

Altair José Fontana

**ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA NA
PERSPECTIVA DO EDUCAR PELA PESQUISA:
PROPOSTA DE UM ITINERÁRIO DIDÁTICO**

Passo Fundo

2025

Altair José Fontana

**ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA NA
PERSPECTIVA DO EDUCAR PELA PESQUISA:
PROPOSTA DE UM ITINERÁRIO DIDÁTICO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do título de doutor em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação da Profa. Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa.

Passo Fundo

2025

CIP – Catalogação na Publicação

F679e Fontana, Altair José

Ensino de ciências da natureza na perspectiva do educar pela pesquisa [recurso eletrônico] : proposta de um itinerário didático / Altair José Fontana. – 2025.

3.2 MB ; PDF.

Orientadora: Proaf. Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa.

Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2025.

1. Ciências da natureza (Ensino médio) - Pesquisa.
2. Prática de ensino. 3. Aprendizagem significativa. I. Rosa, Cleci Teresinha Werner da, orientadora. II. Título.

CDU: 372.857

Catalogação: Bibliotecária Juliana Langaro Silveira - CRB 10/2427

Altair José Fontana

Ensino de Ciências da Natureza na Perspectiva do Educar
pela Pesquisa: Proposta de um Itinerário Didático

A banca examinadora abaixo, APROVA em 12 de setembro de 2025, a Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial de exigência para obtenção de grau de Doutor em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Práticas Educativas em Ensino de Ciências e Matemática.

Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa - Orientadora
Universidade de Passo Fundo - UPF

Dra. Gabriela Carolina Cattani Delord
Universidad de Sevilla - US, Espanha

Dr. Fernando César Silva
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Dr. Luiz Marcelo Darroz
Universidade de Passo Fundo - UPF

Dr. Marco Antônio Sandini Trentin
Universidade de Passo Fundo - UPF

AGRADECIMENTOS

São várias as pessoas que merecem meu agradecimento, ao contribuírem em minha formação e representam suporte, cooperação, companheirismo nesta sinuosa caminhada. Tenho certeza de que, por mais que eu expresse aqui, será insuficiente manifestar minha imensa gratidão nesse momento que concretiza a conclusão do curso de Doutorado.

De início, agradeço à minha família.

Minha esposa Rosângela, amor de minha vida, por compreender, por vezes, minha ausência, sempre presente e apoiando-me. Minha amada filha Kelly Cristina, presente de Deus, sempre recebi total apoio, desde sua infância aprendeu a valorizar e amar o conhecimento. Ao genro Eduardo pelo apoio, incentivo e parceria.

Minha mãe, Célia, pelo amor à vida e incentivo na busca do conhecimento, sempre presente, suas rezas, pedindo proteção e apoio incondicional para que meu sonho se realizasse.

Meu pai, Gomercindo, (*in memorium*) “que eternamente vive dentro de meu coração”. Seus ensinamentos e exemplos de vida foram o alicerce de minha formação.

Aos meus irmãos, Airtton e Oldair — em especial ao Airtton, que me proporcionou a oportunidade de ministrar minha primeira aula, despertando em mim a vocação para a docência, marco inicial da minha trajetória profissional na área da educação.

A todos os parentes, pela constante manifestação de apoio. Ao sogro José e à sogra Lúcia, que foram fundamentais ao demonstrar alegria e apoio constantes ao longo de todo o percurso por mim traçado.

À professora Maria Valéria Volkweis, das séries iniciais, que, com paciência e atenção, acreditou em mim e proporcionou condições de aprendizagem. Com carinho, segurava minha mão para me ensinar a escrever e a realizar as contas de matemática, revelando amor no ato de ensinar e no olhar atento dirigido ao aluno, ajudando-me a descobrir meu potencial.

Expresso minha imensa gratidão à professora Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa, excelente orientadora, fonte de inspiração. Agradeço por confiar e acreditar em mim em todo o percurso construtivo e sua atenção, comprometimento, paciência, dedicação e ensinamentos que levarei para sempre em minha memória.

Agradeço as contribuições dos membros da banca no exame de qualificação. Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Matemática da Universidade de Passo Fundo por auxiliarem na construção de minha formação e permitirem expandir meus conhecimentos.

Aos meus colegas de curso, em especial José Carlos Santana Queiroz e Denílson Elias Lima Silva, a quem agradeço os ótimos momentos de convívio, excelentes discussões, as alegrias e as trocas de experiências.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa Educação Científica e Tecnológica (GruPECT), pela receptividade, apoio, carinho e principalmente pelas proveitosas trocas de conhecimentos, resultado de calorosas e frutíferas discussões.

A todas as pessoas que fazem parte da Escola de Educação Básica São João Batista, em especial ao diretor Walmir Ledur e às professoras Fabiane Andréia Schütz, Fabiana Tres, Ana Elizabete e Marciana Locatelli.

A Secretaria Estadual de Educação - SED, UNIEDU/FUMDES e Coordenadoria Regional de Educação pelo fornecimento de bolsa de estudo que tanto me auxiliou na construção desta pesquisa.

Em especial, aos alunos que se dispuseram a participar da investigação que proporcionou a coleta e produção dos dados da pesquisa. Gratidão pelo comprometimento, esforço e empenho em todos os momentos das atividades propostas.

A Roque Moraes (*in memorium*) professor e pesquisador que “permanece vivo em minha mente”, foi o professor que fortaleceu em mim a concepção metodológica de ensino do Educar pela Pesquisa. Essa pesquisa é uma semente de seus ensinamentos das aulas do mestrado na PUCRS. Eternamente grato.

Finalmente, a Deus, por permitir a vivermos este momento muito especial e concretizar a realização de um sonho.

Dedico este trabalho à minha família, em especial à minha companheira, Rosangela Gasperin Fontana, que comigo esteve nessa jornada, à minha filha, Kelly Cristina Gasperin Fontana Berté, que sempre estão ao meu lado me apoiando e incentivando nos momentos mais desafiadores da nossa vida.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”.

Albert Einstein

RESUMO

O presente estudo refere-se à tese de doutorado vinculada à linha de pesquisa Práticas Educativas em Ensino de Ciências e Matemática do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo. A questão central do estudo está associada à seguinte pergunta: Quais as contribuições de uma proposta de ensino apoiada no Educar pela Pesquisa para o desenvolvimento da autonomia, da competência e do senso de pertencimento dos estudantes em relação ao objeto de estudo? O objetivo geral está em investigar a pertinência de uma proposta didática elaborada para a área de Ciências da Natureza no Ensino Médio e apoiado no Educar pela Pesquisa, em termos da contribuição para o desenvolvimento da autonomia, da competência e do senso de pertencimento dos estudantes em relação ao objeto de estudo. Para tanto, estrutura-se um roteiro-guia de atividades, denominado de “Itinerário Didático”, contendo um conjunto de etapas necessário ao desenvolvimento de uma atividade investigativa associada à reconstrução do conhecimento, como apreçoado pelo Educar pela Pesquisa. A partir disso, elabora-se um conjunto de seis atividades que integra o produto educacional, sendo três delas aplicadas em situações reais de ensino (16 encontros) em uma turma com 20 estudantes do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública localizada no interior de Santa Catarina. Os aportes teóricos do estudo estão no Educar pela Pesquisa, na voz de Pedro Demo, e no Ensino por Investigação, associado às discussões de Anna Maria Pessoa de Carvalho e Lúcia Helena Sasseron. Além disso, ancora-se na perspectiva de um ensino que promove a autonomia, a competência e o pertencimento, como trazido por Clement *et al.* (2015). A abordagem da pesquisa é qualitativa e descritiva, recorrendo à produção de dados por meio de três instrumentos: registros do pesquisador em seu diário de bordo ao final de cada encontro com os estudantes; materiais produzidos por eles durante as atividades; e entrevistas com esses estudantes ao final da realização das três atividades. Os dados obtidos foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), com cinco categorias pré-definidas e dadas pelo recorte teórico e uma categoria emergente com origem nos dados produzidos. As categorias pré-definidas vinculam-se aos atributos associados à investigação científica, quais sejam: Autonomia; Competência; Pertencimento; Reconstrução do Conhecimento; e Comunicação. A categoria emergente identificada no estudo foi a de Postura Crítica. Os resultados indicaram a viabilidade da proposta para o ensino de Ciências da Natureza, evidenciando que atividades fundamentadas na investigação favorecem o desenvolvimento de habilidades como autoconfiança, aprendizagem ativa, competência experimental, interpretação de dados, argumentação científica, compreensão conceitual, produção textual, uso da linguagem científica, interação social, reconstrução autônoma do conhecimento e comunicação de resultados, contribuindo para a alfabetização científica e a formação crítica dos estudantes. Como produto educacional, apresenta-se um material de apoio destinado para professores da área de Ciências da Natureza, composto pelo itinerário didático e pelas seis atividades pedagógicas, o qual está disponível no site do programa e no Portal EduCapes (<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1131105>).

Palavras-chave: atividades investigativas; reconstrução do conhecimento; produto educacional; itinerário didático.

ABSTRACT

This study refers to the doctoral thesis linked to the line of Research Educative Practices in the teaching of Sciences and Mathematics of the postgraduate program in the Sciences and Mathematics Teaching of the University of Passo Fundo. The main study point is associated to the following question: What are the contributions of a teaching proposal supported on the research-based learning to the development of autonomy, competence and belonging sense of the students in relation to the object of study? The main goal is to investigate the relevance of a didactics proposal elaborated to the Natural Sciences of High School and supported on the Teaching through Research, in terms of the contribution to the autonomy, competence and belonging sense development of the students in relation to the object of study. For that, an activity guide has been set, designated “Didactic itinerary” having a set of steps necessary to the development of an investigative activity associated to the reconstruction of the knowledge, as proclaimed by the Teaching through Research. From that, a set of six activities have been elaborated which integrate the educational product, three of them have been applied in real teaching situations (16 meetings) in a class of 20 First grader students of High School of a public school located in the countryside of Santa Catarina. The theoretical contributions to the study are on the research-based learning, in the voice of Pedro Demo, and in the Teaching through Investigation, associated to the discussions of Anna Maria Pessoa de Carvalho and Lúcia Helena Sasseron. Furthermore, it is anchored in the perspective of a teaching process that promotes autonomy, competence and belonging as brought by Clement et al. (2015). The research approach is qualitative and descriptive, using data production through three instruments: researcher’s notes on his appointment book at the end of every meeting with the students; the material produced by them during the exercises; also, from interviews with these students at the end of the three activities. The obtained data have been analyzed through Discursive Textual Analysis (DTA), with five pre-defined categories and given by the theoretical framework and an emerging category originating from the produced data. The predefined categories are linked to the attributes associated with scientific research, which are: Autonomy; Competence; Belonging; Knowledge Reconstruction; and Communication. The emerging category identified in the study has been the Critical Education. The results have indicated the practicability of the proposal for teaching Natural Sciences, highlighting that research-based activities foster the development of skills such as self-confidence, active learning, experimental competence, data understanding, scientific argumentation, conceptual understanding, text writing, use of scientific language, social interaction, autonomous reconstruction of knowledge, and communication of results, contributing to students' scientific literacy and critical education of the students. As an educational product, this support material is presented for Natural Sciences teachers, constituted by the didactic itinerary and the six pedagogical activities, available on the program website and on the EduCapes Portal (<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1131105>).

Keywords: investigative activities; knowledge reconstruction; educational product; didactic itinerary.

LISTA DE QUADROS E GRÁFICOS

Quadro 1 - Relação entre a Motivação autônoma e o Ensino por Investigação	52
Quadro 2 - Relação dos trabalhos selecionados como corpus da investigação	69
Quadro 3 - Organização dos encontros da intervenção	77
Quadro 4 - Palavras-chave presente nos estudos investigados	81
Quadro 5 - Produtos educacionais sobre o Ensino por investigação	83
Quadro 6 - Etapas do itinerário didático.....	93
Quadro 7 - Cronograma dos encontros e as atividades desenvolvidas.....	117
Quadro 8 - Dados extraídos pelo grupo B na realização do experimento	126
Quadro 9 - Perguntas ou itens que compõe a entrevista semiestruturada	148
Quadro 10 - Fases da ATD	152
Quadro 11 - Categorias <i>a priori</i> dadas pelo referencial teórico	152
Gráfico 1 - Período Médio (T) x Comprimento (L) do Pêndulo Simples	127

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem da capa do Produto Educacional.....	92
Figura 2 - Casas dos primeiros habitantes da cidade de São Miguel do Oeste. Detalhe para o barracão que abrigava os migrantes.....	114
Figura 3 - Centro de São Miguel do Oeste – 2021	114
Figura 4 - Foto da Escola de Educação Básica São João Batista e localização	115
Figura 5 - O grupo investigado.....	116
Figura 6 - Apresentação da palestrante pelo professor autor da pesquisa	119
Figura 7 - Palestra com a Professora Fabiana Três	119
Figura 8 - Cine pipoca	120
Figura 9 - Professor e alunos assistindo ao filme: Estrelas Além do Tempo	120
Figura 10 - Professor acompanhando os alunos enquanto realizam o experimento do Pêndulo Simples	122
Figura 11 - Alunos realizando o experimento no pátio e saguão da escola.....	123
Figura 12 - Alunos realizando a análise dos resultados do experimento.....	125
Figura 13 - Imagem do caderno com os resultados do valor de G	125
Figura 14 - Grupo de alunos medindo o período de oscilação do pêndulo simples	126
Figura 15 - Alunos preparando o pêndulo para a apresentação.....	128
Figura 16 - Participação do Professor Altair José Fontana no seminário – julho/2024	129
Figura 17 - Aluna realizando a atividade somativa – momento individual de resolução de problemas e elaboração de textos	130
Figura 18 - Alunos realizando medidas e organizando o experimento	131
Figura 19 - Observação experimental do Pêndulo de Foucault.....	132
Figura 20 - Print de um vídeo que mostra que, na Terra, o plano do pêndulo muda, provando que a Terra gira com velocidade constante	133
Figura 21 - Grupo de alunos realizando a atividade experimental e ao fundo o professor fazendo anotações no diário de bordo	134
Figura 22 - Momento em que os grupos de trabalho estão elaborando o relatório dos resultados da pesquisa.....	135
Figura 23 - Momento de confraternização	137
Figura 24 - Alunos organizando as estratégias para construção do cartaz	138
Figura 25 - Professor Markoni demonstrando a forma de traçar uma elipse numa cartolina utilizando dois alfinetes e uma cordinha	139

Figura 26 - Print do meet de participação da professora orientadora no seminário de apresentação das pesquisas no dia 06/09/2024	140
Figura 27 - Grupo investigado momentos antes do seminário de apresentação das pesquisas	141
Figura 28 - Grupo de alunos apresentando suas investigações	142
Figura 29 - Cartazes com os desenhos e os conceitos das Leis de Kepler	142

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	27
2.1	Os pilares do Educar pela Pesquisa	27
2.2	O papel do professor	32
2.3	Professor como sujeito inovador e intermediador.....	36
2.4	O compromisso com o aluno.....	41
2.5	Sequência de Ensino Investigativa	48
2.6	Autonomia, Competência e Pertencimento.....	55
2.6.1	<i>Autonomia</i>	<i>57</i>
2.6.2	<i>Competência.....</i>	<i>60</i>
2.6.3	<i>Pertencimento.....</i>	<i>63</i>
2.7	Síntese do capítulo.....	65
3	REVISÃO DE LITERATURA	68
3.1	Procedimentos para definição do corpus	68
3.2	Análise e descrição dos estudos encontrados	69
3.3	Análise dos estudos.....	79
3.3.1	<i>Estados federativos.....</i>	<i>80</i>
3.3.2	<i>Nível de instrução, tópicos abrangidos e abordagem da pesquisa</i>	<i>80</i>
3.3.3	<i>Palavras-Chave</i>	<i>81</i>
3.3.4	<i>Conexões teóricas entre os trabalhos investigados e a presente tese</i>	<i>82</i>
3.4	Análise de produtos educacionais	82
4	PRODUTO EDUCACIONAL.....	86
4.1	A experiência profissional e os projetos de pesquisa no contexto escolar.....	86
4.2	Organização do produto educacional: etapas do itinerário didático	91
4.2.1	<i>Objetivos estabelecidos</i>	<i>95</i>
4.2.2	<i>Metodologia da atividade.....</i>	<i>95</i>
4.2.3	<i>Situação-problema</i>	<i>96</i>
4.2.4	<i>Hipóteses</i>	<i>96</i>
4.2.5	<i>Materiais utilizados para realização da atividade.....</i>	<i>97</i>
4.2.6	<i>Etapas das ações do professor e dos alunos</i>	<i>98</i>
4.2.6.1	<i>Tarefa do professor.....</i>	<i>98</i>

4.2.6.2	Tarefa dos alunos.....	99
4.2.6.3	Procedimento para a atividade de investigação experimental.....	99
4.2.7	<i>Análise dos dados.....</i>	100
4.2.8	<i>Avaliação da aprendizagem.....</i>	101
4.2.9	<i>Comunicação dos resultados.....</i>	101
4.2.9.1	Produção de um vídeo curto.....	101
4.2.9.2	Apresentação do estudo na forma de relato escrito sobre o desenvolvido e pesquisado	102
4.2.10	<i>Avaliação somativa</i>	102
4.2.11	<i>Discussão e correção coletiva mediada pelo professor.....</i>	102
4.3	Relato do estudo piloto.....	102
4.3.1	<i>Cálculo da aceleração gravitacional.....</i>	103
4.3.2	<i>Lançamento de Foguetes.....</i>	108
4.4	Detalhamento do Produto Educacional.....	111
4.5	Aplicação do Produto Educacional.....	113
4.5.1	<i>Escola.....</i>	113
4.5.2	<i>Participantes do estudo.....</i>	115
4.5.3	<i>Cronograma de aplicação.....</i>	116
5	RELATO DOS ENCONTROS	118
5.1	Encontro zero – palestra sobre Pesquisa Científica Investigativa.....	118
5.2	Encontro 01 – Filme “Estrelas Além do Tempo”	120
5.3	Encontro 02.....	121
5.4	Encontro 03.....	121
5.5	Encontro 04.....	123
5.6	Encontro 05.....	125
5.7	Encontro 06.....	130
5.8	Encontro 07.....	131
5.9	Encontro 08.....	134
5.10	Encontro 09.....	136
5.11	Encontro 10.....	136
5.12	Encontro 11.....	137
5.13	Encontro 12.....	138
5.14	Encontro 13.....	139
5.15	Encontro 14.....	140

5.16	Encontro 15.....	140
5.17	Encontro 16.....	143
6	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	144
6.1	Abordagem metodológica da pesquisa	144
6.2	Questões éticas da pesquisa	146
6.3	Instrumentos para produção dos dados	146
6.3.1	<i>Entrevistas</i>	146
6.3.2	<i>Diário de Bordo</i>	148
6.3.3	<i>Materiais produzidos pelos participantes</i>	149
6.4	Análise Textual Discursiva	149
6.5	Categorias de Análise.....	151
7	ANÁLISE DOS DADOS	155
7.1	Autonomia.....	155
7.2	Competência.....	165
7.3	Pertencimento	173
7.4	Reconstrução do conhecimento.....	179
7.5	Comunicação.....	186
7.6	Postura crítica.....	192
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	197
	REFERÊNCIAS	202
	APÊNDICE A - Roteiro da primeira atividade do estudo piloto: cálculo da Aceleração Gravitacional	215
	APÊNDICE B - Roteiro da segunda atividade do estudo piloto - Lançamento de Foguetes.....	220
	APÊNDICE C - Questionário sobre o filme	230
	APÊNDICE D - Roteiro da atividade “Experimento do pêndulo simples – o valor da constante da aceleração da gravidade terrestre”	231
	APÊNDICE E - Roteiro da atividade “Pêndulo de Foucault: Experimento sobre o movimento de rotação da Terra”.....	237
	APÊNDICE F - Roteiro da atividade “Leis de Kepler – As três leis que descrevem os movimentos dos planetas sem se preocupar com suas causas”	245
	APÊNDICE G - Trabalho de Pesquisa de Física	253
	ANEXO A - Termo de autorização da escola.....	255
	ANEXO B - Autorização de uso de imagem e voz	256

ANEXO C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE	257
ANEXO D - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE.....	258
ANEXO E - Trabalhos de alunos	259
ANEXO F - EEBSJB participando da Feira do IFSC	261
ANEXO G - Participação da EEBSJB no concurso de lançamentos de foguetes do SENAI	262
ANEXO H - Aprovação Comitê de Ética	265

1 INTRODUÇÃO¹

Ao dar início a essa tese, trago minha caminhada enquanto professor juntamente com a experiência de estudar no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Passo Fundo, almejando o título de Doutor em Ensino de Ciências e Matemática. Apoiado nessas vivências, me debruço a caracterizar meu problema de pesquisa e como pretendo abordá-lo na busca por propor alternativas que qualifiquem o processo ensino-aprendizagem, especialmente o da Educação Básica. Destaco, ainda, que minha trajetória nesse momento do doutoramento e de busca por propostas que auxiliem na compreensão do fenômeno educativo é tomada pela liberdade da escolha por sustentar minha tese a partir do Educar pela Pesquisa na perspectiva de Ensino por Investigação. As temáticas escolhidas se mesclam com minha formação, atuação e crenças educacionais, conduzindo-me a uma retrospectiva em minha história de vida. Por isso, peço licença e começo a caracterização do problema de pesquisa, associando-o ao meu percurso e meu amor pelo ato educativo.

