de Larry Laudan y algunos aportes para las investigaciones educativas en ciencias*. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 19, n. 2002, p. 84-99, 2002.

PEREZ, Beatriz C.; ALEIXANDRE, María Jimenéz. *Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas*. **Enseñanza de Las Ciencias**. v. 33, n. 01, p. 63- 84. 2015.

PEREZ, Silvana; TABOSA, Clara Elena S.; PAULO, Iramaia Jorge Cabra de. Evolução do ensino competencial: uma comparação entre os documentos europeu e brasileiro. **Plurais: Revista Multidisciplinar da UNEB**, v. 6, p. 81-103. 2021.

PIAGET, Jean. **Psicologia e Pedagogia**. 9ª ed. Rio de Janeiro. Forense Universitária. 2008. 184p.

PINOTT, Rafael. **Educação ambiental para o século XXI: no Brasil e no mundo**. São Paulo: Blucher, 2010.

POSTMAN, Leo, BRUNER, Jerome S. Perception under stress. **Psychol. Rev.**, 1949, 55, 314-323.

POZO, Juan Ignacio. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, v. 3, 1998.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Artmed: Porto Alegre, 2009.

PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO. **Escola Técnica Estadual Dr. Rubens da Rosa Guedes, atualizado no ano de 2016**, Caçapava do Sul, RS. Arquivos da Eterr.

QUEIROZ, Salete L.; ALMEIDA, Maria José P. M. **Do fazer ao compreender ciências: reflexões sobre o aprendizado de alunos de iniciação científica em química**. 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n1/03.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2020 às 6h.

RAMÍREZ, Evello F. M., RECIO, Nancy M. O., CAMPOS, A. M. *El Desarrollo de Habilidades Investigativas como Objetivo Educativo en las Condiciones de la Universalización de la Educación Superior. Revista Pedagógica Universitaria*. v. 13, n. 1, 2008, p. 156 – 180.

RAMOS, Thanise Beque; BARIN, Cláudia Smaniotto. Experimentação aliada a Resolução de Problemas no Ensino de Química: o que tem sido discutido?. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 11, p. 193-209, 2021

REIGOSA, Carlos; JIMÉNEZ ALEIXANDRE, María Pilar. *La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio. Enseñanza de las Ciencias*, n. 18, p. 275- 284, 2000.

RIAL, María A. L.; LIRES, Maria M. A.; CORRÊA, Azucena A.; RODRIGUEZ, Uxío P. *Aprender a interpretar la acidificación oceánica como recursos on-line y experimentación contextualizada. Enseñanza de La Ciencia*. v. 37, n. 2, p. 189-209. 2019.

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto Estadual no 55.128 de 19 de março de 2020**. Declara estado de calamidade pública em todo o território do Estado do Rio Grande do Sul para fins de prevenção e de enfrentamento à epidemia causada pelo COVID19 (novo Coronavírus), e dá outras providências. Porto Alegre, 2020.

_____. **Matrizes de Referência para o Modelo Híbrido de Ensino da Rede Estadual de Educação 2021**. Disponível

em:<<https://educacao.rs.gov.br/upload/arquivos/202103/03154243-matrizes-de-referencia-para-o-modelo-hibrido-de-ensino-da-rede-estadual-de-educacao-2021.pdf>>. Acesso 05 set. 2021 às 12h.

RODRIGUEZ, Letícia G.; PÉREZ, Beatriz C. *Aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. Enseñanza de Las Ciencias*. v. 34, n. 3, p. 143-160. 2016.

ROLDÃO, Maria do Céu. **O Pensamento Concreto da Criança: Uma Perspectiva a Questionar no Currículo**. Lisboa. IIE. 1994.

SANCHES, Eladio Bogado. *Algunos comentarios críticos a La meta-metodología de Larry Laudan. Tesis que para obtener el grado de Maestro en Historia y Filosofía de La ciencia. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad de Iztapalapa*. División de Ciencias Sociales y Humanas. México. 2000.

SANTOS FILHO, José C. Pesquisa quantitativa versus pesquisa qualitativa: o desafio paradigmático. In: SANTOS FILHO, José Camilo; GAMBOA, Sílvio Sanchez (Org.). **Pesquisa educacional: quantidade e qualidade**. São Paulo: Cortez, 1995.

SANTOS, Flávia Maria T.; GOI, Mara Elisângela J. Resolução de Problemas no Ensino de Química – fundamentos epistemológicos para o emprego da metodologia na Educação Básica. **Anais... XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)** Salvador, BA, Brasil. V. 1 p. 1 a 11. 2012.

SANTOS, Laudenides Pontes. A relação da Geografia e o conhecimento cotidiano vivido no Lugar. **Geografia Ensino & Pesquisa.**, v. 16, n. 3, p. 107-122, set./dez. 2012.

SARGIANI, Renan. Biografias Jerome Bruner. **Psicologia Explica.** 2016. Disponível em: <<https://www.psicologiaexplica.com.br/jerome-bruner/>>. Acesso em 12 de out, de 2021 às 12h.