A primeira ideia que vem em minha mente ao falar em educação foi a atitude de meus pais quando em mil novecentos e setenta deixaram para trás sua pequena propriedade rural que representava a referência de vida, de segurança, de família e de amigos, lá no interior do município de Lajeado, rumando para a região Oeste de Santa Catarina. O sonho da família era ter novas oportunidades e, principalmente, encontrar um lugar próximo de uma escola para que os três filhos (entre eles eu, com dois anos) pudessem estudar. Essa atitude vem permeada de significados e emoções, pois, chegando em Santa Catarina, as dificuldades foram muitas: trabalhamos por alguns anos como agregados e moramos numa pequena casa de madeira, estruturalmente precária. Os recursos financeiros eram extremamente limitados.

A situação obrigou meus pais a realizarem diversas atividades braçais, neste ambiente rural, para poder sustentar a família. É fato que na época o labor rural desgastava a saúde das pessoas. Tais diversidades foram superadas por nossa família, seguindo seguramente fiel à convicção da ideia estabelecida que era “oportunizar aos filhos o acesso à educação”.

O termo “estudar” foi o mantra diário na rotina familiar, certamente devido ao objetivo do casal. Ter a alegria de ver os filhos com estudo era a garantia de oportunizar uma vida mais digna aos filhos tão queridos. Então, concretizar a educação dos filhos, mesmo sendo um sonho particular que eles não conseguiram realizar em suas vidas, trouxe uma imensa satisfação e, ao

¹ A escrita do conteúdo da Introdução tem natureza híbrida, sendo assim, recorreremos a diferentes pessoas no discurso. A primeira pessoa foi utilizada por se tratar de parte de minha vida. Enfim, trará relatos particulares de minha vida profissional, reflexões de teorias disponíveis nas diversificadas literaturas que farão parte do diálogo desta tese.

mesmo tempo, responsabilidade, amor, luta, suor, coragem, choro, riso e tantos outros sentimentos/elementos que enriqueceram a caminhada de pequenas conquistas diárias.

Uma nova vida foi estabelecida em nossa família e, com muito trabalho, disciplina, esperança, compramos uma pequena propriedade distante três mil e quinhentos metros da escola, e assim, o sonho de meus pais transformava-se em realidade, ver os filhos serem alfabetizados. Tudo isso resultou em uma linda história familiar com pessoas que conseguem associar conhecimento acadêmico com valores humanos. Hoje temos uma família que é porto seguro e que naturalmente age na sociedade dignamente, espalhando o bem aliado ao saber.

Essa narrativa oportuniza mostrar ao leitor que, considero-me um ser humano sensivelmente marcado pela educação, pois seria difícil imaginar que chegaria a realizar uma atividade tão nobre, como é a de ser professor, e hoje, após muitos estudos, almejar o último degrau na formação docente que é o do doutorado, o que me alegra de forma indescritível.

É possível fazer uma analogia entre a idealização do pensamento dos meus pais em relação aos escritos de Paulo Freire. O autor destaca que um ser humano alfabetizado e de posse do conhecimento, conquista a liberdade e transforma-se num agente autônomo com capacidade de intervir e modificar para melhor sua vida e o meio em que vive. Em vista disso, afirma que “a transformação da educação não pode antecipar-se à transformação da sociedade, mas esta transformação necessita da educação” (Freire, 1991, p. 84).

Concluí o Ensino Médio em 1986 e, em fevereiro de 1987, iniciei a atividade docente numa escola multisseriada no interior do município de Guaraciaba, Santa Catarina. Neste período entendi que encontrei a profissão de minha vida e a necessidade de continuar meus estudos, e assim, minha trajetória acadêmica no Ensino Superior que começou em janeiro de 1988 no curso de Licenciatura Curta em Ciências Físicas e Biológicas e Matemática na Universidade Regional Integrada (URI), Santo Ângelo-RS. Neste tempo, as aulas ocorriam no período de férias e só existia a possibilidade de cursar o ensino superior considerando tal organização estrutural do curso, em que era possível trabalhar na minha cidade durante o período regular e cursar o ensino superior no período de férias.

Em 1988, assumi duas escolas multisseriadas e, em concomitância, realizava minha formação que foi importante para meu processo formativo, ampliando meus conhecimentos específicos e pedagógicos. Em 1989, assumi como professor as disciplinas de Ciências e Matemática no Ensino Fundamental e Física no Ensino Médio, em duas escolas estaduais. Em 1991, concluí minha primeira formação a nível superior que contribuiu com minha carreira profissional. Ao longo da vida acadêmica e formação pedagógica, percebi a necessidade de agregar novas formas de ensino em sala de aula, como as atividades experimentais e o

pesquisar, mesmo sabendo que poderia receber críticas, uma vez que o período era marcado por um ensino Tecnícista².

Em 1990, fui contratado para trabalhar com o inédito Projeto de Educação Rural (PERASMO), que atendia em torno de 500 alunos no interior do município de São Miguel do Oeste-SC. No projeto, atuei como professor de Ciências e Matemática e coordenador administrativo por um ano. De 1995 a 1997, recomecei os estudos cursando a segunda Licenciatura Plena, que foi em Ciências com Habilitação em Física, pela Universidade de Santa Cruz do Sul-RS (UNISC), novamente em período de férias. No mesmo período, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) ofereceu um curso de extensão em São Miguel do Oeste e região para professores de Ciências e Matemática e fui convidado para ser professor monitor. Conheci os professores José de Pinho Alves (*in memorium*) e Terezinha de Fátima Pinheiro (*in memorium*) que exploravam o ensino de Ciências e de Física por meio de atividades experimentais e tive a oportunidade de aprofundar meus conhecimentos nessa temática dos quais me sirvo até o momento.

Em 1998, fui selecionado para cursar uma especialização em Fundamentos da Educação pela Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC) e junto veio o convite para ministrar aulas no curso de formação de professores de Ciências e Matemática em um projeto chamado MAGISTER. Ministrei as disciplinas de Física Geral e Experimental. Em 1999, prestei concurso público na Secretaria do Estado da Educação de Santa Catarina, tornando-me professor efetivo até os dias atuais. Nesse período, tive a oportunidade de atuar por períodos esparsos em escolas particulares do mesmo estado, bem como em instituições de Ensino Superior, como a Faculdade de Itapiranga e da UNOESC.

Em 2002 iniciei o Mestrado Acadêmico em Educação em Ciências e Matemática da PUCRS, concluindo em 2005. No Mestrado, tive a oportunidade de estudar a temática do Educar pela Pesquisa e foi lá que encontrei o respaldo teórico para minhas atividades docentes. Minha dissertação intitulada “Obstáculos que acompanham a prática do ensino de Física na região de São Miguel do Oeste”, tratava de investigar as concepções epistemológicas que orientam a prática pedagógica de nove professores distribuídos em oito escolas, sendo dois de escolas particulares e sete de escolas públicas estaduais. A dissertação foi construída por meio

² Ensino tecnicista ou pedagogia tecnicista é considerado por autores como Rosa e Rosa (2012) como aquele presente no ensino de Ciências no cenário brasileiro no início do século e que estava voltado a atender as demandas geradas pela industrialização, a qual exigia a formação de profissionais com conhecimentos na área técnica. Esse ensino estava demasiadamente focado na técnica e não na formação crítica do sujeito, apoiando-se excessivamente em conteúdos e metodologias voltados aos conhecimentos necessários para inserir os jovens no trabalho que, nesse momento, estava volta à indústria.

de pesquisa qualitativa de abordagem fenomenológica em um paradigma interpretativo. A produção de dados aconteceu por meio de entrevistas com todos os professores e o objetivo do estudo estava associado a: explorar os recursos didáticos que as escolas disponibilizavam aos professores; os teóricos e as concepções epistemológicas que os professores utilizavam em sua prática pedagógica; verificar se os professores utilizam o Laboratório de Física para realização de experimentos; constatar se os professores trabalhavam com pesquisa em sala de aula e, como o processo de ensino aprendizagem de Física desses professores culminava na avaliação. A análise dos dados da pesquisa possibilitou dar continuidade aos estudos relacionados ao ensino e aprendizagem de Ciências da Natureza. Em vista disso, o estudo que propomos na tese de doutorado foi o aprofundamento teórico e prático da aplicação do Educar pela Pesquisa e do Ensino por Investigação aplicado no contexto de sala de aula com alunos do Ensino Médio.

A partir de 2017, minhas atividades pedagógicas passaram a ser somente no vínculo da Secretaria Estadual da Educação (SED), assumindo a coordenação dos cursos do Ensino Técnico em Informática, Ensino Integral e o Laboratório de Física. Nesta função, participamos de feiras de Ciências e conseguimos importantes premiações regionais. A dedicação às atividades experimentais levou a escrita de um artigo científico que resultou em um livro publicado pela SED, cujo título é “Uma proposta de educação: da concepção epistemológica fundamentada na educação pela pesquisa à reconstrução do conhecimento científico e tecnológico na educação básica”.

Com a falta de incentivos do governo estadual, a partir de 2017 os projetos foram encerrados, mas me mantive como professor de aulas experimentais envolvendo o laboratório de Ciências e também envolvido com feiras escolares e regionais de Ciências. Em 2018, assumi definitivamente a vaga de professor titular na Escola de Educação Básica São João Batista, com as disciplinas de Ciências, Matemática e Física a mim vinculadas. Por fim, menciono que, de 1987 até os dias atuais, se passaram 38 anos ministrando aulas nos diferentes graus de ensino, com a presença marcante em meu fazer pedagógico de uma abordagem prática, experimental e de pesquisa em sala de aula.

Em 2021, iniciei o doutorado profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). Ao cursar a disciplina Pesquisa em Educação em Ciências e Matemática I com a professora e orientadora da presente tese, Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa, tive a oportunidade de apresentar meu problema de pesquisa e retomar a temática que vinha me cercando nos últimos anos dentro das minhas ações pedagógicas, sendo o Educar pela Pesquisa. Esse tema, como mencionado anteriormente, vem ao encontro de minha prática em sala de aula, pois ao longo de carreira

docente sempre incentivei meus alunos a investigar com profundidade os conteúdos em estudo e por meio da pesquisa reconstruir novos conhecimentos, aproximando-os com os presentes em literaturas científicas.

Tal experiência possibilitou definir o problema de investigação vinculado a como levar o Educar para a Pesquisa para a sala de aula, dando início a construção de uma proposta didática que reunisse tais pressupostos teóricos a um fazer didático a partir de experiências vivenciadas no meu caminhar pedagógico. Em outras palavras, a problemática surge a partir da identificação de que os estudantes apresentam pouco interesse pelas aulas de Ciências e de Física e que boa parte desse desinteresse pode estar associado ao modo como organizamos nossa aula, especialmente por não envolver os estudantes diretamente na construção do conhecimento. Tal identificação constatada por minha experiência diária em sala de aula se mescla com as ações em que os estudantes necessitam participar mais ativamente, como é o caso das atividades experimentais, das Feiras de Ciências e, especialmente, dos momentos que envolvem a pesquisa. Essas observações e a proposta de ações que possibilitam uma participação mais ativa aos estudantes, tornando-os protagonistas de sua aprendizagem, nascem daquilo que Paulo Freire denomina de “professor pesquisador”, ou seja, um professor que observa, analisa e busca alternativas para seu fazer pedagógico.

Nesse contexto, identifico também que há necessidade de ampliar as discussões trazidas pelo Educar pela Pesquisa e sua natureza investigativa, especialmente quando se trata de ações voltadas diretamente para intervenções didáticas, como é a proposta em discussão na presente tese. A proposta trazida nesse estudo é atender uma lacuna relativa à falta de propostas didáticas em “ponto de uso” que é tradicionalmente apontada pelos professores, bem como a demanda emergente no cenário nacional e vinculada à Base Nacional Curricular Comum (BNCC). No documento que rege a elaboração dos currículos nacionais e que acena com algumas possibilidades didáticas, o Ensino por Investigação, uma variante do Educar pela Pesquisa³ aparece com destaque. Desta forma, consideramos pertinente elaborar e avaliar um Produto Educacional (PE) que sirva aos professores de Ciências da Natureza que atuam no Ensino Médio, a fim de que possam realizar atividades que primam pela investigação que é inerente ao Educar pela Pesquisa. Isso vem ao encontro do que Schein (2014, p. 46) menciona de que “é

³ Ao longo do texto, adotaremos o entendimento de que o Educar pela Pesquisa e o Ensino por Investigação são parte de uma mesma orientação pedagógica e de natureza construtivista, embora possamos reconhecer em algumas passagens aspectos que se aproximam mais de uma abordagem ou de outra. Em ambas, o que temos em comum e que é salientado na tese são os aspectos associados à investigação científica em sala de aula, como destacado por Pauletti (2018). Contudo, essa investigação científica em sala de aula não representa a compreensão de que os estudantes devem ter comportamentos semelhantes aos dos cientistas, mas que a construção do conhecimento segue a orientação da investigação científica.

por meio da pesquisa que existe a possibilidade de construir um conhecimento novo e emancipatório no sentido de manipular o conhecimento sem que ocorra o adestramento conceitual”.

Ao propor a utilização de uma metodologia de ensino apoiada na pesquisa, o professor poderá, por meio de situações-problema referentes ao conteúdo em estudo, despertar no aluno a curiosidade em buscar informações por meio de investigações com reconstrução do conhecimento científico. O professor encarrega-se de orientar os alunos, sujeitos ativos do processo e que, segundo Demo (2015), o processo de aprendizagem começa com práticas iniciais como a cópia, a escuta e a repetição de ritos introdutórios, mas no decorrer do percurso deve-se evoluir na construção da autonomia. Nesse entendimento, a metodologia de ensino transforma-se em uma alternativa que possibilita ao professor superar o ensino puramente diretivo, acrítico que se resume num contexto educativo que valoriza a cópia da cópia.

O objetivo do Educar pela Pesquisa consiste em conduzir ao questionamento e ao incentivo para a reconstrução do conhecimento inovador que, conforme Moraes (2012, p. 66), “inclui interpretação própria, formulação pessoal, saber pensar e aprender a aprender. Dessa maneira, educar pela pesquisa é ir contra a cópia, a condição de objeto e a manipulação do aluno”. No Ensino por Investigação, a premissa é oportunizar que os estudantes reconheçam os passos ou etapas necessárias de uma investigação, tomando ciência de como produzir conhecimento. No Ensino por Investigação estão presentes os passos que se assemelham aos do método científico e que caracterizam a produção do conhecimento no campo das Ciências da Natureza. Embora saibamos que o método científico não é o único método para produzir conhecimento, destacamos que o Educar pela Pesquisa e o Ensino por Investigação resgatam seus passos como forma de organização das atividades, mostrando aos estudantes a possibilidade de como o conhecimento é produzido.

Sobre o método científico, destacamos que, em concordância com Moreira e Ostermann (1993, p. 114), ele “não é um procedimento lógico, algorítmico, rígido. Em outras palavras, o método científico não é uma receita, uma sequência linear de passos que necessariamente conduz a uma descoberta ou, pelo menos, a uma conclusão ou a um resultado”. Em vista disso, defendemos uma metodologia de ensino que recorra em parte ao método científico, mas que, além disso, permite e incentiva os alunos a pesquisar e reconstruir conhecimentos. Portanto, em determinadas situações o método científico não consegue fornecer dados suficientes na construção de conceitos e leis científicas, pois o conhecimento científico não é definitivo por estar em constante transformação e seu produto pode ser o resultado da construção humana de um processo não cumulativo e linear.

Sendo assim, concordamos com o expresso por Moreira e Ostermann (1993, p. 116) de que a construção do conhecimento científico é um processo em que:

[...] a produção do conhecimento humano se caracteriza por uma permanente interação entre pensar, sentir e fazer. Qualquer tipo de conhecimento produzido pelo homem é fruto desta interação. O ser humano é um ser que se caracteriza por pensar, sentir e fazer. Na produção do conhecimento científico o pensar se refere ao domínio conceitual da pesquisa, a sua fundamentação teórica, sendo guia da determinação dos acontecimentos a serem estudados e orientação para as observações a serem feitas. O fazer corresponde ao domínio metodológico da investigação.

Além disso, temos que a abordagem investigativa promove, como salientado e defendido por Clement (2013), onde descreve a autonomia, competência e pertencimento como dimensões essenciais para promover a aprendizagem e o engajamento dos alunos, alinhando-se aos princípios da teoria da autodeterminação. A autonomia pode ser entendida como uma necessidade básica inerente ao ser humano de decidir com autoiniciativa a maneira como vai realizar as tarefas a ele apresentadas. Sendo assim, o indivíduo aumenta sua motivação intrínseca, responsabilidade, atuando ativamente, auxiliando-o no processo de construção de sua aprendizagem. A competência está associada ao sentimento que o ser humano tem de interagir ativamente com o meio, motivando-o para a realização de tarefas desafiadoras, estimulando o desenvolvimento de habilidades, confiança em si que favorecem para o seu bem-estar. A competência tem forte relação com a autonomia. O pertencimento refere-se à necessidade que o ser humano tem de sentir-se conectado com o ambiente, colegas de turma, professor e o objeto do conhecimento a ser aprendido, e assim, favorece para o fortalecimento dos vínculos sociais e o comprometimento com a aprendizagem.

Partindo desses pressupostos teóricos e da problemática mencionada e relativa à possibilidade de trazer a investigação científica para o contexto educacional, nossa pergunta de pesquisa ficou assim formulada: Quais as contribuições de uma proposta de ensino apoiada no Educar pela Pesquisa para o desenvolvimento da autonomia, da competência e do senso de pertencimento dos estudantes em relação ao objeto de estudo?

A tese de natureza profissional e, portanto, associado a construção de um produto educacional, como requer os programas profissionais, apresenta como objetivo geral o de investigar a pertinência de uma proposta didática elaborada para a área de Ciências da Natureza no Ensino Médio e apoiado no Educar pela Pesquisa, em termos da contribuição para o desenvolvimento da autonomia, da competência e do senso de pertencimento dos estudantes em relação ao objeto de estudo.

Esse objetivo geral, vinculado a elaboração e avaliação do produto educacional a partir de um conjunto de elementos indicados pelo referencial teórico, apresenta de forma mais específica nos seguintes objetivos:

- Analisar os fundamentos teóricos e metodológicos do Educar pela Pesquisa e sua aplicabilidade na elaboração de propostas didáticas para a área de Ciências da Natureza no Ensino Médio;
- Desenvolver e aplicar um Itinerário Didático baseado no Educar pela Pesquisa, considerando suas potencialidades para promover autonomia, competência e senso de pertencimento nos estudantes;
- Avaliar a proposta didática em termos de evidências do desenvolvimento da autonomia, da competência e do senso de pertencimento em relação ao objeto de estudo;
- Refletir sobre os desafios e possibilidades da implementação de propostas didáticas baseadas no Educar pela Pesquisa no contexto do Ensino Médio, especialmente na área de Ciências da Natureza;
- Elaborar um Produto Educacional na forma de material de apoio para professores de Ciências da Natureza que apresente o Itinerário Didático elaborado para o estudo e as atividades propostas a partir dele.

O estudo proposto na presente tese em concordância com seu Produto Educacional (PE) vem ao encontro da necessidade de inserir nas aulas de Ciências da Natureza novos significados e possibilidades capazes de transformar o contexto de sala de aula num ambiente em que professor e alunos tornam-se parceiros de trabalho e sujeitos ativos, criativos, críticos, investigadores, competentes, autônomos e pensantes. Este contexto exige que o professor saiba valorizar os conhecimentos prévios que os alunos construíram a partir de suas vivências cotidianas, e que esse conhecimento seja o ponto de partida para transformar o contexto escolar num local que desperte nos envolvidos, a capacidade de inovação e por meio da pesquisa, aprender por meio da reconstrução do conhecimento.

Em comum acordo, Carvalho (2022, p. 6) enfatiza que “[...] são a partir dos conhecimentos que o estudante traz para a sala de aula que ele procura entender o que o professor está explicando ou perguntando”. A comunicação dos resultados das pesquisas em sala de aula também é um dos momentos importantes nas pesquisas realizadas pelos grupos de alunos.