SASSERON, Lúcia Helena. Interações discursivas e investigação em sala de aula: O papel do professor. In: CARVALHO, Ana Maria Pessoa. (Org.), **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula** (pp. 41-62). São Paulo: Cengage Learning. 2013

SASSERON, Lúcia Helena; MACHADO, Vitor Fabrício. **Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar física.** São Paulo: Livraria da Física, 2017.

SCHNETZLER, Roseli P. Pesquisa em Ensino de Química no Brasil: Conquistas e Perspectivas. **Química Nova.** v. 25, n. 1, p. 14-24. 2002.

SENRA, Clarisse P.; BRAGA, Marco Antônio B. Pensando a natureza da ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física.** v. 31, n. 1, p. 7-29. 2014.

SICCA, Natalina Aparecida Laguna. **Experimentação no Ensino de Química – 2º grau.** Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação. Universidade Estadual de Campinas, Campinas 1990. Disponível em: <<https://www.btdeq.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/a-experimentacao-no-ensino-de-quimica-2o-grau>>. Acesso em 05 julho 2021 às 9h..

SILVA, Roberto R.; MACHADO, Patricia F. L.; TUNES, Elizabeth. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em Foco.** Ijuí, RS: Editora Unijuí, 2010, p. 231-261.

SILVA, Lúcia H. A.; ZANON, Lenir B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. **Ensino de ciências: fundamentos e abordagens.** Campinas: R. Vieira Gráfica e Editora, 2000. p. 120-153.

SILVA, Adjane da Costa Tourinho. **Estratégias Enunciativas em Salas de Aulas de Química: Contrastando professores de estilos diferentes.** 353f. Tese (doutorado em Educação) Faculdade de Educação – UFMG, Minas Gerais. 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/FAEC-84KND6>>. Acesso em: 12 dez. 2021 às 8h..

SILVA, Gláucia Maria. **Metodologia de ensino de disciplinas da área de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias do ensino médio: física, química e biologia.** Teia do Saber – USP. São José do Rio Preto, 2005.

SILVA, Rejane Maria G.; SCHNETZLER, Roseli P. Constituição de professores universitários de disciplinas sobre o ensino de Química. **Química Nova,** v. 28, n. 6, p.1123-

1133. 2005.

SILVA, Raquel Thomaz; CURSINO, Ana Cristina Trindade; AIRES, Joanez Aparecida; GUIMARÃES, Orliney Maciel. Contextualização e experimentação: uma análise dos artigos publicados na seção “Experimentação no Ensino de Química. *Revista Química Nova na Escola* 2000- 2008. **Ensaio: Pesq. Educ. Ciências**. v. 11, n. 2, p. 1-22, 2009.

SILVA, Kleber Aparecido da; BARTHOLOMEU, Maria Amélia Nader; CLAUS, Maristela M. Kondo. Autoavaliação: uma alternativa contemporânea do processo avaliativo. **Revista Brasileira de Linguística aplicada**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 89-115, 2007.

SILVA, Rafael Salgado. **Teoria da atividade: reflexões sobre aprendizagens a partir da experimentação investigativa**. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Alfenas, Orientador: Fábio Luiz Pissetti. Alfenas, MG, 2014. Disponível em: <<https://bdtd.unifalmg.edu.br:8443/bitstream/tede/393/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20de%20Rafael%20Salgado%20Silva.pdf>>. Acesso em 15 maio 2021 às 18h.

SILVA, Tomaz Tadeu da. **Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

SILVA, Alisson Henrique; GOMES, Luciano Carvalhais. **A teoria de aprendizagem de Bruner e o Ensino de Ciências**. Arquivos do MUDI, v. 21, n. 03, p. 13-25, 2017.

SILVEIRA, Fernando L. da; OSTERMANN, Fernanda. A insustentabilidade da proposta indutivista de “descobrir a lei a partir de resultados experimentais”. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 19, número especial: p.7-27, jun. 2002.

SILVEIRA, Fernando L. da; MOREIRA, Marco Antônio. Estudo da validade de um questionário de avaliação do desempenho do professor de física geral pelo aluno. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte. V. 1, n. 1, p. 69-84. 1999.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice R. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8. n. 2, 2008

_____. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v.14,n.1,p.50-74,2009. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v14_1/m318318.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2021 às 14h.

SUART, Rita de Cássia. A experimentação no ensino de Química: conhecimentos e caminhos. In: SANTANA, E.; SILVA, E. (Org.). **Tópicos em Ensino de Química**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2014. p. 63-88.

TARDIF, Maurice; LESSARD, Claude. **O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas**. Petrópolis: Vozes, 2008.

TOLEDO, Evelyn Jeniffer L.; FERREIRA, Luiz Henrique. A atividade investigativa na laboração e análise de experimentos didáticos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e**

Tecnologia. v. 9, n. 2, p. 108-130.2016.

TONIDANDEL, Sandra Maria Rudella. **Escrita argumentativa de alunos do ensino médio alicerçada em dados empíricos obtidos em experimentos de biologia**. Tese de Mestrado – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2008. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-05112009-153303/pt-br.php>>. Acesso em 19 jan. 2022 às 23h.

TORRES, Tarcilo; DUQUE, Johanna; ISHIWA, Koto; SÁNCHEZ, Glória; SOLAZ-PORTOLÉS, Juan José; SANJOSÉ, Vicente. *Preguntas de los estudiantes de educación secundaria ante dispositivos experimentales*. **Enseñanza de La Ciencia**. v. 30, n. 1, p. 49-60. 2012.

VALENTIM, João Augusto. **Extração de óleos essenciais por arraste a vapor**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT, 2017. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc40_4/10-EEQ-18-18.pdf>. Acesso em 29 jan. 2022 às 10h.

VALFISIA, Francisca da Silva. CHAGAS, Francisco da Silva. DA SILVA. das. ENSINO E APRENDIZAGEM EM TEMPOS DE PANDEMIA E OS DESAFIOS PARA GARANTIR O DIREITO À EDUCAÇÃO. **Revista Nova Paideia - Revista Interdisciplinar em Educação e Pesquisa**, [S. l.], v. 4, n. 3, p. 502 - 511, 2022. DOI:10.36732/riep.vi.180. Disponível em: <<https://ojs.novapaideia.org/index.php/RIEP/article/view/180>>. Acesso em: 23 jan. 2023 às 18h.

VARELA, Lavínia K. de S. L.; SOUZA, Louise G. S. O uso da cozinha como laboratório alternativo para o ensino de química. **Anais...Congresso Nacional de Educação**, 5., 2018, Fortaleza. Conedu, 2018. v. 1, p. 1 - 4.

VEIGA, Ilma Passos Alencastro. O seminário como técnica de ensino socializado. In: Veiga, I.P. A. (org). **Técnicas de ensino: Por que não?** Campinas: Papirus. 2000.

VYGOTSKY, Lev S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VILLANI, Alberto. e CABRAL, Tânia Cristina Baptista. Mudança conceitual, Subjetividade e Psicanálise. **Investigações em Ensino de Ciências**, 2(1). 1997. pp. 43-61.

VILLANI, Alberto. **Contenido científico y problemática educacional en la formación de profesores de ciencias**, 1986. Tesis (Libre docencia) - Instituto de Física, Universidad de São Paulo.

WARD, Hellen. Investigação Científica. In: WARD, Hellen; RODEN, Judith Claire Hewlett; FOREMAN, Julie. **Ensino de Ciências**. São Paulo: Artmed. Cap. 5, 2010, p. 83 –103.

WHO (World Health Organization). **Novel Coronavirus (2019Ncov) Situation Report 121** January 2020. World Health Organization (WHO); 2020.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Trad. Ernani F. da Rosa – Porto

Alegre: ArtMed, 1998.

ZANON, Lenir B.; SILVA, Lúcia H. A. A Experimentação no Ensino de Ciências. In: SHCNETZLER, Roseli P., ARAGÃO, Rosália M. R. (org.) **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000, p. 120-153.

ZÔMPERO, Andreia F., LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades Investigativas no Ensino de Ciências: Aspectos Históricos e Diferentes Abordagens. **Revista Ensaio**. v. 13, n. 3, p.67 – 80. 2011.

ZULIANI, Silvia Regina Q.A.; ÂNGELO, Antônio Carlos D. A utilização de metodologias alternativas: o método investigativo e a aprendizagem de química. In: NARDI, R. (Org.). **Educação em Ciências: da pesquisa à prática docente**. São Paulo: Escrituras, p. 69-80.2001.

APÊNDICE**APÊNDICE A- Termo De Consentimento Livre e Esclarecido****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO AUTORIZAÇÃO
PARA O USO DA IMAGEM**

Eu _____, portador do CPF _____
residente na cidade de Caçapava do Sul, autorizo a gravação de áudio e vídeo do
estudante _____ pelo(a) qual sou responsável, na
realização do **PROJETO EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE
CIÊNCIAS**, a realizar-se na Escola Técnica Estadual Dr Rubens da Rosa Guedes, na
componente de Meio Ambiente, pela professora pesquisadora Ana Flavia Corrêa Leão.
Caçapava do Sul, _____ de _____ de 2022.

Assinatura do Responsável pelo Estudante.

**APÊNDICE B- Questionário⁵ de avaliação das aulas
com experimentos investigativos em ciências**

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

O objetivo deste questionário é averiguar as opiniões dos estudantes em relação ao desempenho das aulas com experimentos em Ciências. Com isso, poderemos analisar de forma crítica aspectos relacionados à construção do conhecimento científico através de aulas experimentais, procurando corrigir eventuais falhas e melhorar a qualidade do ensino nesta área do conhecimento.