Moraes, Galianzi e Ramos (2004) destacam a importância dos momentos principais que possuem três princípios de um ciclo de pesquisa: o questionamento, a construção de argumentos e a comunicação das elaborações dos conhecimentos. Enfatizam a relevância que a pesquisa representa no contexto de sala de aula para que “atinja um estágio de comunicar resultados, de compartilhar novas compreensões, de manifestar novo estado do ser, do fazer e do conhecer, o que contribui para a sua validação na comunidade em que esse processo está se dando” (Moraes; Galianzi; Ramos, 2004, p. 20).

Para subsidiar a ação didática dos professores, desenvolvemos um material de apoio na forma de PE, que envolve, além das atividades de ensino, um itinerário didático que pode subsidiar a construção de propostas de ensino para além das apresentadas no material. Esse itinerário didático segue um conjunto de etapas reconstruídas e delineadas a partir dos estudos realizados nesta tese, tendo como inspiração o *Educar pela Pesquisa* e o trazido por Anna Maria Pessoa de Carvalho e seus colaboradores sobre o Ensino por Investigação.

Ao construir o Itinerário Didático, tomamos o cuidado de organizar as etapas de tal forma que permitissem ao professor analisar e avaliar as construções coletivas e individuais. A aprendizagem ocorre por meio da interação aluno-objeto do conhecimento; aluno-aluno, nos grupos de trabalho de pesquisa; professor-aluno, tendo nas atividades investigativas o ponto de partida para que todos os envolvidos reconstruam conhecimento científico na coletividade e na individualidade. O itinerário didático foi denominado no estudo de “Sequência de Ensino Investigativa-Reconstrução do Conhecimento pela Pesquisa com Autonomia, Competência e Pertencimento” (SEI-RCP-ACP) e será detalhado ao longo dos próximos capítulos, bem como no PE que acompanha essa tese.

Freire (1996, p. 26) evidencia que: “[...] nas condições de verdadeira aprendizagem, os educandos vão se transformando em reais sujeitos da construção e da reconstrução do saber ensinado, ao lado do educador, igualmente sujeito do processo”. Acreditamos que este estudo possa contribuir para a construção de um ensino de Ciências da Natureza que promova a participação ativa dos estudantes em prol da construção do conhecimento, e que isso sirva não somente para os conteúdos escolares, mas também que se estendam para a vida.

Entendemos que o *Educar pela Pesquisa* no contexto escolar prepara os alunos para a cidadania, trazendo benefícios a toda sociedade que precisa de seres humanos pensantes, criativos, investigadores, observadores e competentes, estando capacitados para lidar com os meios de produção que geram as riquezas refletindo-se na melhoria da qualidade de vida de todos os cidadãos do país.

Outro importante diferencial é que este pensar favorece o sujeito a conquistar elaborações próprias, qualificando sua escrita e consequentemente sua comunicação. Para Moraes, Ramos e Galiazzi (2004), a construção de uma linguagem mais sofisticada tende a contribuir no desenvolvimento dos conceitos científicos e, portanto, mais complexos.

Dessa maneira, nosso estudo justifica-se considerando que está direcionado para os alunos compreenderem o processo de investigação como parte de sua aprendizagem, mostrando que interpretar situações-problema a partir de um cunho científico faz parte da elaboração própria de conhecimentos. Isso favorece o desenvolvimento da autonomia de pesquisar, a buscar e encontrar possíveis soluções as diferentes situações-problema que esses estudantes possam encontrar ao longo de sua vida, além de oportunizar a criação de estratégias que contribuam na resolução desses problemas e de outros que integram as situações cotidianas complexas.

O estudo da presente tese se desenvolveu com alunos do Ensino Médio a partir da realidade da Escola de Educação Básica São João Batista da cidade de São Miguel do Oeste, que pertence à SED do estado de Santa Catarina. Para isso, foi organizado um conjunto de atividades a partir da elaboração do itinerário didático, que constituem o PE, focadas nos conteúdos que fazem parte do currículo escolar de Ciências da Natureza.

O esperado com a aplicação do PE foi que, no decorrer da aplicação das atividades, os alunos assumissem a posição de sujeitos curiosos que buscam informações para posteriormente aprofundar os estudos e com isso construíssem seus conhecimentos científicos. Outro aspecto desejado no estudo é que o professor assumisse a função de orientar e avaliar um aluno que também é capaz de pesquisar e elaborar (Demo, 2015).

O ensino de Ciências por meio do itinerário didático proposto no estudo tem como meta contribuir na formação de alunos mais críticos, inovadores, competentes e autônomos. Demo (2015, p. 19) afirma: “Cada professor precisa saber propor seu modo próprio e criativo de teorizar e praticar a pesquisa, renovando-a constantemente e mantendo-a como fonte principal de sua capacidade inventiva”. Para isso, é preciso também um esforço coletivo entre poder público, sistema educacional, sociedade, gestão escolar, coordenações pedagógicas e professores na construção de possíveis soluções capazes de qualificar o ensino de Ciências da Natureza e em consequência amenizar a falácia do fracasso escolar que vivenciamos ao longo da história da educação brasileira.

No aspecto metodológico, a tese fundamenta-se em uma pesquisa de abordagem qualitativa, descritiva e interpretativa que, segundo Minayo (2014), preocupa-se com o nível de realidade que não pode ser quantificado onde ela trabalha num universo de significados, de

motivações, aspirações, crenças, valores e atitudes. Em termos de procedimentos, a pesquisa fundamenta-se na pesquisa-ação, pois o pesquisador exerce papel ativo no processo. Os instrumentos para produção dos dados são: entrevistas, diário de bordo e materiais produzidos pelos participantes. Para análise dos dados, adotamos a “Análise Textual Discursiva” (ATD) apresentada por Moraes e Galiazzi (2007).

Por fim, mencionamos que o presente texto está estruturado em capítulos, começando pela presente Introdução, considerada o primeiro capítulo em que apresentamos o autor do texto, o problema de pesquisa, os objetivos, justificativas para o estudo e as possíveis contribuições do estudo para a sociedade. O segundo capítulo se ocupa de descrever o referencial teórico com os fundamentos do Educar pela Pesquisa e as especificidades trazidas pelo Ensino por Investigação a partir das discussões de Anna Maria Pessoa de Carvalho e colaboradores, bem como os aspectos associados a orientação de um ensino voltado a promover autonomia, competência e pertencimento. O terceiro capítulo apresenta a revisão de literatura em teses e dissertações brasileiras, abordando as principais pesquisas sobre o Ensino de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental e Médio, com ênfase nas metodologias utilizadas e nos resultados alcançados em diferentes contextos educacionais.

O PE é o tema do quarto capítulo que abriga a proposta do itinerário didático e das sequências didáticas aplicadas. O capítulo apresenta o percurso para a construção do PE, sua proposta inovadora, relata um estudo piloto realizado durante o ano de 2023, descreve o local e os sujeitos que caracterizam o estudo definitivo, bem como apresenta as atividades que integram o PE e que forma aplicadas e tidas como foco da pesquisa. Dando continuidade, temos o quinto capítulo designado a descrever as atividades na forma de relato dos encontros. Na continuidade, é apresentado o sexto capítulo, voltado a discutir a metodologia de pesquisa utilizada no estudo, apresentando os aportes teóricos da abordagem qualitativa do estudo, os instrumentos a serem utilizados para produção dos dados e a descrição dos participantes da pesquisa. A seguir, temos o capítulo destinado à discussão dos dados na forma de resultado do estudo. Por fim, temos as considerações finais que tratam do fechamento do estudo, dando destaque aos resultados e às perspectivas de continuidade da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo se ocupa das discussões e reflexões teóricas que embasam o estudo, trazendo discussões sobre o Educar pela Pesquisa e um diálogo com o Ensino por Investigação, na forma como anunciado por Anna Maria Pessoa de Carvalho e seus colaboradores. Para tanto, apresenta e discute os pilares do Educar pela Pesquisa a partir do anunciado por seu idealizador, Pedro Demo, fazendo uma retomada no entendimento presente na literatura especializada. Associado a isso, procede à reflexão sobre o papel do professor e o compromisso do aluno frente a essa abordagem metodológica. A seguir, o capítulo destaca a importância de uma escola e comunidade orientada a favorecer o Educar pela Pesquisa e acena com a necessidade de que essa perspectiva esteja presente desde as etapas iniciais de escolarização como forma de contribuir para o desenvolvimento da alfabetização científica e também da compreensão da ciência. Por fim, o texto apresenta o Ensino por Investigação na perspectiva do entendimento de Anna Maria Pessoa de Carvalho e colaboradores, evidenciando que esse ensino está em consonância com o Educar pela Pesquisa e capaz de promover a autonomia, competências e pertencimento.

2.1 Os pilares do Educar pela Pesquisa

O Educar pela Pesquisa é uma proposta metodológica de ensino desenvolvida com o objetivo de contrapor o ensino embasado em metodologias puramente expositivas. Nessa metodologia de ensino, o foco está em tornar o aluno um protagonista de sua aprendizagem, de modo que ele proceda a investigações sobre seu objeto do conhecimento.

Essa proposta de ensino, desenvolvida por Pedro Demo, tem em sua essência quatro pressupostos fundamentais, considerados cruciais. O professor não precisa ser um pesquisador profissional, mas buscar ser um educador profissional da educação pela pesquisa. Tais pressupostos são:

[...] a convicção de que a educação pela pesquisa é a especificidade mais própria da educação escolar e acadêmica, o reconhecimento de que o questionamento reconstrutivo com qualidade formal e política é o cerne do processo de pesquisa, a necessidade de fazer da pesquisa atitude cotidiana no professor e no aluno, e a definição de educação como processo de formação da competência histórica humana (Demo, 2015, p. 7).

O primeiro pressuposto supõe que a escola deveria ser o local que possibilita aos alunos construírem conhecimentos mais elaborados cientificamente por meio da pesquisa, visto que, o processo educativo construído por ele ao longo da vida em família, na igreja e em sociedade, apreende conhecimentos básicos, também importantes, que ocorrem num ambiente empírico de socialização de saberes populares, oriundos do senso comum e transmitidos de gerações em gerações. A educação familiar tem importância fundamental e serve para toda a vida do sujeito. Demo (2015, p. 7) ressalta: “A família, mais do que ninguém, educa todo dia e toda hora, sendo a instância mais responsável pelas condições de emancipação dos filhos”. Por isso, o aluno inserido em espaços educativos que priorizam a cultura científica, fundamentada na pesquisa, desenvolve habilidades que vão além da simples socialização, já que esse ambiente exige a superação do senso comum. Esse aprofundamento é possível somente através da pesquisa realizada na escola, com a orientação do professor, que também é um sujeito pesquisador, promovendo a reconstrução dos conhecimentos científicos. De acordo com Freire (1996, p. 29), “não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino”. O autor destaca, ainda, que pensar certo no contexto do professor envolve não apenas o reconhecimento e a superação do senso comum, mas também o estímulo à capacidade criativa do aluno, respeitando sua individualidade.

A aula que se ocupa apenas em repassar conhecimento se revela improdutiva considerando a dimensão da construção do conhecimento pelo aluno, levando professor e aluno à condição de objetos, ao favorecer a formação de homens passivos e acríticos, retratando um problema do ponto de vista pedagógico. Vasconcellos (2002, p. 26) ressalta que em um contexto assim é alto o “risco de não aprendizagem, em função do baixo nível de interação sujeito-objeto de conhecimento-realidade”. Neste sentido, o professor que assume o papel de educar pela pesquisa, tem o aluno como parceiro no desenvolvimento dos conteúdos, contribuindo na construção de sujeitos críticos. Demo (2015, p. 9) destaca que “a pesquisa inclui sempre a percepção emancipatória do sujeito que busca fazer e fazer-se oportunidade, à medida que começa e se reconstitui pelo questionamento sistemático da realidade”. Portanto, a bagagem cultural que o indivíduo traz consigo deverá ser considerada o ponto de partida no contexto escolar, tendo por caminho a pesquisa.

No segundo pressuposto, o questionamento reconstrutivo com qualidade política e formal fomenta o processo de educação. Demo (2015, p. 13) em concordância traz a ideia de alguns fatores essenciais em um processo eficaz e autônomo, então nos diz que “[...] à formação do sujeito competente, no sentido de ser capaz de, tomando consciência crítica, formular e executar projeto próprio de vida no contexto histórico”. A pesquisa necessita ser vista como um fazer pedagógico cotidiano, é uma atitude que está internalizada no professor pesquisador e na

reconstrução de conhecimentos com qualidade em todos os níveis de ensino. O ato de questionar acompanhado de responsabilidade crítica corrobora na construção de um ambiente escolar que privilegia o desenvolvimento da competência dos sujeitos.

O professor competente organiza o conhecimento pela problematização, sugerindo e direcionando o aluno a fazer ligações entre conhecimentos, a fazer aproximações e transversalidades. Desenvolver um trabalho interdisciplinar implica abandonar a cópia da cópia. O professor que tem habilidade para utilizar pressupostos da pesquisa, diferenciando sua aula expositiva, precisa usar este conhecimento aprofundado, julgar sua pertinência em relação a uma determinada situação e mobilizá-lo com discernimento (Almeida, 2000, p. 253).

O questionamento reconstrutivo com qualidade formal e política representa traço distintivo da pesquisa. Quando sugerimos a construção de um ser crítico, nos referimos a um sujeito com capacidade de intervir com competência, com argumentos convincentes e autonomia. Se acreditamos que o conhecimento é transmitido de um indivíduo para outro, via sentidos, sem contestação, por meio de conceitos prontos, verdades absolutas, entendemos que qualquer pessoa pode ser o professor. Almeida (2002, p. 252) destaca:

Um dos maiores enganos reside em se acreditar que qualquer professor poderá dar aula em qualquer disciplina, bastando, para isto, expor o que está nos livros. O professor que nunca produziu em uma determinada área não terá nada próprio para ensinar além de copiar o que o livro contém.

O aluno questionador é resultado de uma construção criativa do professor competente, inovador e elaborador de perguntas criativas. Agir assim, instiga, aguça o imaginário dos alunos. Outra habilidade que o professor pode utilizar em sua prática pedagógica é ficar atento às perguntas dos alunos em sala de aula; delas podem surgir situações-problemas, que podem vir a se tornar importantes temas de pesquisas. Para Demo (2015, p. 13): “reconstrução” é compreendida como “a instrumentação mais competente da cidadania, que é o conhecimento inovador e sempre renovado”. A educação pela pesquisa não exige que o sujeito seja um inventor ou realize pesquisas mirabolantes, mas que consiga reconstruir novos saberes a partir dos conhecimentos já existentes. No sentido da palavra, não há a necessidade de reinventar a roda, basta aperfeiçoá-la. Sendo assim, questionamento é a formação do sujeito competente, e reconstrução é a competência do conhecimento inovador (Demo, 2015).

O professor competente, inovador, sujeito da educação pela pesquisa, mediador, que domina conhecimentos científicos, deve ter clareza dos objetivos que pretende atingir em sua ação pedagógica. Tais objetivos correlacionam-se com a intencionalidade pedagógica,

priorizando um ambiente de professor e aluno, sujeitos emancipados, construtores de conhecimentos científicos.

O específico do educador, neste sentido, não se restringe à informação que oferece, mas exige sua inserção, num projeto social, a partir do qual desenvolva a capacidade de **desafiar**, de **provocar**, de **contagiar**, de **despertar** o desejo, o interesse, a vida do educando, a fim de possa se dar a interação educativa e a construção do conhecimento, bem como a instrumentalização, de forma que o educando possa continuar autonomamente a elaboração do conhecimento (Vasconcellos, 2002, p. 75).

A arma mais potente para a emancipação e inovação do sujeito crítico e criativo é a condição de apossar-se do conhecimento. O educar pela pesquisa pode propiciar melhores condições de inserir o indivíduo para o exercício da cidadania. Demo (2015) salienta que há um trajeto coincidente entre educação e pesquisa, resultado relacionado ao questionamento reconstrutivo aplicado no processo de ensino que, consecutivamente, pode-se codificar da seguinte maneira:

- a) ambas se postam contra a ignorância, fator determinante da massa de manobra; enquanto a pesquisa busca o conhecimento, para poder agir na base do saber pensar, a educação busca a consciência crítica, marca essencial de quem se sabe da realidade;
- b) ambas valorizam o *questionamento*, marca inicial do sujeito histórico; enquanto a pesquisa se alimenta da dúvida, de hipóteses alternativas de explicação e de superação constante de paradigmas, a educação alimenta o aprender a aprender, fundamento da alternativa histórica;
- c) ambas se dedicam ao processo reconstrutivo, base da competência sempre renovada; enquanto a pesquisa pretende, através do conhecimento inovador, manter a inovação como processo permanente, a educação, usando o conhecimento inovador como instrumento, busca alicerçar uma história de sujeitos para sujeitos;
- d) ambas incluem a confluência entre teoria e prática;
- e) ambas se opõem terminantemente à *condição de objeto*, por ser a negação da qualidade formal e política; enquanto a pesquisa usa a transmissão de conhecimento como ponto de partida e se realiza em sua construção permanente, a educação exige ultrapassar o mero ensino, instrução, treinamento, domesticação;
- f) ambas se opõem a *procedimentos manipulativos*, porque estes negam o sujeito; enquanto a pesquisa supõe ambiente de liberdade de expressão, crítica e criatividade, a educação exige a relação pedagógica interativa e ética, marcada pela qualidade formativa;
- g) ambas condenam a *cópia*, porque esta consagra a subalternidade; enquanto a pesquisa persegue o conhecimento novo, privilegiando como seu método o questionamento sistemático crítico e criativo, a educação reage contra o mero ensino copiado para copiar, privilegiando o saber pensar e o aprender a aprender (Demo, 2015, p. 10-11).

Tudo isso conduz a classe docente a repensar se a metodologia de ensino utilizada na ação pedagógica está produzindo os resultados desejados. O professor que tem sua prática pedagógica voltada ao ensino expositivo unicamente e pretende adotar a metodologia da educação pela pesquisa, precisa se reconstruir didaticamente, aperfeiçoar-se pedagogicamente,

colocar em jogo seu conhecimento, que por vezes, é absoluto e desatualizado, rumo a uma mudança de paradigma. Para Freire (1996, p. 86): “O fundamental é que professor e alunos saibam que a postura deles, do professor e dos alunos, é *dialógica*, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto fala ou enquanto ouve. O que importa é que professor e alunos se assumam *epistemologicamente curiosos*”. Novamente, salienta-se que o bom professor, do ponto de vista da pesquisa, é o sujeito crítico, capacitado para elaborar questionamentos e situações-problemas que instigam a curiosidade dos alunos.

No terceiro pressuposto, pesquisa como atitude cotidiana, Demo (2015, p. 14) focaliza: “Questão absolutamente fundamental é *tornar a pesquisa o ambiente didático cotidiano*, no professor e no aluno, desde logo para desfazer a expectativa arcaica de que pesquisa é coisa especial, de gente especial”. É necessário diferenciar pesquisa como atitude cotidiana e pesquisa como resultado específico. A pesquisa, como atitude cotidiana, está presente em nossas vivências diárias, nos acontecimentos sociais, e cabe agir sobre o meio com capacidade crítica, de questionar e intervir de maneira crítica e permanente. Todo homem é um ser histórico, e para isso, se faz necessário desenvolver o espírito questionador em todos os momentos de nossa vida, evitando ser tratado como objeto de manipulação. Demo (2015, p. 15) destaca ainda que se trata “de ler a realidade de modo questionador e de construí-la como sujeito competente”. O professor poderia ensinar aos alunos a distinção entre conhecimento científico e senso comum. O aluno que aprende a questionar de maneira fundamentada, com argumentação convincente, com crítica responsável, é valioso para a resolução de situações na sociedade.

De acordo com Vasconcellos (2003, p. 169), a reflexão trazida pelo questionar revela-se uma atividade consciente:

A atividade humana consciente é pautada com algum nível de reflexão. Caso se pergunte a um sujeito porque está fazendo determinada coisa, pode ser que não tenha consciência naquele momento, mas diante do questionamento buscará o motivo ou a finalidade de sua ação.

A pesquisa como resultado específico exige produção concreta na produção de conhecimentos, com compromisso formal e cunho científico. No contexto da educação pela pesquisa, temos a produção própria, dentre elas a escrita de textos com linguagem científica (onde professor e aluno são parceiros na edificação do saber), tornando-se autores e (re)construtores de conhecimentos devidamente fundamentados. Destacamos aqui a importância do professor cultivar ambas as dimensões (atitude cotidiana e pesquisa) como resultado específico, pois,

além de representar o cidadão permanentemente crítico e participativo, necessita alimentar o processo constante de produção própria, para demonstrar, entre outras coisas, que não é criatura de ideias alheias, sectário de outras doutrinas, laço de outros projetos, mas que tem capacidade sempre renovada de ocupar espaço próprio de solidário (Demo, 2015, p. 15).

O quarto pressuposto sugerido pela teoria do Educar pela pesquisa, desenvolvido por Pedro Demo, é a educação como o processo de formação da competência humana histórica. Destaca que a competência é fazer oportunidade, mas também, fazer-se oportunidade. Portanto, a educação pela pesquisa é fator fundamental na construção da competência humana. Para Demo (2015, p. 1), “Esse modo de ver parte da definição de educação como *processo de formação da competência humana*, com qualidade formal e política, encontrando no conhecimento inovador a alavanca principal da intervenção ética”.

Nesta perspectiva, os quatro pressupostos de ensino da educação pela pesquisa, expressam que a pesquisa torna professor e aluno sujeitos na produção de um conhecimento inovador que engloba interpretação própria, formulação pessoal, saber pensar, aprender a aprender e incentiva o questionamento dentro de um processo de reconstrução do conhecimento (Moraes, 2002). De simples receptor de informações, o aluno orientado e parceiro inserido na didática do professor transforma-se em sujeito ativo no processo de reconstrução de seu conhecimento. O questionamento reconstrutivo contribui na formação de sujeitos autônomos e competentes, melhorando a qualidade da aprendizagem dos alunos que são incentivados a manipular, experimentar, explorar, observar, investigar, resultando em elaboração própria de textos e discussão de informações que serão transformadas em conhecimento científico. Portanto, a pesquisa faz parte do cotidiano escolar, em que professores e alunos saem da condição de objetos para sujeitos com autonomia crítica.

2.2 O papel do professor

Na proposta metodológica de ensino do Educar pela Pesquisa, o professor em sua prática pedagógica assume alguns desafios, como bem destacado por Demo (2015), quais sejam: 1. (Re)construir projeto pedagógico próprio; 2. (Re)construir textos científicos próprios; 3. (Re)fazer material didático próprio; 4. Inovar a prática didática; 5. Recuperar constantemente a competência.

O professor inserido num contexto escolar com pesquisa necessita reconstruir continuamente o projeto pedagógico próprio, tornando-se imprescindível que ele domine com completude os conhecimentos de sua área de ensino, planejando sua proposta pedagógica

própria, de forma que teoria e prática estejam em concordância. Nessa direção, podemos equiparar o trabalho pedagógico do professor ao do arquiteto que planeja uma obra, desde as fundações até os últimos detalhes de beleza, conforto e harmonia entre os ambientes da futura moradia, equilibrando elaboração teórica e prática originais. Seu projeto precisa ser eficiente e dinâmico para os pedreiros poderem compreendê-lo com clareza para a execução da obra do começo ao fim. Tanto o professor como o arquiteto precisam dominar conhecimentos e ferramentas de trabalho que lhes permitam construir e reconstruir projetos próprios, bem fundamentados, que os auxiliem a realizar com autonomia e competência sua profissão. Neste sentido, a apropriada construção do projeto pedagógico próprio, segundo Demo (2015, p. 48), alerta que: “[...] implica, necessariamente, pesquisa, atualização constante, teorização das práticas, aprendizagem de outras experiências, autocrítica permanente”. O professor assume o compromisso de explorar teorias de diversos autores, conhecimentos que contribuam na construção da fundamentação teórica de suas produções e elaboração do projeto pedagógico, tornando sua ação mais qualificada. Em suma, o projeto pedagógico próprio conduz o professor a organizar seu plano pedagógico pessoal, em constante atualização e comprometido no desenvolvimento da aprendizagem de seus alunos.

Com o intuito de continuar a explanação da relevância do embasamento teórico no decorrer da prática educativa, temos a grande relevância do Educar pela Pesquisa, sendo também de competência do professor exercitar a produção de textos científicos próprios, associados à área curricular de atuação. Demo (2015, p. 50) destaca: “Trata-se, pois, de incentivar o professor a produzir textos próprios, dotados de marca científica suficiente, nos quais possa, de modo mais evidente e garantido, progredir no questionamento reconstrutivo, em termos teóricos e práticos”.

É notável que o professor domine com finura sua área de ensino, e assim, o professor tenha subsídios epistemológicos que o credenciam como um construtor de conhecimentos, divulgando-os na comunidade escolar. O professor, que domina com destreza os conteúdos que pretende ensinar e escreve materiais que servem de subsídios de pesquisa, desperta nos alunos o desejo da investigação, mobilizando-os para a reconstrução de novos conhecimentos. Sobre isso, Vasconcellos (2002, p. 75-76) menciona que:

É indispensável que o educador domine o conteúdo e domine muito bem, para saber onde é importante dar ênfase, relacionar, criar, selecionar e organizar (caso contrário ele seria um simples “animador”). Deve ter a convicção de que aquilo que está propondo é relevante para os educandos, além de ter a tranquilidade de ter feito com antecedência o plano de trabalho.

É mister que o professor, mergulhado nessa proposta de ensino e comprometido com uma educação transformadora, saiba refazer e adequar material didático próprio. Demo (2015, p. 51) afirma que um professor competente na área em que atua saiba, “contralar, sopesar todos os dados, discutir teorias, paradigmas e propostas, desvendar os argumentos, e contra-argumentos, compreender com profundidade”. O professor criativo elabora materiais didáticos e os utiliza nas aulas que ministra. Não há uma receita pronta na reconstrução de conteúdos e exercícios a serem posteriormente trabalhados com os alunos. Um caminho é elaborar perguntas instigadoras a partir de uma situação-problema que conduza a um processo de pesquisa, instigando os alunos a procurar informações capazes de solucionar a questão em estudo, tendo por via o ambiente social de inserção destes. Por exemplo, numa aula de Física, o professor pode reconstruir conteúdos, tal como, elaborar perguntas sobre situações cotidianas que provoquem a curiosidade dos alunos em suas vivências diárias. Para Vasconcellos (2002, p. 45): “O professor que quer mudar sua prática pedagógica, precisa de uma teoria do conhecimento para poder orientar o seu trabalho”.

Outro fator importante defendido na educação pela pesquisa é que o professor inove constantemente sua prática pedagógica. O questionamento reconstrutivo deve ser símbolo do professor que pretende transformar sua prática pedagógica num ambiente de pesquisa. Para Demo (2015, p. 58), “não é viável o questionamento reconstrutivo no aluno, se não for marca registrada do professor”. Neste sentido, para suprimir o fracasso escolar, muito presente na educação brasileira, algumas decisões devem ser implementadas como ações docentes, tais como:

- a) *saber avaliar* inicialmente os alunos, sobretudo de modo qualitativo, descobrindo o mais cedo possível quem tem problemas e quem não tem, mantendo este acompanhamento de modo permanente;
- b) *saber (re) fazer material didático próprio*, a luz do projeto pedagógico próprio, tendo em vista apresentar propostas motivadoras ante as dificuldades concretas dos alunos em risco de fracasso;
- c) *saber pesquisar saídas* sempre mais adequadas para os desafios encontrados, assumindo o fracasso dos alunos como problema eminentemente próprio do professor;
- d) *saber garantir a progressão do aluno*, não automática, pois é engodo, mais por mérito, ou seja, com base na competência do professor que garante a do aluno;
- e) *saber reorganizar o currículo* e o tempo curricular e paracurricular com o objetivo de recuperar as oportunidades, até onde for necessário para garantir o bom desempenho;
- f) *saber avaliar-se*, teorizando constantemente sua prática e assumindo-se como orientação instigadora do desempenho criativo do aluno;
- g) *saber avaliar o desempenho do aluno de maneiras alternativas*, baseado principalmente na produção própria e no espírito participativo dele, representado por uma forma de acompanhamento metódico, que contém escalas de rendimento, mas antes de tudo a percepção qualitativa (Demo, 2015, p. 58).

A formação permanente do professor mostra-se importante para recuperar sua competência formal e política, e como reflexo torna o processo educativo mais qualificado. O poder público deveria assumir o compromisso de investir gratuitamente em cursos de formação de longa duração, auxiliando os professores a acessarem na internet a diversidade de recursos disponíveis, tais como: textos científicos, artigos, livros, vídeos, jornais, revistas, entre outros. O professor é o principal agente mediador do conhecimento que o aluno vai reconstruir, e para isso, deveria constantemente inovar sua prática pedagógica. Para mediar, é preciso conhecer com profundidade conceitos, teorias e saberes referentes ao que pretende ensinar. Desta forma, a expressão *mediação* foi conceituada por Vygotsky, num contexto sócio – histórico, que segundo Matui (1995, p. 189), o seu funcionamento se dá da seguinte forma:

O objeto de aprendizagem, que sempre é cultural, faz o seu desvelamento na teia de relações sociais. A sala de aula é um microcosmo que reproduz as relações sociais; através delas, o aluno entra em interação com o objeto do conhecimento, juntamente com os colegas e o professor.

O professor competente, comprometido pedagogicamente, intermediador da reconstrução do conhecimento, necessita de aptidões, tais como as expressas por Demo (2015, p. 59):

Participar do mundo da cultura, sobretudo pela leitura assídua; participar do mundo da informação e da comunicação, para garantir sua contemporaneidade e trazer para a escola o exemplo do interesse pela inovação e pelas motivações modernas que tanto afetam os alunos; atualizar-se permanentemente em sua disciplina, no campo pedagógico e didático, acompanhando com dedicação as evoluções teóricas e prática; pesquisar, para efetivar o questionamento reconstrutivo sobretudo como atitude cotidiana; elaborar/formular com mão própria, para ser capaz de proposta criativa sempre renovada, unindo teoria e prática; cuidar da propedêutica, para saber pensar e aprender a aprender; meter-se na instrumentação eletrônica, tanto para familiarizar-se com as possibilidades instrucionais, quanto sobretudo para alimentar didáticas reconstrutivas.

Ao longo da história da educação brasileira, percebemos uma forte desvalorização da educação e dos professores, visto que, o poder público ainda não pensou em construir um projeto duradouro que incentive a formação de professores ao nível de país, e também, tornar a docência atrativa para as futuras gerações de alunos e assim por diante. Além de dominar os conteúdos de sua área de ensino, o professor, para melhor desempenhar sua função, deveria também aprender novas metodologias e práticas de ensino capazes de renovar sua prática pedagógica. Neste sentido, Demo (2015, p. 60, destaque do autor) menciona que “a educação pela pesquisa supõe um processo de *permanente recuperação da competência* no professor.

Antes de mais nada, competência exige sua recuperação constante, porque é da lógica do conhecimento inovador”.

O profissional da educação entre outras profissões, necessita de aperfeiçoamento constante por depender de qualificação permanente para manter-se atualizado, e assim, compreender as transformações e inovações da sociedade, saber intervir com competência no seu meio social e escolar e inovar seu fazer pedagógico. Os padrões tecnológicos e a sociedade se modificam constantemente, e com isso, exige que os profissionais da educação estejam cada vez mais atualizados, capacitados e inovadores. Galiazzi (2002, p. 294) ressalta: “Um professor é competente quando, com eficiência, ensina o conteúdo formal de sua disciplina, mas com compromisso político analisa o contexto social de seus alunos e ensina a partir deste contexto”. Lembramos aqui do caso do arquiteto citado anteriormente sobre a projeção de suas obras, em que necessita constantemente aperfeiçoar seu conhecimento para acompanhar os avanços da construção civil e a necessidade de inovação permanente para continuar trabalhando com criatividade, competência e autonomia. Cada obra que projeta aprende algo novo que servirá de inspiração para a obra subsequente, aumentando sua habilidade, tornando-se perito naquilo que faz. Analogicamente, professor e arquiteto precisam renovar permanentemente sua competência por meio de cursos teóricos e práticos a fim de reconstruir novos conhecimentos que vão muito além de sua formação inicial que envelhece rapidamente. Demo (2015, p. 61) alerta que: “A este problema de formação original acresce o outro de uma prática profissional desgastante, marcada, entre outras coisas, pelo envelhecimento rápido da competência”. O professor que pretende inovar sua prática de ensinar precisa revisar seus métodos, modificando e renovando seu fazer pedagógico. A atitude de mudança deve ser algo permanente na vida dos educadores inovadores. Para Enricone (2002, p. 43): “A inovação aparece como mudança concreta e delimitada, envolve a ideia de modificação do que existe ou da forma de realizá-la. A inovação implica revisão e transformação e pode incluir a ideia de revisão continuada”.

2.3 Professor como sujeito inovador e intermediador

Para essa reflexão, iniciamos procurando respostas à seguinte pergunta: Que resultados pretendemos alcançar aplicando a metodologia da educação pela pesquisa em Ciências da Natureza como uma alternativa de ensino inovadora?

As crianças nascidas a partir da segunda década do século XXI estão inseridas num contexto altamente tecnológico. Cabe ao professor acompanhar estas mudanças, inovando sua prática pedagógica com inserção de novas possibilidades de ensino que atendam às

necessidades da sociedade desse novo contexto. A aula puramente expositiva de transmissão de conteúdos, gera um ambiente de estagnação, acrítico, absolutista de pouca participação dos alunos priorizando a cópia da cópia, não atrai a atenção dos alunos, não constrói conhecimentos, sem interação, levando à inexistência de sujeitos, onde professor e aluno são objetos, perdendo o significado num ambiente autoritário e improdutivo. Frison (2002, p. 149), evidencia que:

A experiência relatada leva a constatação de que educar pela pesquisa em sala de aula propicia um exercício da competência. Oportuniza ao aluno e ao professor o fortalecimento das relações interpessoais, além do desenvolvimento da criatividade e do posicionamento crítico e reflexivo. Autonomia e responsabilidade são desencadeadas, e o professor é estimulado a realizar a reflexão constante sobre sua prática.

Urge a necessidade de mudanças no sistema educacional brasileiro, renovando a educação, uma vez que ela não dá mais conta de atender às grandes transformações tecnológicas ocorridas na sociedade. É preciso começar um movimento de inovação, proporcionando aos professores e escolas condições tais como: custear os cursos de licenciaturas como forma de incentivo na formação de novos professores; renovar as grades curriculares e corpo docente universitário dos cursos de formação de professores; modernizar a estrutura física das escolas, equipar os laboratórios de informática e de ciências da natureza; modernizar as bibliotecas; oferecer curso de formação continuada de longa duração a todos os professores, permitir que os professores participem de eventos educacionais; oferecer condições para os professores reciclarem suas didáticas e metodologias, visto que envelhecem rapidamente; melhorar os salários dos professores para poderem exercer sua profissão com dignidade. Em relação ao sentido da palavra “mudança”, Sacristán (1991 *apud* Enricone 2002, p. 43) entende que “ela se refere ao conjunto de alterações possíveis de se processar no espaço educacional, ou seja, transformações de ideias e de práticas educacionais”.

O principal objetivo que leva o indivíduo para a escola deveria ser a construção do conhecimento mais complexo e sua reelaboração, portanto, oferecer a possibilidade de transformar os seus conhecimentos prévios, de senso comum em conhecimento científico com qualidade política e formal mediado por um sujeito competente, o professor, torna-se essencial. Para isso, precisa-se de um professor aberto para aprender novas metodologias de ensino que possam ajudá-lo na sua devida qualificação. Enricone (2002, p. 43) propõe três importantes premissas do papel das mudanças educacionais que podemos promover como forma de inovação:

1. Pensar a escola, propiciando a aquisição de competências de vida, baseada em valores, capacitando para a resolução de problemas de vida e auxiliando a construção de uma identidade pessoal e cultural.
2. Reconhecer a escola como um espaço fundamental, mas não o único para o acesso ao conhecimento e este deve ser pertinente, contextualizado e integrado a outros conhecimentos.
3. Enriquecer o conhecimento cotidiano por meio de um conhecimento escolar mais amplo, envolvendo o conhecimento científico como meta e referente essencial à sua construção.

A recuperação permanente da competência do professor não se limita em ofertar cursos de formação de longa duração ou disponibilizar uma abundante diversidade de recursos nas escolas, conforme já citado, o quadro é bem mais complexo. Por exemplo: a solução não se limita à existência de um laboratório de Física de última geração, com aparelhos sofisticados, mas necessita de um professor com competência para propor atividades dentro desse espaço. E, ainda que essas atividades sejam capazes de instigar o aluno a buscar o conhecimento, a aprimorar sua capacidade de pensar, analisar e refutar hipóteses, bem como coletar e duvidar dos dados observados ou refazer os experimentos com iniciativa própria. Enfim, a situação requer que o aluno sujeito desenvolva habilidades de elaborar e reconstruir conhecimentos científicos. É prioridade que parta também do professor a iniciativa de inovar, permitindo-se ao desafio de introduzir na sua prática pedagógica o pesquisar e o elaborar com mão própria, materiais que sirvam de base no desenvolvimento de uma educação inovadora. Como consequência, os alunos captarão o real sentido do que o professor pretende ensinar, refletindo numa transformação de aprendizagem e no compromisso individual no processo de reconstrução do conhecimento científico. Para tanto, entendemos que as inovações devem vir da iniciativa dos professores, os quais são os que possuem propriedade quanto às mudanças positivas necessárias ao efetivo processo educativo.

Nas palavras de Enricone (2002, p. 52):

São os professores que, em última instância, decidem se querem ou não mudar. Cabe toda uma análise sobre o professor como profissional e, sobretudo, como um profissional reflexivo. Aumenta-se as responsabilidades dos professores que, pois além do conhecimento de suas disciplinas, devem ser facilitadores da aprendizagem de seus alunos e organizadores das atividades na sala de aula.

Por isso, fazemos uma reflexão crítica da metodologia de ensino puramente expositiva, antagônica a proposta do educar pela pesquisa; última essa que defendemos como uma proposta inovadora e possível de ser aplicada em sala de aula. A pura transmissão de conteúdos, em que, o professor acredita que o conhecimento é absorvido, via sentidos, pouco contribui na construção de sujeitos por estagnar o contexto de sala de aula, inexistindo o pensamento crítico,

que de certa forma, castra a capacidade de imaginação, abstração e reconstrução de conhecimentos, Coêlho (1998, p. 11) faz a seguinte indagação: “Que sentido e importância teria o ensino de verdades acabadas, especialmente, tendo em vista que hoje alguns conhecimentos são produzidos e superados num curto espaço de tempo?”

Diante disso, a educação pela pesquisa pressupõe que o professor recupere sua competência, desenvolvendo habilidades a partir do desafio de incorporar em sua prática de sala de aula o pesquisar e a elaboração com mão própria. A competência esperada do professor é, no entender de Demo (2015, p. 62):

- a) *pesquisa*, para poder realizar questionamento reconstrutivo, com qualidade formal e política, unindo teoria e prática;
- b) *formulação própria*, sobretudo para se chegar a projeto pedagógico próprio;
- c) *teorização das práticas*, para exercitar autocrítica e crítica das práticas, retornando à teoria, inovando a teoria e a prática;
- d) *atualização permanente*, porque competência competente é aquela que sobretudo sabe se refazer todo dia;
- e) *manejo reconstrutivo da instrumentação eletrônica*, para dar conta de maneira mais efetiva da transmissão do conhecimento, e principalmente para trabalhar de maneira moderna o questionamento reconstrutivo.

O contexto escolar com ausência de pesquisa, investigação, elaboração própria de conhecimento, onde o professor não valoriza as experiências prévias dos alunos, produz um ambiente estagnado, que acarreta grande risco de professor e aluno permanecerem no ponto inicial do conhecimento: o senso comum. O professor é o agente intermediador entre o aluno e o conhecimento a ser reconstruído; levar em consideração seus conhecimentos prévios internalizados no cotidiano em que está inserido é ação perspicaz. Enricone, (2002, p. 47) reforça essa ideia, destacando: “A escola deveria modificar o conhecimento cotidiano, no sentido de torná-lo mais complexo, buscando as articulações e as interdependências entre os conhecimentos, propondo uma visão mais crítica de mundo”.

A pesquisa deveria fazer parte do cotidiano escolar em todas as áreas de ensino e, ainda, de forma interdisciplinar. O professor de Ciências planeja uma atividade de pesquisa envolvendo o de português para contribuir com a correção do texto e ortografia. Neste sentido, direção e coordenação da escola precisam permitir que todos os envolvidos, aos poucos, modifiquem as metodologias de ensino, aprendendo novas epistemologias, tornando a escola um ambiente mais aberto para a reconstrução de conhecimentos científicos a partir da pesquisa em sala de aula. Mas, como nos lembra Enricone (2002, p. 52-53):

Há ainda o imobilismo, do conservadorismo e da resistência individual. O conjunto de fatores determina a necessidade de introduzir mudanças na ação docente. A introdução de inovações exigirá novas maneiras de planejar, ensinar e avaliar. Aparece, então, a dimensão de aprendizagem do professor, que é mais do que aprender os conteúdos e as novidades de uma área. Cada vez mais se assume que o professor é um construtivista.