É importante que você preencha o questionário e expresse a sua opinião livremente. Em hipótese alguma os resultados do questionário terão influência na avaliação e nas notas desta disciplina.

Nas folhas que seguem você encontrará várias afirmativas que, de um modo geral, refletem algumas questões relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem em Ciências. Algumas destas alternativas são favoráveis e outras, desfavoráveis. Ao lado de cada uma, existe uma escala na qual você deverá assinalar com um X a alternativa que melhor expressa sua opinião sobre a mesma. O código é o seguinte:

CP	CONCORDO PLENAMENTE
C	CONCORDO
NO	NÃO TENHO OPINIÃO OU INDECISO
D	DISCORDO
DT	DISCORDO TOTALMENTE
SEMPRE QUE POSSÍVEL, EVITE A ALTERNATIVA NO.	

Caso tiver algum comentário adicional, utilize o verso da folha de respostas.

⁵ Questionário adaptado por Silveira e Moreira- Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências. Belo Horizonte. V. 1, n.1, p. 69-84. 1999

Leia com atenção cada afirmativa antes de expressar a sua opinião.

Nome da Instituição:	
Questões Pessoais	
Idade:	Sexo:

Quanto à componente de Ciências					
1- É uma componente de fácil compreensão.	CP	C	N O	D	DT
2- Exige muito raciocínio.	CP	C	N O	D	DT
3- Dedico esforço para acompanhá-la.	CP	C	N O	D	DT
4- Participo com interesse das aulas.	CP	C	N O	D	DT
5- É uma componente que contribui significativamente para a minha vida e para a sociedade.	CP	C	N O	D	DT

Quanto às Aulas Experimentais					
1- Nas aulas de Ciências da Natureza são promovidas aulas experimentais.	CP	C	N O	D	DT
2- As aulas experimentais são realizadas em diferentes espaços da escola.	CP	C	N O	D	DT
3- As aulas experimentais são realizadas na sala de aula.	CP	C	N O	D	DT
4- As aulas experimentais são realizadas em um laboratório de Ciências da Natureza.	CP	C	N O	D	DT
6- Facilita a compreensão dos conceitos trabalhados em Ciências facilitando o meu aprendizado.	CP	C	N O	D	DT
7- Estão de acordo com as minhas expectativas.	CP	C	N O	D	DT
8- Sinto dificuldades em compreender as atividades experimentais.	CP	C	N O	D	DT
9- Dedico total atenção ao desenvolvê-las.	CP	C	N O	D	DT

10- As aulas práticas estimulam soluções para situações teóricas propostas.	CP	C	N O	D	DT
11- Tenho a impressão que pouco contribui para a construção do conhecimento científico.	CP	C	N O	D	DT
12- Gosto muito das aulas experimentais.	CP	C	N O	D	DT
13- Sinto dificuldades em relacionar as práticas com as teorias científicas.	CP	C	N O	D	DT
14- As aulas experimentais investigativas facilitam a compreensão de fenômenos que acontecem diariamente.	CP	C	N O	D	DT
15- Experimentos investigativos simples fazem previsões explicativas sobre seus resultados.	CP	C	N O	D	DT
16- Nos Experimentos Investigativos tem-se que usar estratégias para realizar o trabalho de forma eficaz.	CP	C	N O	D	DT
17- As estratégias para resolver o experimento são organizadas em grupo.	CP	C	N O	D	DT
18- As estratégias para resolver o experimento são organizadas individualmente.	CP	C	N O	D	DT

Quanto aos Relatórios das aulas experimentais de Ciências					
19- Auxiliam na compreensão do que foi realizado experimentalmente.	CP	C	N O	D	DT
20- Tenho dificuldades na elaboração dos relatórios.	CP	C	N O	D	DT
21- Não tem um roteiro pré-estabelecido, eu mesmo (a) crio o relatório.	CP	C	N O	D	DT
22- A professora estabelece alguns pontos que devem constar no relatório.	CP	C	N O	D	DT
23- A professora fornece todos os pontos que devem constar no relatório.	CP	C	N O	D	DT
24- Para produzir o relatório, geralmente consulto outras referências daquelas utilizadas em aula, por exemplo, outros livros, sites de internet....	CP	C	N O	D	DT
25- Os relatórios não auxiliam na compreensão das aulas de Ciências.	CP	C	N O	D	DT

26- Não gosto de seguir um roteiro, cada relatório faz de um jeito diferente.	CP	C	N O	D	DT
27- Acho desnecessária a realização de relatórios após cada atividade experimental.	CP	C	N O	D	DT
28- Os relatórios permitem uma melhor reelaboração dos conhecimentos apreendidos.	CP	C	N O	D	DT
Auto avaliação					
29- Considero-me um bom estudante, assumindo com responsabilidade as atividades experimentais trabalhadas.	CP	C	N O	D	DT
30- Acredito que eu poderia ter dedicado mais tempo e atenção à disciplina.	CP	C	N O	D	DT
31- Tenho a impressão de que a cada aula aprendo novos conhecimentos.	CP	C	N O	D	DT
32-Desenvolvo os trabalhos de forma coletiva, auxiliando o meu grupo durante as aulas experimentais.	CP	C	N O	D	DT
33-Mesmo sendo trabalho em grupo, acredito que me desempenharia melhor, caso fizesse o trabalho individualmente.	CP	C	N O	D	DT
34-Meu desempenho escolar é melhor quando desenvolvo as atividades de forma coletiva.	CP	C	N O	D	DT
35-Tenho preferência em desenvolver as atividades escolares individualmente.	CP	C	N O	D	DT