O ensino pela pesquisa vê o professor e o aluno como sujeitos competentes e incluídos num processo educacional que estimula a elaboração própria, como proposta de visão inovadora, descartando em primeira mão a hipótese de ser um modismo fragmentado e temporário, que aos poucos cai no esquecimento. É inevitável, por parte do poder público, um maciço e duradouro investimento na formação permanente de qualidade a todos os professores e na modernização do ambiente escolar enriquecido com recursos didáticos e tecnológicos. A formação docente é essencial e está diretamente ligada à qualidade da educação. Hernández (1998, p. 11) enfatiza que as tendências de formação mostram uma “nova concepção de docente, considerando-o um profissional competente, reflexivo e aberto à colaboração com seus colegas”. No decorrer da vida e carreira profissional o professor evolui em seu fazer pedagógico por meio de contínuas reflexões sobre sua própria prática docente, vai percebendo a necessidade de aperfeiçoamento e automaticamente gera inovação, e assim, requalifica sua ação em sala de aula proporcionando um salto na reconstrução individual e coletiva de conhecimentos; a consequência está centrada na aprendizagem significativa para a vida dos alunos. Enríquez (2002, p. 52), assinala que:

A inovação pode modificar concepções curriculares, disciplinas, avaliação, aprendizagem do aluno e formas de ensinar e aprender. Sendo a inovação um espaço permanente de formação e auto-aprendizagem, de reflexão sobre a ação docente, na prática, ela ocorre mais efetivamente quando há: participação dos professores atuando no conjunto no processo inovativo; um contexto de reflexão e de discussão pedagógica; clareza no que se quer atingir; abertura à influência e à avaliação da instituição ou de outros colegas; elaboração de novos projetos curriculares.

Esta inovação aplicada no contexto de sala de aula com pesquisa permite construir um ambiente de indivíduos criativos, capacitando-os a pensar o mundo da Ciência e desenvolver habilidades de transformar os conhecimentos prévios, do senso comum oriundos da sociedade em que os alunos vivem em conhecimento científico. Escolhemos a proposta metodológica do Ensino por Investigação como abordagem pedagógica para substituir as aulas puramente expositivas, que pouco desafiam os alunos a despertarem para a curiosidade pelas aulas que o colocam como parceiro de trabalho na busca de informações e sua transformação em novos conhecimentos que se equiparam com os escritos nas literaturas. Assim, nessa conjuntura, o

professor torna-se mediador do processo ensino-aprendizagem, sempre renovando sua prática, permitindo que todos os envolvidos passem a ser sujeitos ativos, responsáveis, competentes, autônomos e com sentimento de pertencimento.

2.4 O compromisso com o aluno

O professor preocupado com seu fazer pedagógico com a formação de seus alunos é aquele que sabe propor seu modo próprio dotado de criatividade; também teoriza conhecimentos ao praticar a pesquisa, renova-se constantemente em sua ação pedagógica, prioriza sua capacidade de inventar refletindo num ambiente escolar favorável em que os alunos, sentem-se sujeitos participativos no processo ensino aprendizagem. Para Hernandez (2003, p. 123): “O *professor* deve conhecer bem o conteúdo que ensina, não apenas para transmiti-lo e avaliar os alunos. Conhecer bem o conteúdo significa poder discutir com os alunos: fazendo perguntas inteligentes, formulando hipóteses, sistematizando sempre que necessário [...]”. Os alunos precisam estar motivados e com sentimento de pertencimento, parceiros de trabalho, orientados pelo professor que valoriza seus conhecimentos prévios, orienta suas construções e avalia sua aprendizagem. Em relação ao estímulo dos alunos à pesquisa, Demo (2015, p. 19) destaca a composição dessa dinâmica, ao afirmar que: “[...] estimular a pesquisa no aluno, dentro de seu estágio social e intelectual de desenvolvimento, tendo como objetivo maior fazer dele um parceiro de trabalho, ativo, participativo, produtivo, reconstrutivo, para que possa fazer e fazer-se oportunidade”. Esse contexto de sala de aula vê a educação como subproduto para formar a autonomia crítica e criativa do sujeito histórico competente, e não um modelo educacional que serve para ensinar, treinar, instruir e domesticar. O professor exerce o papel de orientador do trabalho conjunto, que tem autoridade sem atuar com autoritarismo. Freire (1996, p. 47) entende que um professor inserido num contexto educativo progressista no exercício de sua docência é fundamental, ou seja: “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”.

A educação pela pesquisa requer um professor capaz de articular tarefas de trabalhos conjuntos, permitindo uma maior participação dos alunos. O professor sai da posição de expositor de conceitos prontos, deixa de ser o centro das atenções, como indivíduo unicamente habilitado para transmitir saberes prontos de forma passiva aos alunos. Vivemos um momento com muitos problemas relacionados à disciplina e respeito entre as pessoas de modo geral em toda a sociedade, e isso vem sobrecarregando a escola e os professores. É verdade que as

famílias precisam atuar mais na educação de seus filhos, para que a escola possa desempenhar melhor sua principal função, auxiliar os alunos na construção do conhecimento científico. A desestruturação da sociedade, principalmente dos valores familiares que afetam diretamente na educação inicial do indivíduo, é um problema que adentra na escola, dificultando aos professores desempenharem sua função docente. Diante disso, com limitadas condições, a escola tem sido importante intermediadora na humanização e transformação da educação e construção do conhecimento dos indivíduos que passam por ela. Em comum acordo, Vasconcellos (2003, p. 46) salienta que: “Há a esperança de poder construir uma realidade diferente e de que a escola possa contribuir para a concretização desta sociedade mais humana. O mesmo movimento que recupera o sentido do trabalho do professor é o que dá sentido ao estudo para o aluno”.

Diante desta realidade, percebemos que a educação ainda representa papel fundamental na vida dos alunos, e o professor inovador criador de estratégias poderá fazer grande diferença na vida de seus alunos. A disciplina é uma mudança do comportamento do indivíduo que acontece ao longo do seu processo educativo, e o ambiente escolar propicia momentos de interação entre os alunos e o professor, favorecendo a construção de novos valores e auxiliando na formação do caráter. Os grupos de trabalho bem planejados pelo professor propiciam o crescimento intelectual no coletivo, pela socialização e na individualidade dos sujeitos envolvidos no processo de pesquisa. Vasconcellos (2003, p. 49) destaca ainda: “A escola permite uma série de experiências da maior relevância para as novas gerações: a alegria do encontro, a socialização, o acesso privilegiado à cultura, o prazer de conhecer, o desenvolvimento de formas de perceber, raciocinar, valorar”.

A tarefa docente é composta por uma diversidade de fatores, tais como: pedagógicos, epistemológicos, físicos, emocionais, desvalorização salarial, perda do status quo, pouco reconhecimento de seu papel, sendo assim, é considerada uma das tarefas mais complexas do ser humano. Por isso, entendemos que a educação pela pesquisa apresenta importantes subsídios pedagógicos e metodológicos que superam o ensino tradicional que, ao longo do tempo, mostrou-se insuficiente, pelo baixo rendimento na aprendizagem. Faria (2003, p. 87) destaca que: “A escola deve criar um ambiente estimulante, que valorize a invenção e a descoberta, no qual os alunos possam construir sua aprendizagem, aprendendo a aprender, pesquisando e reconstruindo, sem medo da avaliação realizada pelos mestres e colegas”. O aluno é tratado como parceiro de trabalho do professor, colegas da turma e nos grupos de pesquisa, tornando-se sujeito colaborativo, responsável, comprometido e participando ativamente na coletividade e com elaboração própria, assumindo responsabilidades, por exemplo, na busca de materiais

que sirvam de recursos para o desenvolvimento das pesquisas. Demo (2015, p. 27) aponta: “Em vez do ritual expositivo docente e da passividade discente, busca-se criar um espaço e um momento de trabalho conjunto, no qual todos são atores, colaborando para um objetivo compartilhado”.

É importante destacar que essa proposta de ensino não é radical, fechada, isolada, impossível de aplicar no ensino fundamental e médio, pelo contrário, a transmissão de conhecimentos faz parte desse processo como ponto de partida, permitindo uma abertura significativa no entendimento dos conhecimentos construídos e acumulados pelas gerações passadas. Essa transmissão não pode ser vista como algo pronto, acabado, sem contestações e contradições, mas serve de base teórica para transformar-se em novos conhecimentos, instigando os alunos a elaborar, superar e aprimorar os feitos das gerações anteriores. Os conhecimentos, de praticamente todas as áreas, encontram-se nos mais diversos meios físicos e virtuais, bibliotecas e mídias digitais, entre outros já citados neste texto. Por isso, o professor deve intermediar na coleta destes materiais que contêm informações e dados que embasam as investigações na realização de pesquisas pelos grupos de trabalho. Sobre isso, Demo (2015, p. 32) destaca que:

Porque muito raramente conseguimos produzir conhecimento realmente novo; o comum dos mortais *reconstrói*, partindo do que já existe e vigora; a originalidade que se espera não é aquela da obra de arte, absolutamente irrepetível, mas aquela do toque pessoal, da digestão própria, da elaboração específica; conhecimento não é qualquer coisa, nem é coisa inatingível.

Acreditamos que grande parte dos conteúdos discutidos com os alunos encontram-se no livro didático, que por vezes recebe críticas, devido à sua qualidade, no entanto, esse recurso existe em praticamente todas as escolas do País, distribuído gratuitamente a todos os alunos sendo utilizado pela maioria dos professores como principal ferramenta de trabalho. Sugere-se que o livro didático possa ser usado como apoio no processo de ensino, desde que inexista a ideia de receita pronta, que impossibilite professor e aluno de reconstruir novos conhecimentos. Em relação ao livro didático, Demo (2015, p. 33) mostra que:

Todavia, se bem feitos, podem instigar o aprender a aprender e o saber pensar, à medida que exigem raciocínio completo, promovem o exercício constante da fundamentação cuidadosa e bem argumentada, conjugam bem teoria e prática, alicerçam a capacidade questionadora, e assim por diante.

A ideia central da educação pela pesquisa tem o professor como um sujeito qualificado em orientar, sendo especialista em avaliar e valorizar as construções individuais e coletivas dos

alunos. Utilizar-se do questionamento reconstrutivo, apoiado num ambiente que principia na valorização dos conhecimentos prévios, carregados de vivências sociais ao adentrarem a vida escolar, promove a conexão com o conhecimento disponível nas informações coletadas ao contatarem com os diversos materiais de pesquisa, fundamentais na construção de um sujeito crítico. O resultado é a promoção válida do saber científico. Demo (2015, p. 34) acentua: “O ponto de chegada será o questionamento reconstrutivo, tanto como atividade específica, quanto sobretudo como atitude cotidiana”. Dessa maneira, cria-se um contexto em que o aluno é parceiro de trabalho e aprende a partir da pesquisa para o desenvolvimento da sua capacidade de elaboração própria e constante, reconstruindo novos conhecimentos. É recomendado que o aluno leia e interprete bem, dessa forma também poderá melhor escrever o conhecimento que pretende elaborar, sendo assim, a leitura e escrita devem ser uma prática cotidiana e incentivada por todos no contexto escolar, prioridade no desenvolvimento de uma educação inovadora e de qualidade. Logo, Demo (2015, p. 34) declara que:

Formular, elaborar são termos essenciais na formação do sujeito, porque significam propriamente a competência à medida que se supera a recepção passiva de conhecimento, passando a participar como sujeito capaz de propor e contrapor. Assim, uma coisa é ler, tomando conhecimento do que está no livro. Outra coisa é elaborar o que se leu, imprimindo interpretação própria pelo menos. No primeiro caso, a relação básica é de instrução, ensino, treinamento. No segundo, é de formulação da competência.

A construção de um ambiente de pesquisa com a aplicação do questionamento reconstrutivo pode começar pelo senso comum e o professor sendo o centro de motivação para que no decorrer das aulas, os alunos despertem o prazer de investigar, pesquisar e o interesse por leituras, buscando materiais nas bibliotecas físicas e virtuais, ou seja, manuseando conhecimento muito acessível atualmente. O aluno precisa sair da condição de objeto no contexto escolar para um sujeito que aprende a duvidar, perguntar e avançar em relação ao seu saber inicial. Demo (2015, p. 35) compreende que: “A elaboração própria implica processo complexo e evolutivo de desenvolvimento da competência, que, como sempre, também começa do começo. Este começo é normalmente a cópia. No início da criatividade há treinamento, que depois se há de jogar fora”. O aprender pela imitação é um aprender passageiro que serve como treinamento, mas que necessita reelaboração no sentido de, no decorrer das aulas, ocorrer um amadurecimento, levando os envolvidos a um grau mais elevado de aprendizagem, o aprender a aprender. O professor é o sujeito com competência e responsabilidade de desenvolver maneiras de fazer a passagem com segurança entre o simples aprender ao aprender a aprender. Demo (2015, p. 36) destaca que o aprender a aprender é a capacidade que os alunos, sujeitos

do processo de reconstrução de conhecimento exteriorizam coisas, tais como: “[...] contraler, reelaborando a argumentação; refazer com linguagem própria, interpretando com autonomia; reescrever criticamente; elaborar texto próprio, experiência própria; formular proposta e contraproposta”. Ao atingir esse estágio de competência no contexto de sala de aula com pesquisa e na elaboração própria de conhecimentos, poderá esse contexto desenvolver um senso crítico nos alunos, em que os mesmos não aceitem mais um ensino pela pura memorização, o mero aprender, análogo ao simples ensinar e copiar diretamente do quadro negro para o caderno (cópia da cópia); fazer provas por pura reprodução; decorar lições; reprodução de textos; executar tarefas repetitivas sem crítica e educação reduzida à disciplina, em razão disso, não garantindo que ocorra a aprendizagem (Demo, 2015).

Outro aspecto importante quando se trata do Educar pela Pesquisa é a avaliação. Uma abordagem como essa requer um professor que compreenda o objetivo e os procedimentos para realizar uma avaliação adequada sobre a aprendizagem dos alunos. Trata-se de uma avaliação construtivista em que, a partir dos erros constatados, o professor orienta os alunos até atingirem o nível desejado de aprendizagem. Faria (2003, p. 92) aponta os benefícios na aprendizagem quando há uma mudança de postura, colocando o professor como coordenador e mediador no processo de ensino, fazendo “com que os alunos percebam que o professor está ali para auxiliá-los em suas dificuldades, sintam-se capazes de aprender e sabedores de que a avaliação não seja um momento de nota e de promoção, e, muito menos, de exclusão, de negação e de seleção”. Em hipótese alguma, a avaliação deve servir de punição ou classificar em ser capaz ou incapaz. Neste sentido, Hernandez (2003, p. 119) destaca: “A avaliação passa a ser uma atitude reflexiva sobre as informações obtidas, em diferentes momentos, sobre o aprendiz”. É um processo pedagógico que exige do professor a criação de estratégias didáticas, capazes de sustentar seu projeto de trabalho com consistência, momentos esses classificados e salientados por Demo (2015, p. 38): “[...] motivações lúdicas, hábito da leitura, manejo eletrônico, apoio familiar e uso intensivo do tempo escolar”.

O tempo em que o aluno permanece no ambiente escolar deve ter bom aproveitamento, com a programação de atividades de qualidade, produtivas e sempre orientadas. Estratégias bem planejadas pelo professor refletem-se diretamente na eficiência dos resultados, pois os alunos estão em permanente sintonia com ele. A docência em sua essência, exige do professor um esforço e dedicação que vai muito além do tempo que permanece no ambiente escolar, em vista disso, dedica-se permanentemente com leituras, pesquisas, elaborações, sendo visto como exemplo a ser seguido, ser inspirador, atualizado, inovador, conhecedor de teorias, sujeito competente e comprometido em sua magistral função, e assim, corriqueiramente os alunos o

imitam despertando a motivação. Neste sentido, temos Freire (1996, p. 92): “O professor que não leve a sério sua formação, que não estude, que não se esforce para estar à altura de sua tarefa não tem força moral para coordenar as atividades de sua classe”.

Uma base familiar fortalecida desempenha papel significativo como ponto de apoio na educação inicial, desde a infância e, como consequência, facilitando o trabalho pedagógico dos professores e o bom andamento da escola, sendo o principal meio que possibilita o sujeito construir o conhecimento científico. Cabe a família a missão de participar e acompanhar o desenvolvimento das atividades, auxiliar nos temas de casa oferecendo às crianças condições favoráveis, ler livros junto aos filhos, observar as pesquisas que elaboram, valorizar e apoiar as construções em todas as disciplinas, acompanhar o rendimento escolar a partir das notas do boletim. Com a escola bem estruturada, professores inovadores, competentes no exercício de sua função e a família presente na educação dos filhos, são os alicerces fundamentais na construção de sujeitos que poderão fazer diferença na construção de uma sociedade mais evoluída.

Quando os alunos são educados, disciplinados, respeitosos, ouvintes críticos que sabem intervir no momento certo no decorrer das aulas, colaboram no andamento das aulas e na construção das pesquisas. A disciplina pessoal contribui na socialização, fundamento essencial na interação entre os grupos de trabalho, pois a educação pela pesquisa exige que os indivíduos participem na coletividade, contribuindo com seus conhecimentos e respeitando as ideias dos demais participantes. No ambiente com pesquisa é preciso que o professor mude a disposição da sala de aula, temos aqui alguns modelos eficazes: agrupar os alunos em mesas redondas, sentados em círculos, mesas coletivas no laboratório de ciências e laboratório de informática, atividades de campo, visitas a zoológicos, trilhas ecológicas e grupos com projetos de trabalho. O processo avaliativo está interconectado a um contexto amplo que vai além das quatro paredes da sala de aula. Sendo assim, Frison (2002, p. 154-155) entende que “a avaliação é um instrumento instigador, de construção e reconstrução do processo de aprendizagem”. Ela serve como diagnóstico que reflete a direção na qual o processo caminha. A mudança na avaliação está diretamente ligada à nova forma de intervir do educando, estabelecendo relação de parceria com o aluno. Avaliar é o professor saber lidar, com olhar refinado se o aluno aprende (cuidado sistemático); avaliação é uma atividade comum em todos os setores da sociedade; a má condução da avaliação, torna-se um processo excludente do indivíduo ao acesso do mercado de trabalho e dos meios de produção; avaliar é saber classificar e comparar as coisas e se faz necessário que o professor competente seja especialista em observar e constatar

individualmente se o aluno evolui na aprendizagem (Demo, 2015). Em concordância, Frison (2002, p. 148-149) menciona que:

A nova avaliação em sala de aula deve considerar os aspectos de produção e argumentação próprias, conduzindo o aluno a um constante desafio atingindo níveis de produção cada vez mais elevados. Avaliar é acima de tudo constatar e investir esforços para que o aluno avance e realize sua aprendizagem.

Segundo Demo (2015), o Educar pela Pesquisa, supõe alguns cuidados propedêuticos decisivos no professor e no aluno por conta da qualidade educativa que a formação implica, assim como requer competência formal e política. A capacidade de reconstruir exige, no entender do autor em:

Desenvolver a capacidade de saber pensar, com base no raciocínio, compreensão ampla da realidade, poder de indução e dedução, manejo de causas e efeitos, uso da lógica e pensamento abstrato, estabelecimento de relações que permite entender das partes para o todo e do todo para as partes. [...]. Cultivar o aprender a aprender, conjugando reciprocamente teoria e prática, traduzindo o saber pensar em condições sempre renovadas de intervir, investindo na competência permanentemente refeita pela via do saber fazer e do constante refazer, aperfeiçoando ininterruptamente a capacidade de questionar reconstrutivamente, compondo uma matriz só o conhecimento inovador com a cidadania competente; saber avaliar-se e avaliar a realidade, como forma de consciência crítica sempre alerta e de procedimento metodológico necessário para qualquer intervenção inovadora; [...]. Unir qualidade formal e política, ou seja, procedimentos metodológicos com ética, saber e mudar, inovar e participar, teoria e prática; o conhecimento inovador não é necessariamente educativo, bem como a educação decai facilmente em treinamento e domesticação; para que o questionamento reconstrutivo se torne competência a serviço do bem comum, da democracia e da solidariedade, mister se faz humanizar o conhecimento e qualificar a educação (Demo, 2015, p. 39-40).