Questionário adaptado de Goi (2004)

Desde já agradeço a sua colaboração:

Ana Flavia Corrêa Leão

APÊNDICE C- Questionário⁶ de avaliação das aulas Experimentais De Ciências usando a Metodologia de Experimentação Investigativa

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

O objetivo deste questionário é averiguar as opiniões dos estudantes em relação ao desempenho das aulas experimentais de Ciências, utilizando a metodologia de experimentação investigativa. Com isso, poderemos analisar de forma crítica aspectos relacionados à construção do conhecimento científico através de aulas experimentais, procurando corrigir eventuais falhas e melhorar a qualidade do ensino nesta área do conhecimento.

É importante que você não assine o questionário e expresse a sua opinião livremente. Em hipótese alguma os resultados do questionário terão influência na avaliação e nas notas desta disciplina.

O questionário está dividido em duas partes, uma delas você assinalará conforme os critérios abaixo e a segunda, descreverá sua opinião conforme as questões que seguem.

Nas folhas que seguem você encontrará várias afirmativas que, de um modo geral, refletem algumas questões relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem em Ciências. Algumas destas alternativas são favoráveis e outras, desfavoráveis. Ao lado de cada uma, existe uma escala na qual você deverá assinalar com um X a alternativa que melhor expressa sua opinião sobre a mesma. O código é o seguinte:

CP	CONCORDO PLENAMENTE
C	CONCORDO
NO	NÃO TENHO OPINIÃO OU INDECISO
D	DISCORDO
DT	DISCORDO TOTALMENTE
SEMPRE QUE POSSÍVEL, EVITE A ALTERNATIVA NO.	

⁶ Questionário adaptado por Silveira e Moreira – Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências. Belo Horizonte. V. 1, n. 1, p. 69-84. 1999

Caso tenha algum comentário adicional, utilize o verso da folha de respostas. Leia com atenção cada afirmativa antes de expressar a sua opinião.

Nome da Instituição:	
Questões pessoais	
Idade:	Sexo:

Quanto aos Experimentos Investigativos sugeridos:					
1- Foram de fácil compreensão.	C P	C	N O	D	D T
2- Os dados para a experimentação investigativa não necessitaram de pesquisas.	C P	C	N O	D	D T
3- A linguagem utilizada foi de difícil compreensão.	C P	C	N O	D	D T
4- Pesquisei muito para chegar em estratégias adequadas.	C P	C	N O	D	D T
5- O grupo compreendeu a situação a ser investigada, sem grandes dificuldades.	C P	C	N O	D	D T
6- As situações investigadas exigiram pouco raciocínio.	C P	C	N O	D	D T

Quanto às estratégias adotadas pelo grupo					
7- Foram eficazes nas investigações propostas.	C P	C	N O	D	D T
8- Pouco contribuíram nas atividades experimentais.	C P	C	N O	D	D T
9- Quanto maior o número de estratégias adotadas, maiores as chances de obter sucesso na resolução da investigação.	C P	C	N O	D	D T
10- Apenas uma estratégia é eficaz para a resolução da investigação.	C P	C	N O	D	D T
11- As estratégias não ajudam em nada para a experimentação investigativa.	C P	C	N O	D	D T

Quanto às aulas experimentais					
12- Facilitaram nas resoluções das situações investigadas.	C P	C	N O	D	D T
13- Estavam de acordo com as minhas expectativas.	C P	C	N O	D	D T
14- Não contribuíram para as investigações propostas.	C P	C	N O	D	D T
15- Senti dificuldades em relacionar as práticas que o grupo adotou com as investigações propostas.	C P	C	N O	D	D T
16- o grupo não conseguiu adotar nenhuma prática para resolver os Experimentos Investigativos propostos.	C P	C	N O	D	D T

17- As práticas adotadas não exigiram raciocínio, pois eram de fácil compreensão.	C P	C	N O	D	D T
---	--------	---	--------	---	--------

Quanto aos relatórios orais e escritos

18- Auxiliaram na compreensão dos Experimentos Investigativos sugeridos.	C P	C	N O	D	D T
19- Senti dificuldades em expor o meu pensamento para o grupo.	C P	C	N O	D	D T
20- Acho desnecessário a realização de relatórios orais após cada experimento investigativo.	C P	C	N O	D	D T