A pesquisa em sala de aula como tarefa cotidiana no contexto escolar, exige do professor o desenvolvimento de habilidades e também a realização de: elaborações próprias, analisar temas de pesquisa propostos pelos alunos, acompanhar as coletas de informações, avaliar as elaborações coletivas dos grupos de trabalho e as individuais, orientar permanentemente as construções e investigações dos alunos. Gessinger (2002, p. 189) em relação à pesquisa em sala de aula e o papel do professor, relata que: “Para que possa assumir seu novo papel, cabe ao professor, na medida do possível, aprofundar-se através de leitura, participação em seminários e encontros, constituição de uma biblioteca própria, entre outras coisas”. Desta forma, estará adquirindo “personalidade profissional”. Tudo isso, requer apoio da direção e coordenação da escola, pois precisará disponibilizar mais tempo para planejar e pensar estratégias de execução de uma diversidade de tarefas, por essa razão, as ditas “saídas da sala de aula”, geralmente tornam-se improdutivas e incomodam o andamento rotineiro da escola. A seriedade e sintonia

entre os membros dos grupos de trabalho podem proporcionar um bom desempenho e atingir excelentes resultados na construção das atividades, refletindo numa melhor aprendizagem, e para isso, o professor precisa dominar o conhecimento e também planejar previamente, organizando e conduzindo com eficiência as aulas e os projetos de trabalhos com pesquisa.

2.5 Sequência de Ensino Investigativa

O principal papel do professor não é simplesmente transmitir conhecimentos aos alunos, como se fossem passivamente receptores de saberes científicos prontos e incontestáveis. Ao invés disso, o professor precisa criar estratégias por meio de situações-problemas capazes de acender a chama da curiosidade e da criatividade, considerando-os como sujeitos históricos, portadores de conhecimentos prévios construídos em suas vivências, e permitir a eles a possibilidade de investigar, pesquisar e elaborar, de forma coletiva e individual, novos conhecimentos científicos. Nesse sentido, para qualificar o ensino de Ciências da Natureza, temos as abordagens que primam pela investigação, como o Educar pela Pesquisa, já apresentado de sua variante que é o Ensino por Investigação. Essas abordagens de ensino buscam, entre outros aspectos, favorecer a alfabetização científica.

Conforme DeBoer (2006, p. 32), a alfabetização científica, num sentido mais amplo e no ensino educativo de ciências, entende que existe a inclusão de uma “[...] compreensão do conteúdo da ciência pelo seu valor cultural, disciplinar e intelectual e para sua aplicação no dia-a-dia para auxiliar na tomada de decisão e resolução de problemas”. Sua implementação exige uma mudança de postura do professor e do aluno, visto que o professor passa de transmissor e expositor para a posição de orientador e o aluno torna-se parceiro de trabalho e protagonista na elaboração dos conhecimentos.

A alfabetização científica é um processo que o ser humano vai construindo ao longo de sua vida em sociedade, sendo aperfeiçoado no ambiente acadêmico. É importante destacar que a Alfabetização Científica não pode ser quantificada no indivíduo devido à infinidade de informações que chegam a ele e que precisam ser sistematizadas para serem decifradas e compreendidas. Assim, alfabetizar cientificamente os seres humanos, para Sasseron (2022, p. 45), significa “[...] oferecer condições para que possam tomar decisões conscientes sobre problemas de sua vida e da sociedade relacionados a conhecimentos científicos”. As informações que chegam até o ser humano nem sempre são de fontes seguras; por isso, é preciso que se aprenda a levantar e a refutar hipóteses, fazendo uma profunda análise crítica dessas situações, investigando em literaturas para saber discernir seu sentido científico dentro do

campo da Ciência. Além disso, o conhecimento não é estático, visto que o mundo da Ciência está em constante transformação, exigindo uma permanente busca de novas possibilidades e interpretações do mundo científico e tecnológico. Esse contexto requer uma escola com professores que preparem os alunos para aprenderem a investigar, argumentar, questionar, perguntar, interpretar fatos cotidianos da Ciência, elaborar conhecimentos e o desenvolvimento da linguagem científica. Nesse cenário, Sasseron (2022, p. 45-46) destaca os três Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica visando às habilidades necessárias em um contexto de sala de aula com pesquisa, os quais são:

[...] à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais. [...] compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática. [...] entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Estes eixos têm relação com o pressuposto do professor possibilitar aos alunos construir conhecimentos científicos, considerados possíveis de serem aplicados na diversidade de situações cotidianas e adequadamente. Enfim, a ciência passa por sucessivas transformações, sendo assim, primordial trabalhar com os alunos problemas contemporâneos diretamente ligados à vida do planeta e da população mundial, as relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, em que um assunto está diretamente interligado ao outro.

Assim, para dar sustentação teórica à proposição desta tese e estando alinhado com a promoção de uma alfabetização científica, tendo como objetivo do ensino de Ciências, trazemos à discussão a Sequência de Ensino Investigativa (SEI), desenvolvida pela pesquisadora Anna Maria Pessoa de Carvalho. A autora definiu essa sequência a partir de sua compreensão de Ensino por Investigação, entendida como um conjunto de atividades que abrangem qualquer tópico ou conteúdo do currículo escolar, em que:

[...] cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando propiciar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poderem discuti-las com seus colegas e com o professor, passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (Carvalho, 2022, p. 9).

Ao formular o problema em uma SEI, é preciso definir se é experimental ou teórico, contextualizado, que permita ao aluno pensar e investigar um tema que instigue sua curiosidade. Em síntese, uma SEI deve conter um problema; resolução do problema com a sintetização do

novo conhecimento em forma de um texto; propiciar a contextualização do novo conhecimento reconstruído com o cotidiano do aluno e, no final do ciclo do estudo, realizar uma avaliação. Por fim, a SEI é constituída pelas seguintes etapas: o professor propõe uma situação problema que abrange um tópico do programa escolar; distribuir o material; desafiar os alunos a resolver o problema; organizar os pequenos grupos de trabalho; sistematização dos conhecimentos elaborados pelos alunos e escrever e desenhar (Carvalho, 2022).

Como forma de motivação, é importante que o professor, ao iniciar com essa proposta de ensino, organize situações-problemas com atividades simples, as quais estejam ao alcance da capacidade cognitiva dos alunos. Outro fator que deve ser considerado pelo professor é, aos poucos, preparar os alunos para aprenderem as técnicas de fazer investigações, visto que, na maioria dos educandários, prevalece o ensino expositivo. Carvalho (2022) destaca que, desse modo, o professor pode conduzir os alunos ao longo do ano letivo para que gradativamente consigam ampliar sua cultura científica e, de aula em aula, vão construindo a linguagem científica e se alfabetizando cientificamente.

O professor poderá desenvolver uma SEI referente ao aquecimento global e suas consequências, por se tratar de um evento climático extremo que, segundo a ONU, considera que a humanidade vive momentos de efervescência climática, assunto de grande interesse da sociedade nacional e mundial. Desse modo, é preciso gerar um contexto escolar que propicie a investigação, na qual, conforme Clement *et al.* (2015, p. 120), “[...] a resolução dos problemas deve deixar de ser uma atividade repetitiva e com caráter de reprodução para ganhar status de situações-problemas desafiadores que ativem o pensamento e a criatividade dos estudantes”. Em vista disso, acreditamos que a situação-problema para o mencionado poderia ser assim definida: Quais são os agentes que provocam o superaquecimento da atmosfera? Quais as consequências desse fenômeno para o planeta Terra? O que pode ser feito para diminuir os impactos do aquecimento global? Essa pesquisa poderá ser realizada com participação ativa dos grupos de trabalho e com duração de um trimestre, a qual será realizada paralelamente às atividades normais de sala de aula, mediada e orientada permanentemente pelo professor. Clement *et al.* (2015, p. 121-122) entendem que no Ensino por Investigação é

Fundamental que os estudantes possam ter um papel ativo, expressando e debatendo suas ideias, e isso deve ser levado em consideração no momento da elaboração das situações-problema, ou seja, deve-se formular problemas que permitam, em seu processo de solução, que os estudantes se envolvam e construam resoluções de sua autoria.

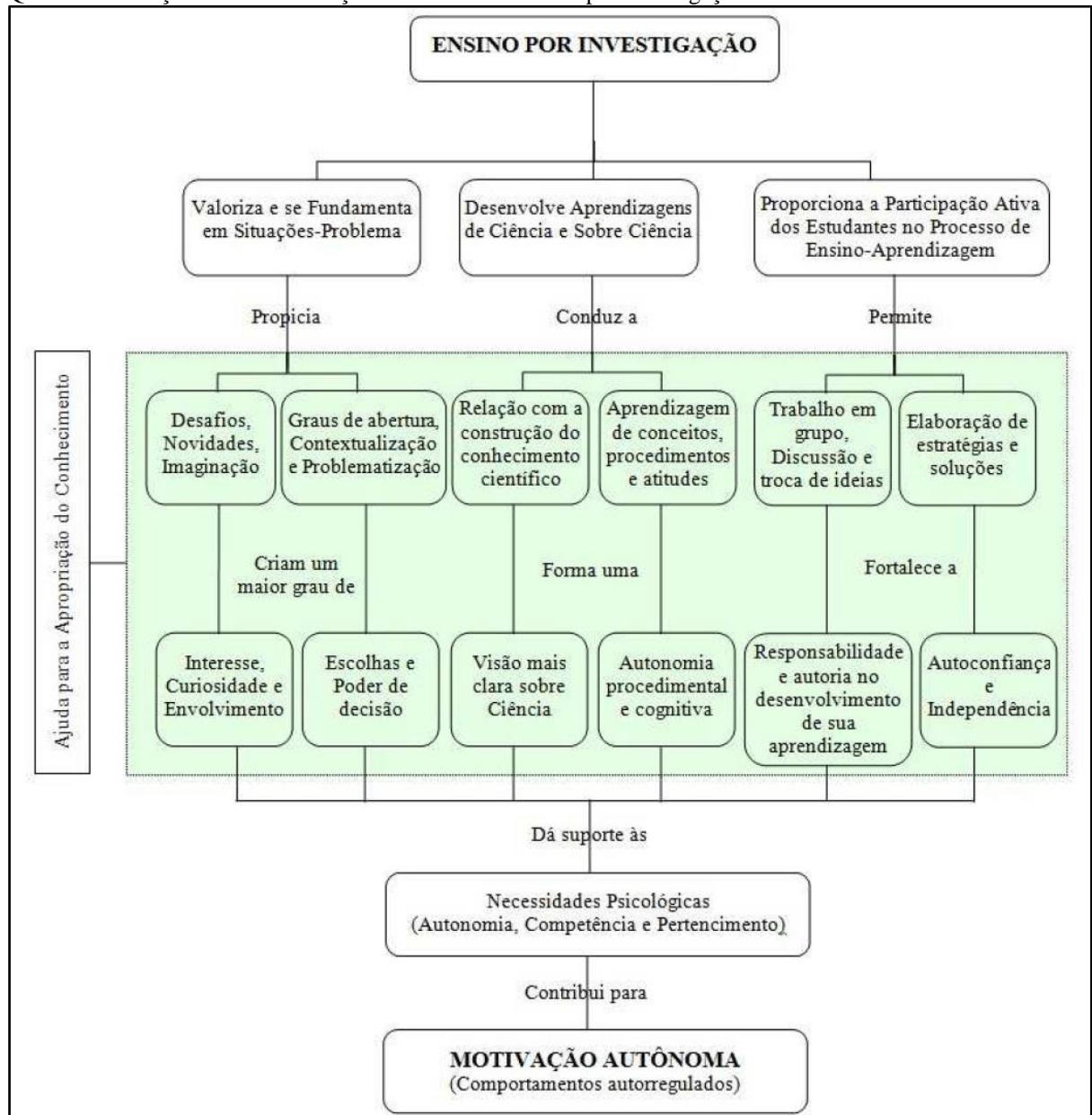
Ao concluir a pesquisa, os grupos comunicam os resultados em sala de aula, para a comunidade escolar e a sociedade, com o objetivo de sensibilizar todas as pessoas a contribuírem para a construção de um mundo mais autossustentável.

Além disso, o sucesso e a eficiência das atividades investigativas dependem de alguns requisitos, tais como: elaboração de uma situação-problema que instigue a curiosidade dos alunos; estabelecer objetivos claros em comum acordo com os resultados esperados; condizer com o conteúdo da disciplina em concordância com o currículo escolar; definir o tempo disponível para realização da investigação; organizar os meios de busca de informações (mídias digitais, artigos científicos, livros didático e paradidático, mapas, atlas, entre outros) e comunicação dos resultados. Nessa construção, o professor desempenha um papel fundamental por meio da orientação em todo o percurso de construção da pesquisa pelos grupos de trabalho. Além de dominar os conhecimentos da disciplina que pretende ensinar, o professor que “[...] se propuser a fazer de sua atividade didática uma atividade investigativa deve tornar-se um professor questionador, que argumente, saiba conduzir, perguntar, estimular e propor desafios” (Mourão; Sales, 2018. p. 430).

Em tal caso, a investigação desperta nos alunos a curiosidade de buscar conhecimentos e tem importância significativa para compreender com criticidade o meio social em que vivem. Nesse sentido, Sasseron e Machado (2017, p. 9) salientam que a construção de “[...] pontes entre a ciência que se apresenta aos alunos e o mundo em que eles vivem é um dos propósitos da escola nos dias de hoje”. No decorrer das investigações, os estudantes desenvolvem o senso de responsabilidade, visto que, sua importância no contexto propicia a busca de informações que dependem deles e do grupo, despertando o sentimento de pertencimento e, assim, reconstruindo seu conhecimento e tornando-se um sujeito autônomo e competente. No itinerário didático elaborado para o presente estudo, juntamente com a SEI, favorecemos a Autonomia, Competência e Pertencimento (ACP), como anunciadas por Clement *et al.* (2015).

Dentre da tríade ACP, que guia parte das análises dos dados produzidos nesta tese, temos o apresentado no Quadro 1 que para Clement *et al.* (2015) é parte de um ensino que prima pela investigação como podemos destacar o caso do Educar pela Pesquisa e da proposta da SEI que embasam o Itinerário didático elaborado para o presente estudo e que será discutido nos próximos capítulos.

Quadro 1 - Relação entre a Motivação autônoma e o Ensino por Investigação



Fonte: Clement *et al.* (2015, p. 118).

O diagrama mostra que o Ensino por Investigação ou, em uma aproximação, o Educar pela Pesquisa, valoriza e se fundamenta em situações-problema que desafiam os alunos a buscar informações, despertando para a curiosidade e o envolvimento. Desenvolve também a aprendizagem de Ciência e sobre Ciência, formando uma visão mais clara a respeito de Ciências, por meio do domínio de conceitos científicos, e a respeito de como ocorre a construção do conhecimento científico. Ainda, proporciona a participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem, permitindo a realização de trabalhos em grupo, troca de ideias, elaboração de estratégias e soluções, o que fortalece o senso de responsabilidade, autoconfiança e independência e conduz os alunos a serem autores de conhecimentos e do

desenvolvimento de sua aprendizagem. Tudo isso contribui para a motivação autônoma do sujeito, dando suporte às necessidades psicológicas compostas pela autonomia, competência e pertencimento (Clement *et al.*, 2015).

É importante a elaboração de situações-problema que conduzam os alunos a pesquisar temas atuais com relevância no contexto social. Os alunos começam as investigações levantando hipóteses, muitas delas de senso comum, e, no decorrer, vão refutando hipóteses falsas; assim, começam a reconstruir conhecimentos, refinando as informações que estão em concordância com as literaturas.

Esse contexto propicia a formação de sujeitos que partem de uma linguagem cotidiana, de senso comum, para uma linguagem científica, capacitando-os também a abstrair conhecimentos e intervir com argumentação convincente a respeito de temas científicos no contexto social em que vivem. Nesse meio, o professor tem papel fundamental e essencial, sendo responsável por estabelecer relações, proporcionando a socialização dos estudantes. De acordo com Briccia (2022, p. 126), o professor, “vai desenvolver as atividades, gerando, ou não, a possibilidade dessas relações, de um trabalho mais aberto, promovendo oportunidades para que os estudantes desenvolvam competências científicas”. A dinâmica das aulas investigativas e os resultados da aprendizagem vão muito além das aulas expositivas, exigindo do professor o sujeito questionador, bem como empenho na organização das atividades. Carvalho *et al.* (1998, p. 36) destacam o papel do professor, em que deve “[...] estimular, propor desafios, encorajar a exploração de ideias, permitindo que todos tenham oportunidade de expor suas ideias e transmitir informações novas”. A *expertise* na elaboração do problema a ser resolvido que desperta a curiosidade dos alunos é a ideia central, o que permite que todos os envolvidos se sintam parte do processo investigativo que conduz a reconstrução do conhecimento pela pesquisa e alcancem a alfabetização científica.

Somado a esse entendimento de proporcionar a motivação autônoma, temos a importância de que as atividades investigativas, a partir de um educar pela pesquisa, tragam o que Delord (2012) nos apresenta em termos da intersecção entre os dois temas. Quando o professor em sua ação pedagógica permite ao aluno participar ativamente no processo de construção de conhecimentos, relacionados a Ciência por meio de investigações, promove o fortalecimento do seu desenvolvimento cognitivo. Delord (2012, p. 30) defende a concepção de que “[...] a participação ativa do aluno pode contribuir para uma aprendizagem mais significativa, pois o objetivo é produzir e não receber o conteúdo pronto, o oposto do que caracteriza-se o ensino transmissivo”. Sendo assim, a educação pela pesquisa proporciona que o professor planeje temas de pesquisa que possibilita ao aluno escolher aquele que mais desperte

seu interesse, levando-o a realização de atividades que estimulam sua curiosidade de construir novos conhecimentos, elevando sua motivação intrínseca e satisfação em aprender (Galiazzi; Moraes; Ramos, 2004). Por meio dos resultados de sua pesquisa de mestrado, Delord (2012, p. 67) constatou que “[...] os alunos demonstraram aprovação a experiência de estudar a partir do Educar pela Pesquisa. Os sujeitos justificaram que a partir desta abordagem é possível aprender de forma colaborativa e ter mais envolvimento com o tema estudado”. Os resultados produzidos em relação ao entendimento dos pais dos alunos, Delord (2012, p. 80) concluiu que “[...] os pais avaliaram que a metodologia do Educar pela Pesquisa pode colaborar para um estudo mais aprofundado e ainda, que a metodologia gera mais motivação nas aulas de Ciências”. Enfim, os resultados provenientes pelo seu estudo se destacam, contribuindo na construção do presente trabalho de pesquisa de tese.

Por fim, temos que a aproximação do Educar pela Pesquisa com o Ensino por Investigação é destacado por Pauletti (2018, p. 14), ao mencionar que:

Desse modo, o *educar pela pesquisa*, proposto por Pedro Demo, concebe a investigação como princípio educativo. O próprio autor a caracteriza como proposta de natureza teórica. Por conseguinte, a *pesquisa em sala de aula*, com aproximação teórica à abordagem anterior, apresenta-se também como um modo prático. A pesquisa em sala de aula foi proposta por pesquisadores da Região Sul do Brasil. O *ensino por investigação*, por sua vez, constitui-se em outra concepção de pesquisa como princípio educativo. Essa concepção foi proposta por pesquisadores da Região Sudeste do Brasil.

Desse modo, antes de adentrarmos no detalhamento da sigla ACP, é importante destacar que a relação entre o Educar pela Pesquisa e o Ensino por Investigação, referência da SEI, baseia-se na valorização da investigação como princípio fundamental no ensino de Ciências da Natureza no contexto escolar. Conforme destacado por Pauletti (2018), o Educar pela Pesquisa, idealizado por Pedro Demo, tem uma fundamentação teórica que posiciona a pesquisa como elemento central na reconstrução do conhecimento. Por outro lado, o Ensino por Investigação, proposto por Carvalho (2022), apresenta uma perspectiva prática, incorporando métodos investigativos diretamente na prática pedagógica. Enquanto o Educar pela Pesquisa Demo (2015) e a Pesquisa em Sala de Aula Moraes (2002) sugerem que os alunos elaborem a pergunta ou a situação-problema, o Ensino por Investigação, o professor elabora a situação-problema a ser investigada, mas, ambas têm em comum características associadas a investigação científica em sala de aula para a construção do conhecimento.