21- Acho importante os relatórios descritivos, pois ajudam na compreensão da investigação.	C P	C	N O	D	D T
22- Tenho dificuldades em descrever as estratégias adotadas para a experimentação investigativa.	C P	C	N O	D	D T
23- Os relatórios seguem o mesmo esquema que adotávamos antes desse trabalho.	C P	C	N O	D	D T

Quanto ao trabalho através da experimentação investigativa

24- Foi um trabalho de difícil compreensão.	C P	C	N O	D	D T
25- A experimentação investigativa não diferiu em nada ao trabalho que já estávamos realizando neste ano letivo.	C P	C	N O	D	D T
26- Parece que pouco contribui para a minha aprendizagem.	C P	C	N O	D	D T
27- Senti muitas dificuldades em compreender o trabalho através de Experimentos Investigativos.	C P	C	N O	D	D T
28- O tempo foi suficiente para realizarmos as atividades.	C P	C	N O	D	D T
29- Esse trabalho foi muito diferente do que estávamos habituados a realizar	C P	C	N O	D	D T
30- Percebi que esse trabalho pode ser relevante para uma melhor compreensão das aulas experimentais.	C P	C	N O	D	D T

Auto-avaliação

31- As atividades motivaram-me para a experimentação investigativa.	C P	C	N O	D	D T
32- Acredito que desperdicei o tempo dedicado ao trabalho sobre experimentação investigativa.	C P	C	N O	D	D T

33-Tenho a impressão que a cada aula aprendi novos conhecimentos.	C P	C	N O	D	D T
34- Colaborei com o grupo, assumindo de forma responsável cada experimento investigativo proposto.	C P	C	N O	D	D T

Questionário adaptado de Goi (2004)

Escreva as respostas de forma clara e objetiva:

- 1- Durante um tempo adotamos o trabalho de experimentação investigativa para trabalhar as aulas experimentais de Ciências. Essa metodologia foi importante para o seu aprendizado? Comente.

- 2- As aulas experimentais através da investigação tiveram algumas falhas? Descreva-as e comente:

- 3- Cite aspectos positivos desse trabalho comparando-o às atividades experimentais habituais.

- 4- Há aspectos negativos ao desenvolver este tipo de atividade experimental? Quais?

- 5- Espaço para explicar aspectos que gostaria de escrever, pois as questões anteriores não contemplaram.

APÊNDICE D- Perfil do *instagram*



experimentosinvest... ▾ • ⊕ ≡



17 11 36

Publica... Seguid... Seguin...

Experimentos Investigativos

📄 Produto Educacional

🔍 Experimentação Investigativa

💡 Eletricidade... mais

🔗 www.canva.com/design/DAFhsCJHa...

Editar perfil

Compartilhar...



Encontrar pessoas

Ver tudo



Encontrar
mais pessoas
para seguir

Ver tudo



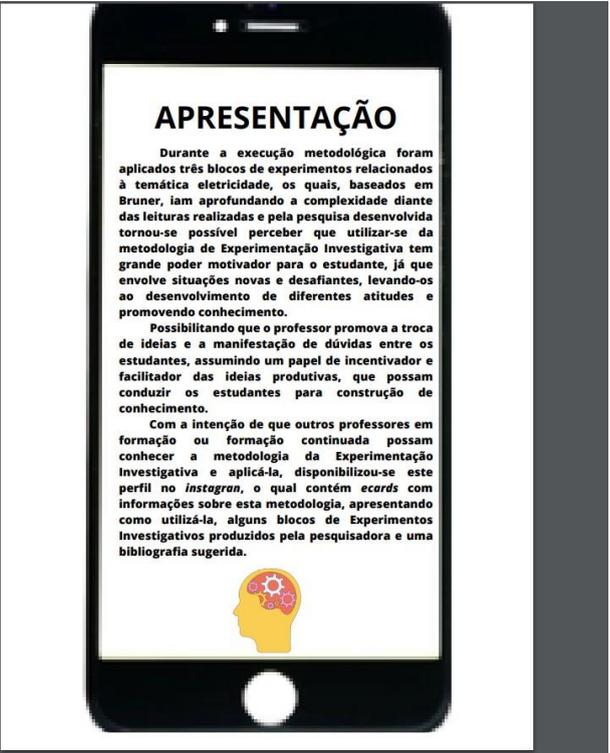
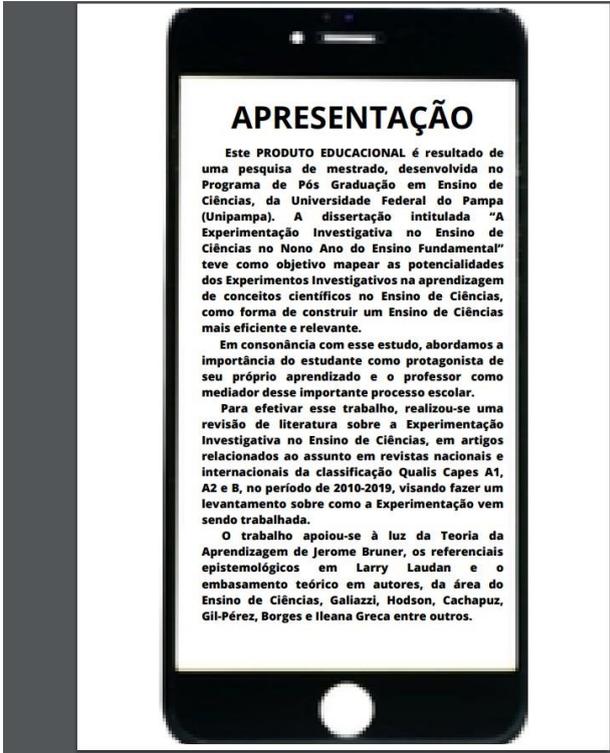
Plass 2

Plass 2

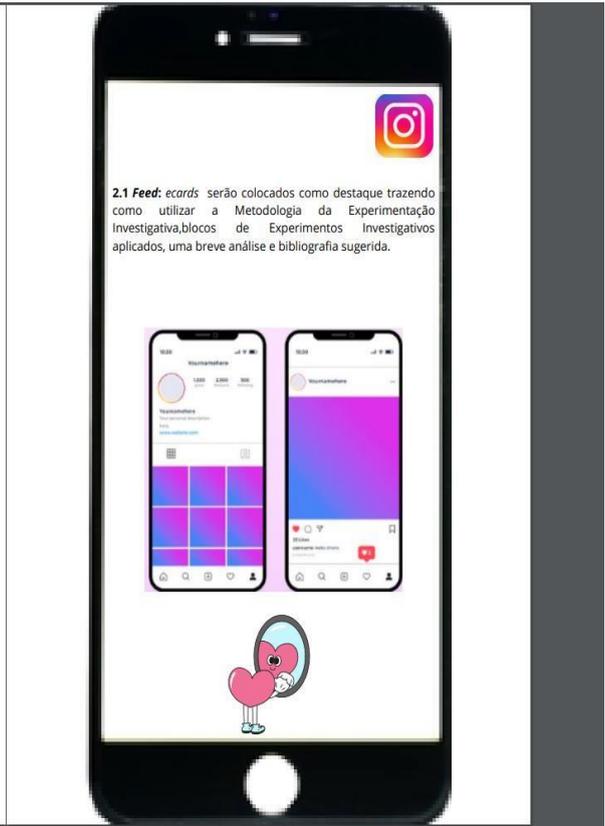
Plass 1

Plass 1











Conceitos a ser trabalhados
Energia Eletrostática e Eletrização.

Materiais
Baloão, papel, alumínio, cartolina, plástico, bandeja de metal para fazer pudins, copo de plástico (para café), cola, poliestireno (isopor), meias grossas de algodão.

Desenvolvimento
1-Começamos apresentando a situação do problema que surge: a água conduz corrente elétrica? Por que ocorrem as tempestades? E os raios?
2-Depois de analisar o desafio / problema que enfrentamos, criamos um espaço de diálogo para abordar o conceito de energia eletrostática e eletrização, experimentando com balões inflados e pequenos pedaços de materiais, se quando atritados, adere ou não os materiais ao balão? Se aproximarmos da parede? Se aproximarmos um balão do outro? Se aproximamos de latinhas de refrigerante e de uma torneira ligada?
3- O grupo irá projetar um experimento que demonstrará a formação dos raios, o qual será compartilhado com a turma para que se leve em consideração a ideia dos grupos, para que no final se tenha um único experimento.
Adaptado de Unidades Didáticas Sabados de Ciência A Marte con la Ciencia Universidad de Burgos- Espanha





FICHA DE TRABALHO

Nome: _____ Turma: _____

1- O material que expomos o balão influencia?

MATERIAL	HIPÓTESES	RESULTADOS
Papel		
Cartolina		
Plástico		
Alumínio		

2- O balão adere ou não na parede?

MATERIAL	HIPÓTESES	RESULTADOS
Balões Normais		
Balões Estrogados		

3- Os balões ficam juntos ou separados? Isso afeta o fato de ambos os objetos serem eletricamente carregados?

OBJETO	HIPÓTESES	RESULTADOS
Balões Normais		
Balões Estrogados		



4- Agora tente colocar um papel entre os dois balões carregados. Vai acontecer alguma coisa?

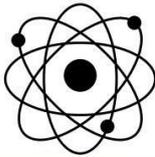
OBJETO	HIPÓTESES	RESULTADOS
Balões + Papel		

5- A distância entre os dois objetos (balão+ lata) influencia?

DISTÂNCIA	HIPÓTESES	RESULTADOS
Longe		
Médio		
Perto		
Muito Perto		

6- Influencia o fato dos materiais que expomos ao balão serem sólidos?