2.6 Autonomia, Competência e Pertencimento

Partindo-se do pressuposto que o ser humano é um sujeito racional, livre e que evoluiu de tal forma que seu cérebro adquiriu capacidades cognitivas muito superiores em relação aos demais animais, e isso permitiu-lhe ser um exímio observador e transformador do ambiente em que vive, e com isso chegou ao topo e ao domínio da cadeia animal. Ao longo de sua vida, amadurece e desenvolve habilidades que lhe permitem a criação de modelos e no decorrer do tempo vai acrescentando novas possibilidades, aperfeiçoa suas criações, tornando suas invenções cada vez mais completas do ponto de vista funcional. O homem é um ser que possui características bem definidas, tais como: autodisciplina, disciplina⁴ para a aprendizagem, adapta-se em qualquer ambiente, pertencer a grupos, ser social, integrar-se nos contextos, ser ativo, capacidade de tomar decisões, curiosidade⁵, investigar e transformar o meio, conviver e encontrar soluções das complexidades que surgem diariamente, autonomia para construir o seu conhecimento com o propósito de aprimorar permanentemente sua competência nos desafios que surgem em sua vida e na execução de tarefas cotidianas.

O homem constrói seu mundo por meio das relações com as pessoas, manuseio de materiais e a transformação em objetos que são utilizados para auxiliar na execução das tarefas cotidianas. Sobre isso, Becker (1998, p. 53) enfatiza que: “O sujeito, em todas as suas dimensões, constrói-se na relação coletiva, sem nada subtrair da dimensão individual. Ao contrário, o coletivo realiza o individual assim como o individual realiza o coletivo”. As literaturas relacionadas ao tema da antropologia, mostram que o homem é um ser do pertencimento, da autonomia e tem a necessidade intrínseca de construir sua competência. Write (1959) realizou importantes estudos que tratavam da motivação e descreveu haver “a existência de uma força inerente ao ser humano, a competência pessoal, que o motiva a interagir de forma eficaz e competente com o seu entorno, o ambiente”.

Em nosso estudo de tese consideramos que ao satisfazer as condições de pertencimento, autonomia e competência, os alunos estariam mais preparados e motivados⁶ para realizarem as

⁴ Entendemos que a disciplina no contexto educativo seja a construção da liberdade de pensar, agir e expressar-se do indivíduo, saber os limites da lei e respeitar o próximo. O educador precisa entender que disciplina não é o adestramento, a opressão, alienação, o silêncio, a cópia da cópia, o escravizar para dominar levando a castração da capacidade de pensar.

⁵ L'Ecuryer (2016, p. 31) afirma que; “A curiosidade é o desejo de conhecimento. Ver as coisas com outros olhos permite ficarmos cativados diante de sua existência, desejando conhecê-las pela primeira vez ou de novo”.

⁶ Teixeira (2014, p. 73) faz um destaque dos trabalhos de Pintrich e Schunk (2002, p. 245) relacionados a motivação dos seres humanos e entendem que: “pessoas que estão intrinsicamente motivadas trabalham em algumas tarefas por sua própria vontade, sem que tenham escolhido realizar e terminar as tarefas por imposição ou ação de qualquer outra pessoa, ou mesmo sem ter uma recompensa externa, tomando como única recompensa a completa realização da ação”.

investigações por meio de situações-problema e transformá-las em pesquisas, com elaborações e reconstrução de conhecimento nos grupos de trabalho e também valorizar as produções individuais, por fim, comunicar os resultados a outros grupos utilizando-se da linguagem científica⁷. A aprendizagem não ocorre pelo depósito de conhecimentos em nosso cérebro, mas, sim, pelas sucessivas transformações e reconstruções realizadas nas interações com o objeto do conhecimento a ser investigado.

As aulas diretivas que prevalece a transmissão, o silêncio, a cópia da cópia e se os alunos não aprendem, mesmo de forma inconsciente o professor está reforçando o processo de exclusão. Para Hellinger (2007, p. 64) sobre a consciência coletiva, afirma: “Todos os membros do grupo têm o mesmo direito de pertencer”. Ao planejar as aulas é preciso que o professor crie estratégias pedagógicas para que todos os alunos possam participar ativamente na construção coletiva e individual do conhecimento. Vasconcellos (2002, p. 42) acentua: “A tarefa pedagógica básica que se coloca é quanto ao que fazer para que o aluno possa se apropriar do saber de uma maneira o mais significativo, concreto, transformador e duradouro possível”.

Assim, ao final deste capítulo teórico, que apresenta os fundamentos do ensino defendido em nossa pesquisa, salientamos que sua concretude se dá pela valorização da sala de aula como espaço de reconstrução ativa do conhecimento. Esse processo envolve um conjunto de características essenciais, das quais identificamos três como referência central em nossa proposta didática, o itinerário didático, sendo elas autonomia, competência e pertencimento. Essas características fundamentam o itinerário didático elaborado para este estudo e integram o produto educacional, que será discutido no próximo capítulo.

Pertencimento, competência e autonomia são classificados pela Teoria da Autodeterminação⁸ como as necessidades básicas do ser humano, sendo elas, integradas e interdependentes. Devido à importância dessas necessidades básicas na vida do ser humano, passamos a incluí-las em nosso estudo com a intenção de constatar a sua influência nos grupos de trabalho frente ao processo de reconstrução do conhecimento dos conteúdos de Ciências da Natureza no contexto do ensino por investigação proposto nessa tese.

O itinerário didático elaborado no estudo busca contribuir com o processo de reconstrução do conhecimento por parte dos alunos por meio do incentivo a busca de

⁷ Um dos principais objetivos do ensino de Ciências da Natureza é que o professor proporcione situações e estratégias que levem os alunos da linguagem cotidiana à linguagem científica (Carvalho, 2022).

⁸ A Teoria da Autodeterminação ou SDT é definida por Deci e Ryan (1980, 1985) Ryan e Deci (2000) como aquela que analisa as motivações que auxiliam os indivíduos a realizarem determinadas tarefas por acreditarem que as fazem por que querem. As tarefas podem estarem motivadas de forma extrínseca (impulsos externos) e intrínseca (que vem de dentro do indivíduo) e está centrada em três necessidades básicas: de competência, autonomia e pertencimento.

informações por investigação, realização de atividades práticas e experimentais, coleta dados, elaboração de textos de cunho científico, produção e editoração de vídeos. Esses meios estão conectados com uma ação didática planejadas pelo professor que, enquanto sujeito experiente e portador de uma gama de conhecimentos, busca oportunizar que seus estudantes sejam protagonistas do conhecimento trazendo para dentro da sala de aula a investigação científica frente a perspectiva de um professor engajado com o Educar pela Pesquisa.

Na sequência, buscaremos estabelecer um diálogo fundamentado teoricamente sobre cada uma das categorias, destacando seu papel no contexto de nossa pesquisa.

2.6.1 *Autonomia*

Por *autonomia* entendemos ser uma necessidade básica que os seres humanos possuem de escolher as tarefas ou as atividades que irão realizar. Garantindo-se essa possibilidade de escolha é relevante para a motivação, pois os indivíduos acreditam que havendo o controle de suas ações, favorece nas interações que realizam. Por meio de suas escolhas e qualquer que sejam os resultados atingidos só serão viáveis por meio de seu controle da situação, ou seja, controle do ambiente ou do objeto de interação. Assim sendo, as escolhas feitas pelo indivíduo e através da sua ação, suas habilidades e o conhecimento, combinados com a sua motivação intrínseca, realizando tarefas ou desafios, o sujeito torna-se o causador de mudanças sobre o ambiente que está interagindo (Teixeira, 2014).

A autonomia⁹ é uma habilidade relevante na vida, por isso o professor em sua ação pedagógica pode auxiliar os alunos a construí-la. Acreditamos que, ao longo da trajetória escolar, a autonomia vai aprimorando-se, permitindo aos alunos expandirem suas capacidades de realizar tarefas, tais como: investigar informações, discernir a veracidade dos dados, realizar experimentos, organizar tabelas e gráficos, interpretar textos científicos, elaborar produções textuais e audiovisuais¹⁰, comparar descobertas com a literatura especializada e comunicar resultados com responsabilidade aos colegas e à comunidade escolar.

Qual a influência na aplicação da heteronomia ou da autonomia no contexto educativo? Heteronomia é a determinação passiva do indivíduo por forças externas que lhe retira a

⁹ Segundo Zatti (2007) no campo da educação, o termo autonomia refere-se à capacidade do aprendiz de organizar seus próprios estudos, explorar diferentes fontes de informação e conhecimento, e construir um saber alinhado aos seus objetivos pessoais.

¹⁰ A nona etapa do Itinerário Didático propõe que os grupos de trabalho elaborem e editem um vídeo curto para apresentar os resultados de suas pesquisas, consolidando conhecimentos alinhados às literaturas especializadas e desenvolvendo habilidades de síntese, comunicação e uso de tecnologias.

capacidade de tomar decisões e o exercício da cidadania. Essa realidade social ecoa de forma direta sobre a educação. Pensamos que o modelo atual de sociedade em que estamos inseridos é regido ainda por um modelo rígido e sem esperança de grandes mudanças em curto prazo, pois o mercado é dominado por minorias burguesas que detém os principais meios de produção, comunicação e da mão de obra barata das grandes massas dependentes, passiva deste império explorador da sociedade. Os governos neoliberais defendem modelos educacionais tecnicistas-instrumentais que priorizam uma educação formadora de indivíduos preparados para o competitivo mundo capitalista e o mercado do trabalho. Neste sentido, Zatti (2007, p. 9) ressalta: “Os modelos educacionais elaborados a partir de um pensamento tecnicista-instrumental não abordam a educação em sua totalidade formativa, se mostrando, portanto, insuficientes na formação do educando enquanto homem e cidadão”.

Assim sendo, nos atrevemos elaborar uma proposta de ensino, mesmo dentro de um modelo neoliberal, de educação libertadora, voltada para a inserção do sujeito para o exercício da cidadania com autonomia. Por meio da ação pedagógica, de cunho libertadora, podemos favorecer para a construção de alunos que dominem também e com competência os conhecimentos técnicos, preparatórios para o trabalho que em algum momento de suas vidas poderão ser úteis, mas impreterivelmente, criar condições para que desenvolvam sua autonomia, o pensar de maneira genérica, alfabetizarem-se cientificamente e principalmente desenvolver a capacidade de tomar decisões conscientes em relação ao futuro de suas vidas.

A autonomia, dentro de nossa proposta, refere-se à capacidade dos alunos de buscar informações de forma independente ao receberem as atividades investigativas previstas no itinerário didático. O objetivo é promover uma aprendizagem que não dependa exclusivamente da transmissão direta pelo professor. Contudo, essa autonomia não significa que os alunos possam agir livremente, desconsiderando as regras, pois o bom andamento desse processo exige o cumprimento das normas estabelecidas no PPP da escola. Busca-se, assim, oferecer aos alunos a oportunidade de pesquisar informações e transformá-las em conhecimento científico, respeitando o rigor da ciência e seguindo as etapas definidas no itinerário didático. Acreditamos que, ao desenvolver a autonomia nesse contexto, o aluno aprimora suas capacidades cognitivas, tornando-se mais independente para enfrentar outras situações ao longo de sua vida escolar e em sua atuação na sociedade.

Em vista disso, cabe aqui relatar um exemplo como referência em relação a práticas pedagógicas de cunho libertadoras, de uma turma de alunos do Ensino Integral com formação de Técnico em Informática da EEBSJB, formandos da turma 2017, escola que atuamos como coordenador do curso e do laboratório de Ciências naquele momento. Esta turma de alunos

recebeu uma educação que priorizava a construção de pesquisas¹¹, por meio de investigação, experimentação em laboratório, participação de feiras de ciências, teatros, cafés filosóficos, café das linguagens, edição de vídeos, elaboração de textos, laboratório de informática, entre outros, sempre mediados por um corpo docente de excelente formação técnica, epistemológica e pedagógica. Formaram-se programadores em computação. Na classificação estadual da prova do ENEM colocaram a escola numa posição de destaque alcançando o terceiro lugar. A maioria destes alunos decidiu ir direto para a universidade como forma de complementar e aperfeiçoar sua formação, situação que favoreceria no futuro ter mais autonomia de realizar um trabalho que traria dignidade e uma melhor qualidade de vida. Enfatizamos que a formação técnica sempre será uma ferramenta de grande valia em qualquer profissão que exercerem, mas a formação humana libertadora, a capacidade de elaboração própria, possivelmente despertou nestes sujeitos o senso crítico que propiciou aos mesmos a consolidação da construção de sua autonomia. Não podemos esquecer da importância da construção da formação ética do indivíduo no contexto de sala de aula como forma de melhor inseri-lo em sociedade para o exercício da cidadania, sendo assim, Zatti (2007, p. 71) menciona que: “Essa formação é indispensável para que as pessoas respeitem sua própria dignidade, a dignidade dos demais e sejam autênticos. A autonomia pressupõe a dignidade e autenticidade humana”.

Entendemos que ao proporcionar aos alunos um contexto voltado a investigação e pesquisa, favorece para a construção de um sujeito mais autônomo capacitado a reconstruir conhecimentos de cunho científico que auxiliam no aperfeiçoamento da sua alfabetização científica. Segundo Machado e Sasseron (2017, p. 28) a alfabetização científica, “[...] concebe o ensino em uma perspectiva problematizadora, participativa, em que os alunos utilizam habilidades típicas das Ciências para intervir no mundo”. Acreditamos que o objetivo fundamental do Ensino de Ciências da Natureza para os alunos é saber fazer uma leitura profunda do mundo em que vivem e entender a necessidade de transformá-lo no sentido de contribuir como cidadão na construção de uma sociedade mais evoluída e sensível diante dos problemas que surgem diariamente. Os mesmos autores destacam ainda que o indivíduo alfabetizado cientificamente consegue entender como os conhecimentos científicos se conectam com sua vida e com o planeta, e participa ativamente de discussões sobre os problemas que impactam a sociedade.

¹¹ O itinerário didático proposto neste estudo foi concebido a partir das ações pedagógicas experienciadas ao longo da carreira docente do autor.

Por fim, a autonomia destacada na sigla ACP, apresentada neste estudo, busca formar alunos que desenvolvam sua independência ao longo do processo, construindo competências essenciais para a sua aprendizagem.

2.6.2 Competência

A competência, representada pela letra C na sigla ACP, é uma categoria central de nosso estudo, desempenhando um papel fundamental no contexto da educação baseada em pesquisa e investigação. Diversos autores contribuem para a compreensão desse conceito. Para Cruz (2001, p. 31), competência é definida como a capacidade dos indivíduos de agirem “com eficiência, utilizando propriedade, conhecimentos e valores na ação que desenvolvem e agindo com a mesma propriedade em situações diversas”. De maneira similar, Perrenoud *et al.*, (2002) descrevem a competência como a capacidade de lidar com situações análogas, mobilizando de maneira eficaz e criativa uma variedade de recursos cognitivos, como conhecimentos, habilidades, informações, valores, atitudes e esquemas de percepção, avaliação e raciocínio. Dias (2010, p. 75), por sua vez, sintetiza que “definir a competência pela componente do que conseguimos fazer de forma sistemática, apela a processos de ordem cognitiva, a estratégias da resolução de problemas às quais um indivíduo recorre quando age”.

Os conceitos apresentados fornecem embasamento teórico para incluir a competência como um elemento essencial no ensino de Ciências, especialmente em nosso estudo, que propõe um itinerário didático voltado à realização de pesquisas. Essa abordagem coloca os alunos como sujeitos ativos no processo de busca e construção de informações. Nesse contexto, a competência é compreendida como a habilidade de mobilizar conhecimentos, valores, atitudes e habilidades para resolver situações-problema, tomar decisões com autonomia e agir de forma eficaz em contextos inesperados. Essa perspectiva ultrapassa a simples acumulação de informações, priorizando a aplicação prática e contextualizada do aprendizado (Dias, 2010).

Para avaliar os resultados produzidos por essa categoria em nossa pesquisa, realizaremos observações direcionadas às atitudes dos participantes diante das situações-problema propostas no itinerário didático que compõe o produto educacional. O uso do termo “competência” em nossa proposta analisará as capacidades que os alunos participantes desenvolverão e construirão ao longo de cada etapa¹². Reconhecemos que os alunos se encontram em diferentes estágios de conhecimento, resultado de suas vivências, e buscamos aplicar essa proposta para coletar dados

¹² As Sequências de Ensino Investigativas do itinerário didático são compostas por onze etapas.

e avaliar sua evolução na reconstrução de competências. Inseridos em um contexto de aprendizagem investigativa, pretendemos promover o desenvolvimento de suas capacidades cognitivas.

A competência, nesse sentido, não é algo inato, pronto ou estático, ela se aperfeiçoa continuamente à medida que as pessoas se defrontam com novas situações e objetos de conhecimento, que precisam ser apreendidos e transformados ao longo da vida. Em oposição ao ensino diretivo, caracterizado pela heteronomia, onde os alunos recebem os conhecimentos científicos prontos¹³ para serem apenas reproduzidos. O nosso itinerário didático visa promover a autonomia e a construção dinâmica do saber. Fundamentado no educar pela pesquisa e no ensino por investigação, o itinerário apresenta situações-problema instigantes que motivam os alunos a levantar, refutar e assumir hipóteses, buscar informações, discutir com os pares, realizar experimentos e extrair dados. Esse processo favorece a construção contínua e duradoura da competência, e assim pode consolidar-se como mais uma alternativa pedagógica para o ensino de Ciências que valoriza a participação ativa e o protagonismo dos alunos.

O desenvolvimento de competências vai além das habilidades cognitivas, englobando também aspectos sociais e emocionais, como o trabalho em equipe¹⁴, a resiliência diante de erros¹⁵ e a tomada de iniciativa. No contexto investigativo, essas competências tornam-se essenciais, pois o aluno é continuamente desafiado a pensar criticamente, argumentar com embasamento e propor soluções criativas para problemas complexos. Essa abordagem não apenas prepara os estudantes para atender às demandas do mundo contemporâneo, mas também os capacita a contribuir ativamente para a transformação da sociedade, alinhando-se aos princípios de uma educação crítica e emancipadora.

Perrenoud (1999) converge com nossa proposta para o ensino Ciências, defendendo que os alunos desenvolvem competências quando o professor oportuniza de trabalhar com problemas e projetos¹⁶, além de propor tarefas complexas e desafios que os incentivem a mobilizar seus conhecimentos.

¹³ Dias (2010, p. 76) destaca que: “A meta principal da escola de hoje não é, assim, ensinar conteúdos, mas desenvolver competências que permitam ao sujeito alcançar sucesso pessoal e profissional. Visa permitir a cada um aprender a utilizar os seus saberes para atuar com eficiência”.

¹⁴ A principal finalidade do trabalho em grupo, segundo Libâneo (1994, p. 170), “[...] é obter a cooperação dos alunos entre si na realização de uma tarefa. Para que cada membro do grupo possa contribuir na aprendizagem comum, é necessário que todos estejam familiarizados com o tema em estudo”.

¹⁵ Carvalho (2022, p. 11-12) enfatiza que: “As hipóteses que quando testadas não deram certo também são muito importantes nessa construção, pois é a partir do erro – o que não deu certo – que os alunos tem confiança no que é o certo, eliminando as variáveis que não interferem na resolução do problema. O erro ensina... e muito”.

¹⁶ Os projetos interdisciplinares permitem ao professor integrar Sequências de Ensino Investigativas- SEI que conectam diferentes áreas do conhecimento, promovendo a resolução de problemas reais e o desenvolvimento de competências integradas e contextualizadas.

Em uma sala de aula onde o professor cria um contexto em que todos os alunos, organizados em grupos de trabalho, participam ativamente do processo de reconstrução do conhecimento, o ambiente favorece a elevação da autoestima e autoconfiança dos alunos. Nesse cenário, os alunos se percebem como parte integrante de um coletivo, enquanto constroem continuamente suas competências.

Neste sentido,

o desenvolvimento de competências acaba sendo possível, pois, no ensino por investigação, assume-se que o estudante tem um papel ativo no processo de ensino-aprendizagem; sendo ele o autor de sua aprendizagem. Além disso, o que viabiliza o desenvolvimento de competências é a presença de conteúdos conceituais (conceitos, princípios e modelos), procedimentais (técnicas e estratégias de resolução adotadas; argumentação oral e escrita) e atitudinais (juízos, normas e valores) no desenvolvimento de atividades de caráter investigativo (Clement *et al.*, 2015, p. 121).

Por fim, o educar pela pesquisa e o ensino por investigação exigem que o professor esteja aberto ao novo, saiba conviver com o diferente e ofereça suporte às dificuldades de todos os alunos. É necessário inovar, criar situações-problema instigantes, incentivar a experimentação, identificar obstáculos e apoiar na busca por soluções. Além disso, o professor deve observar atentamente as produções dos alunos, avaliar as competências em desenvolvimento, despertar e valorizar o senso de curiosidade, e reconhecer os conhecimentos prévios dos estudantes como ponto de partida para a reconstrução e elaboração de novos saberes. Perrenoud (1999) ressalta que o principal recurso do professor é sua postura reflexiva, que inclui a capacidade de observação, regulação, inovação e aprendizado constante com os outros, com os alunos e com as experiências vividas.