TORNEIRA ABERTA	HIPÓTESES	RESULTADOS
Muito Aberta		
Médio		
Pouco Aberta		





3- Experimento
Criação de Raios

Sugestões de Material:
Bandeja de metal para fazer pudins;
Copo de plástico (para café);
Poliestireno (isopor);
Meias grossas de algodão.

Local: sala escura
Resultados

O que ocorreu?
Saberiam explicar por que ocorreu o raio?





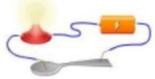




FICHA DE TRABALHO
Nome: _____ **Turma:** _____

1-Desenhe como você construiria um circuito.
2-Desenhe um novo circuito elétrico incluindo os materiais fornecidos: bateria, lâmpada e cabo.

3- Experimento Investigativo
 3.1 Que outros materiais podemos usar em vez do cabo?
 A lâmpada acende com todos os materiais?



Material	O que você acha que vai acontecer?	O que aconteceu?




3.2 E com a água? Pense formar um circuito e acender uma lâmpada elétrica? Qualquer tipo de água serve?



Tipo de água	O que você acha que vai acontecer?	O que aconteceu?

3.3 Por que se utilizam diferentes tipos de baterias?



Experimento	O que você acha que vai acontecer?	O que aconteceu?
Dois circuitos iguais ligados a baterias diferentes		




3.4 A maneira como se conecta as lâmpadas influencia?

Experimento	O que você acha que vai acontecer?	O que aconteceu?
Como as lâmpadas irão brilhar em um circuito em série?  Circuito em série		
O que acontece se queimar uma lâmpada?		
Como as lâmpadas irão brilhar em um circuito em paralelo?  Circuito em paralelo		
O que acontece se queimar uma lâmpada?		




Relatório	
Problema	Hipóteses
Por meio de qual situação você identificou o problema?	Quais foram as hipóteses, por que?
Quais foram as perguntas da pesquisa?	
Experimento	
Que experimento você fez?	Que tabela ou gráfico foi elaborado?
Resultados e Conclusões	
Que conclusões chegaram?	As hipóteses estavam corretas? Como verificou?
Você acha que observar e fazer as perguntas iniciais ajudou a tirar as conclusões finais? Por que?	Que conceitos científicos você aprendeu? Eles correspondem às suas ideias iniciais?





Conceitos
Energia (transferência e transformações).

Materiais
Garrafas pequenas de plástico, tampas de garrafa, elásticos, bolas pingue-pongue, palitos de dente, clips, silicone térmico, fita adesiva, papelão, balões e tesouras.

Desenvolvimento
1-Para começar, apresentamos aos participantes a situação do problema indicando as limitações que temos e os requisitos que são necessários.
2-Todas essas informações devem ser extraídas do texto e registradas.
3-Depois de analisar o desafio / problema que enfrentamos, criamos um espaço de diálogo para abordar o conceito de energia, transferência e transformação, o que um veículo precisa para se mover? podemos obter essa energia? Essas questões podem ser o ponto de partida que orienta um processo de investigação mais profundo.
4- Individualmente, cada membro do grupo irá projetar um protótipo que será apresentado em grupo. Este compartilhamento tem como objetivo de projetar um único protótipo que leve em consideração as ideias, materiais e planos de construção que considerem mais adequados.
5-Uma vez finalizada a construção do primeiro protótipo, cada equipe irá mostrar e explicar aos demais grupos a razão de seu projeto.
6-Desta forma, quando todos apresentarem suas criações, as características podem ser avaliadas para que cada grupo possa aplicar as mudanças necessárias.

Adaptado de Unidades Didáticas Sábadas de Ciência 2020/2021 Universidad de Burgos- Espanha



FICHA DE TRABALHO

Nome: _____ Turma: _____

1-Limitações e requisitos?

Qual é a necessidade?	
Quais requisitos são que tem?	
Quais limitações você tem?	
Você verificou os materiais que possui?	

Após compartilhar com o grupo, desenhe o protótipo que você vai fazer e indique os materiais que você usará para atingir cada ponto. Você pode fazer vários desenhos indicando o que vai fazer em cada processo.

4-Melhoramos?

4.1 Primeira Tentativa

Requisitos a avaliar	1 ponto	2 pontos	3 pontos	4 pontos	5 pontos



4.2 Segunda Tentativa

Requisitos a avaliar	1 ponto	2 pontos	3 pontos	4 pontos	5 pontos




Relatório

Problema	Hipóteses
Por meio de qual situação você identificou o problema?	Quais foram as hipóteses, por que?
Quais foram as perguntas da pesquisa?	
Experimento	
Que experimento você fez?	Que tabela ou gráfico foi elaborado?
Resultado e Conclusões	
Que conclusões chegaram?	As hipóteses estavam corretas? Como verificou?
Você acha que observar e fazer as perguntas iniciais ajudou a produzir as conclusões finais? Por que?	Que conceitos científicos você aprendeu? Eles correspondem às suas ideias iniciais?

Pesquise outros protótipos de veículos que apresentem a estrutura e funcionamento semelhante ao protótipo em estudo.