Sendo assim, o desenvolvimento da competência na sala de aula é fundamental para preparar os alunos para os desafios do mundo atual, permitindo-lhes não apenas adquirir conhecimento, mas também aplicar de forma crítica e criativa esse saber em diversas situações de suas vidas. Ao promover a integração de habilidades cognitivas, sociais e emocionais, favorece-se o desenvolvimento de competências e a formação de cidadãos ativos, autônomos e capazes de transformar a realidade ao seu redor. Nesse processo, as sequências de ensino investigativas do itinerário didático podem contribuir significativamente para a construção da competência, preparando os alunos para se tornarem agentes de mudança no contexto social e acadêmico.

2.6.3 Pertencimento

O pertencimento, representado pela letra P na sigla ACP, configura-se como uma dimensão essencial em nosso estudo. Nesse sentido, buscamos explorar essa categoria como um elemento central para observar os possíveis impactos no desenvolvimento do conhecimento dos alunos participantes, quando aplicada no contexto de sala de aula sob a perspectiva fundamentada na pesquisa. Nosso objetivo, ao implementar atividades por meio das Sequências de Ensino Investigativas - SEI, é analisar as reações e comportamentos dos alunos diante de aulas que valorizam sua participação ativa, a sensação de pertencer e ser valorizado como parceiros do professor no processo de busca e construção do conhecimento.

As etapas do itinerário didático foram planejadas para promover o engajamento e o envolvimento dos alunos como sujeitos conectados ao ambiente, aos colegas, aos grupos de trabalho, ao professor e ao objeto de conhecimento a ser explorado. Em nosso estudo, o sentimento de pertencimento será trabalhado ao longo de todo o processo. Ao introduzir a atividade, o professor deve focar na valorização individual de cada participante. Essa conexão inicia-se na contextualização introdutória realizada pelo professor sobre o conteúdo a ser pesquisado, seguida pela apresentação de uma situação-problema¹⁷. A partir disso, os grupos de trabalho começam a levantar hipóteses e buscar informações para solucionar o problema proposto. Entendemos que esse ambiente proporciona aos alunos um contexto que os inclui como indivíduos essenciais no desenvolvimento das atividades, reforçando seu papel significativo no processo de aprendizagem. Dessa maneira, em nosso estudo, a palavra “pertencimento” será explorada como um ponto central de todo o processo, favorecendo o desenvolvimento de outras habilidades, além da autonomia e competência, que culminam na capacidade de reconstruir conhecimento e comunicação.

O educar pela pesquisa e o ensino por investigação são metodologias que favorecem a criação de condições ideais para o desenvolvimento de uma maior conexão entre todos os envolvidos no contexto escolar que adota a pesquisa como princípio educativo. Essas metodologias exigem que os alunos se envolvam ativamente na busca por respostas, estimulando a reconstrução do conhecimento de forma autônoma. Quando comparadas a outras abordagens que priorizam a mera transmissão de conteúdos, as quais limitam a capacidade crítica e reflexiva, o ensino por investigação coloca os alunos no centro do processo educativo.

¹⁷ Os seres humanos têm a necessidade de pertencer aos contextos em que convivem, o que lhes permite atuar com liberdade. Quando essa ideia é aplicada à sala de aula, entendemos que, ao propor uma situação que desperte a necessidade de busca, os alunos se sentem motivados a procurar informações que os auxiliem na resolução do problema.

Dessa forma, os alunos motivados¹⁸, evoluem ao lado do professor, sentindo-se sujeitos ativos, com voz e vez na participação das atividades. A necessidade de pertencimento está fortemente interrelacionada com a autonomia e a competência.

A seguir, abordaremos o entendimento de alguns autores sobre o pertencimento e a necessidade dos seres humanos de se sentirem parte dos contextos com os quais convivem. Neste ponto, nos concentraremos mais profundamente na fundamentação dessa categoria, uma vez que a autonomia e a competência já foram discutidas anteriormente.

Por pertencimento entendemos ser uma necessidade inata do indivíduo de conectar-se a determinado grupo, proporcionando a interação social, desenvolvimento do crescimento e o funcionamento integrado, favorecendo na aprendizagem e realização de atividades. A busca incessante do pertencer é uma forma de inibir o sentimento de solidão e exclusão do meio que o ser humano se encontra (Ryan; Deci, 2000).

Em concordância Clement *et al.* (2013, p. 53) destacam que: “A satisfação da necessidade de pertencimento facilita a criação de condições e clima favoráveis ao estabelecimento de relações e ao fortalecimento das necessidades psicológicas de autonomia e de competência, produzindo bem-estar e desenvolvimento saudável”.

O autor menciona destaca que ao praticar um ensino fundamentado em atividades Investigativas, possibilita aos alunos a busca de conhecimentos com autonomia, pois o ser humano com essa capacidade executa suas tarefas por vontade própria e não por comandos ou pressões externas (Clement, 2013). A teoria da autodeterminação mostra-nos que quando o indivíduo é desafiado a investigar uma situação-problema, manifesta-se em seu interior uma motivação intrínseca, criando uma razão para agir sobre o ambiente, transformando-se numa atividade que desperta o interesse e o prazer em reconstruir conhecimento, favorecendo na construção de uma aprendizagem mais profunda, elevando sua autoestima diante do meio social em que vive. A possibilidade de conectar-se com os outros e sentir-se pertencente ao meio o indivíduo tem mais segurança em estabelecer vínculos. Entendemos que o ambiente de sala de aula que proporciona as condições que estimulam os alunos a interagir entre si, favorece na construção da motivação para aprender. Sendo assim,

A necessidade de pertencimento se configura em um importante constructo motivacional, pois, à medida que as pessoas se sentem apoiadas em suas relações interpessoais, elas apresentam desempenhos melhores, maior resistência a situações promotoras de estresse e alcançam um maior bem-estar psicológico (Clement, 2013, p. 52).

¹⁸ Nérici (1983, p. 171) destaca: “[...] o professor, em classe, não motiva o educando, mas o incentiva, para que o mesmo se sinta atraído pelo conteúdo que vai ser tratado em classe”.

Trazemos este entendimento das necessidades psicológicas inerentes ao ser humano no contexto de nossa proposta de estudo de tese, onde pretendemos desenvolver atividades investigativas que estimulam a participação do aluno na resolução de situações problema que despertam seu interesse, elevando sua motivação intrínseca¹⁹ por sentir-se pertencente e prestigiado com suas contribuições na realização das pesquisas. Em concordância:

De acordo com a teoria da autodeterminação indivíduos se sentem mais atraídos a desenvolver atividades e realizar tarefas que escolhem por acreditarem ser capazes de desenvolvê-las e para satisfazer necessidades psicológicas inatas de competência, autonomia e para se sentirem pertencentes ao grupo de indivíduos do seu convívio social. Indivíduos realizam tarefas que têm características importantes para a educação, como a novidade, curiosidade, surpresa e desafio, esta última responsável pela sensação de competência e maestria depois de completadas (Teixeira, 2014, p. 76).

Ao interagir com os outros o indivíduo estabelece uma conexão que o faz sentir-se importante dentro do contexto, e assim, estabelece um vínculo de confiança auxiliando na construção do seu conhecimento. Pensamos que o ensino de Ciências por meio de uma proposta de investigação, proporciona aos alunos o desenvolvimento de sua autonomia para a construção de sua competência de pesquisar e elaborar conhecimentos, fortalecendo sua capacidade de comunicar os resultados de seus trabalhos de pesquisa aos demais dentro de um ambiente que valoriza as conexões de todos os sujeitos envolvidos no processo.

Por fim, ao elaborar o itinerário didático, partimos do pressuposto de que os alunos são sujeitos ativos e parceiros do professor no processo de reconstrução do conhecimento por meio da pesquisa como ato educativo. A ideia central está em substituir a aula puramente expositiva, em que os alunos assumem uma posição passiva e os conhecimentos transmitidos pelo professor prevalecem como verdades absolutas. Acreditamos que, ao possibilitar a participação ativa dos alunos na reconstrução de seus conhecimentos por meio de atividades investigativas, o professor estará contribuindo para o fortalecimento do sentimento de pertencimento de todos os envolvidos neste contexto.

2.8 Síntese do capítulo

Ao longo do texto procuramos sinalizar que o Educar pela Pesquisa é uma proposta de ensino que possibilita uma transformação no contexto escolar e que exige empenho de todos os

¹⁹ Segundo Clement (2013, p. 53): “A motivação intrínseca se caracteriza pelo interesse e satisfação na atividade em si, isto é, um envolvimento livre, voluntário e sem a necessidade de recompensas ou punições”.

envolvidos nesse processo educativo, poder público, sistema educacional, comunidade, família, direção da escola, coordenação pedagógica, professores, alunos. A comunidade como um todo precisa estar em permanente sintonia visando a construção de futuros cidadãos, comprometidos na garantia futura de uma sociedade culta, sensível ao próximo, ao coletivo e desenvolvida cientificamente. O ensino com pesquisa direciona professores e alunos à investigação, e isso, vai além das quatro paredes da sala de aula, onde os alunos desenvolvem competências e senso crítico, levando-os a não aceitar mais as longas e exaustivas aulas expositivas que os condiciona a “cópia da cópia”. Isso vem ao encontro do mencionado por Galiazzi (2002, p. 301) de que “a sala de aula com pesquisa que propomos se afasta do modelo tradicional de ensino, em que um professor, investido de poder, transmite conhecimento aos alunos”. Tudo isso, necessita de professores inovadores, qualificados e abertos para o aprender a aprender, parceiros de trabalho com os alunos, e, em constante aprimoramento de sua competência. O professor inserido neste contexto, segundo Demo (2015, p. 41), precisa orientar seus alunos constantemente a “expressarem-se de maneira fundamentada; exercitando o questionamento sempre; exercitando também a formulação própria; reconstruindo autores e teorias, isto é, cotidianizar a pesquisa”.

Para tanto, Demo (2015, p. 41) defende a tese da implantação de um currículo intensivo voltado “para a formação da competência autônoma, crítica e criativa do aluno, supondo não propriamente um professor (que ‘dá aula’), mas um orientador que ‘trabalha o saber’ e faz ‘trabalhar junto’”. Desconsidera ele um currículo extensivo, com simples embasamento na aula expositiva; isto faz da escola um monte de salas de aula, onde se escutam cronometradamente exposições que devem ser atentamente ouvidas, anotadas e, muitas vezes, decoradas, para depois serem expressas em provas. É a escola-xerox, ou bancária. O simples repasse de conteúdos prontos ditados pelo professor para o caderno do aluno, sem que haja transformação, questionamento, argumentação, precisa ser repensada, pois, pouco estimula o pensar e a abstração, levando a um ambiente de domesticação, colocando os alunos numa posição de meros objetos do ensino (Demo, 2015).

As atividades orientadas pela pesquisa e com cunho investigativo realizado nos grupos de pesquisa podem ser uma importante estratégia utilizada pelo professor, possibilitando aos alunos construir conhecimentos coletivamente por meio das investigações. Sobre isso, Carvalho (2022, p. 5) entende que: “O trabalho em grupo sobe de status no planejamento do trabalho em sala de aula; passando de uma atividade optativa do professor para uma necessidade; já que o ensino tem por objetivo a construção do conhecimento pelos alunos”. O professor competente e comprometido com uma educação de qualidade desempenha com desenvoltura o papel de orientar e avaliar permanentemente as construções coletivas dos grupos

de trabalho e, principalmente, acompanha a evolução nas elaborações textuais e científicas individuais que levam o sujeito ao aperfeiçoamento da leitura e escrita, visando a construção de sua alfabetização científica. Essa alfabetização científica, é segundo Chassot (2018, p. 84), um “conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres a fazer uma leitura do mundo onde vivem”.

Em consonância a isso, apresentamos aspectos do Ensino por Investigação, considerando que ele favorece aspectos como a Autonomia, Competência e Pertencimento (ACP), direcionado a uma Motivação Autônoma dentro de um processo autorregulatório, como assinalado por Clement *et al.* (2015). Somado, temos o preconizado por Delord (2012) de que os alunos aprendem Ciências com viés contextualizado, tornando-se atores de pesquisas científicas por meio da metodologia de ensino do Educar pela Pesquisa, mediados pelo professor, sujeito inovador, partindo-se de problemas que surgem no cotidiano, considerando como ponto de partida os conhecimentos prévios de senso comum, construídos ao longo da vida.

A partir disso, passamos a nos ocupar com características e limitações dessas duas abordagens – Educar pela Pesquisa e Ensino por Investigação, procedendo uma revisão de estudos e produto educacionais que apresentamos no próximo capítulo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

O presente capítulo tem por objetivo analisar a produção acadêmica em dissertações, teses e produtos educacionais, produzidos no cenário nacional e relacionados ao Educar pela Pesquisa e ao Ensino por Investigação, enquanto temáticas do campo da Educação em Ciências. De forma mais específica, busca trazer pesquisas e produtos educacionais que retratem os temas mencionados identificando as características dessas produções, bem como suas limitações. O capítulo inicia com a definição do corpus em termos das teses e dissertações e os critérios de busca e seleção; na sequência, descreve os estudos e procede uma análise geral dos trabalhos selecionados. Por fim, ocupa-se com a descrição de alguns produtos educacionais vinculados à temática.

3.1 Procedimentos para definição do *corpus*

Para localizar os estudos tomamos como referência metodológica a abordagem qualitativa e de natureza bibliográfica, cuja finalidade está em possibilitar o lapidar e renovar o conhecimento por meio de investigação científica de obras publicadas. As pesquisas bibliográficas em obras passadas auxiliam o pesquisador desde o começo de seu trabalho científico, sendo um interessante subsídio de apoio, visto que, a revisão dessas obras levantadas e selecionadas, servem como possibilidade de conhecer o que já foi produzido na área, suas características e limitações.

Em relação à pesquisa bibliográfica, Lakatos e Marconi (2003, p. 183) entendem que: “[...] não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras”. Em relação ao desenvolvimento da pesquisa bibliográfica Gil (2002, p. 44), destaca que ela acontece “[...] com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”.

Os trabalhos que constituem o corpus de investigação foram identificados junto ao Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), empregando os seguintes descritores: “educar pela pesquisa”; “educar pela pesquisa” AND “investigação”; “educar pela pesquisa” AND “ensino por investigação”. O recorte temporal abrange os estudos publicados no período de 2002 a 2022. Os descritores buscaram estabelecer um recorte nas pesquisas, identificando aquelas que trazem a aproximação e o diálogo entre as duas temáticas. Como mencionado, embora sejamos sabedores

de que o Educar pela Pesquisa agrega a investigação, sabemos que na literatura nacional há estudos que primam por utilizar a expressão Ensino por Investigação como bem destacado por Pauletti (2018). Dessa forma, estabelecemos como recorte verificar os estudos inicialmente que se centram no Educar pela Pesquisa e depois aqueles que estabelecem essa relação com o ensino por investigação.

Nessa busca foram encontrados 24 estudos entre teses e dissertações, dentro os quais selecionamos para constituir o corpus do presente estudo, dez trabalhos. A seleção teve como referencial a proximidade com a tese em desenvolvimento e limitou-se a selecionar estudos a partir do entendimento de que não se trata de um estudo de revisão sistemática, mas, de um estudo que busca ilustrar como a pesquisa na área de investigação vem sendo realizada no Brasil.

3.2 Análise e descrição dos estudos encontrados

No Quadro 2 apresentaremos o título das produções, seu autor, tipo de produção, instituição, estado federativo e ano de publicação.

Quadro 2 - Relação dos trabalhos selecionados como corpus da investigação

Título	Autor	Produção	Instituição/ estado	Ano
O papel da experimentação no ensino pela pesquisa em Física	Márcio Marques Lopes de Oliveira	Dissertação	PUCRS/RS	2010
O Educar pela Pesquisa e a Aprendizagem Significativa Crítica: uma união a favor do aluno na construção da autonomia e de conhecimentos	Ionara Barcellos Amaral	Dissertação	PUCRS/RS	2010
O Ensino de Ciências e a Pesquisa em Sala de Aula na perspectiva de Pais e Alunos	Gabriela Carolina Cattani Delord	Dissertação	PUCRS/RS	2012
(Re) construção de Conhecimentos dos Alunos da Educação de Jovens e Adultos por meio do Educar pela Pesquisa	Thelma Duarte Delgado Brandolt	Dissertação	PUCRS/RS	2013
Educar pela Pesquisa em Ciências na Prática de Pesquisa no PPGEDUCEM/PUCRS: revisão de dissertações com olhar epistemológico	Adriana Chilante de Paula	Dissertação	PUCRS/RS	2014
Ensino de Ciências por Investigação: Desafios e Possibilidades para Professores de Ciências	Glauber Oliveira Rocha	Dissertação	UEG/GO	2017
Problemática e reconhecimento de teorias e práticas de professores em formação para o ensino de ciências com foco no Educar pela Pesquisa	Janice Silvana Novakowski Kierepka	Dissertação	URN/RS	2017

Título	Autor	Produção	Instituição/ estado	Ano
A Pesquisa como Princípio Educativo no Ensino de Ciências: concepções e práticas em contextos brasileiros	Fabiana Pauletti	Tese	PUCRS/RS	2018
O Ensino por investigação criando possibilidades para os professores de Ciências e Biologia em formação inicial a partir da pesquisa-ação	Fernanda Cabral Nascimento de Abreu	Dissertação	UEG/GO	2021
Educar pela Pesquisa: possibilidades de educação em saúde com alunos do oitavo ano em Cachoeirinha, RS	Greiciane Grubert da Silva	Dissertação	ULBRA/RS	2021

Fonte: Dados de pesquisa (2023).

Para explicitar o que está contemplado e sua associação aos temas dessa revisão, detalharemos a seguir cada um dos estudos, destacando em forma de resumo os aspectos significativos. Dentre esses aspectos selecionamos para mencionar: objetivos, problema, público-alvo, metodologia para produção dos dados e resultados alcançados na pesquisa.

A escrita a seguir contempla um amplo e minucioso estudo das dissertações e teses selecionadas para esta revisão e que serve de subsídio para o trabalho em desenvolvimento na tese. Para esse relato, é preciso considerar a preservação da autoria textual de cada trabalho, de modo que o que transcrevemos refere-se ao apresentado pelo seu autor.

O primeiro estudo, sob o título *O papel da experimentação no ensino pela pesquisa em Física* tem como objetivos: a) compreender o papel da experimentação no ensino pela pesquisa em Física; b) Desenvolver atividades que apresentem características de educação pela pesquisa no âmbito escolar. O autor destaca como problema a necessidade de romper com práticas metodológicas de ensino vigentes e fortemente arraigadas na educação de nosso País, como o atual entendimento dos professores sobre o que vem a ser uma aula, que percebem esse espaço como um momento de aprendizagem por meio de resolução de exercícios simplificados e fundamentada, infelizmente, em muitos casos, no mero treinamento por meio da cópia ou repetição. A outra, associa-se à utilização equivocada, também por parte dos educadores, das atividades experimentais no contexto escolar, apresentando aos alunos práticas meramente demonstrativas ou que transmitem a ideia de teorias prontas, acabadas e, portanto, *verdadeiras*.

O trabalho contempla o desenvolvimento de atividades práticas, relacionadas ao tema energia, conservação e suas transformações, com um grupo de alunos do ensino médio, em uma escola pública. Enfatiza que o educar pela pesquisa sugere a experimentação de cunho investigativo, onde não existem resultados definitivos ou respostas prontas. A experimentação nesse contexto não pode ser confundida com demonstração, pois experimentar, nessa metodologia, necessita de alunos atores durante o processo educativo, não de “espectadores”.

Assumindo esse perfil com cunho investigativo, as atividades experimentais viabilizam o relacionamento entre o teórico e o empírico, contribuindo para uma melhor assimilação de conhecimentos dos simbolismos adotados pelas ciências. Pesquisa, prática, teoria e satisfação são fatores que caminham aliados na educação pela pesquisa, portanto, ligados de forma inseparável. O autor entende que com a realização de atividades experimentais num ambiente permeado de investigação, pesquisa e valorização dos conhecimentos prévios dos alunos torna-se possível atingir melhores resultados na aprendizagem. Por fim, os relatos dos alunos (que obtiveram resultados significativos em termos de aprendizagem) estão localizados no término do projeto e deixam claro que as aulas nas quais foram aplicados os pressupostos da educação pela pesquisa (neste caso o âmbito do ensino médio) obtiveram êxito frente a seus objetivos.

A investigação *O Educar pela Pesquisa e a Aprendizagem Significativa Crítica: uma união a favor do aluno na construção da autonomia e de conhecimentos* tem como objetivo compreender como uma proposta metodológica, para o ensino de Anatomia e Fisiologia Humana pode proporcionar (re)construção de conhecimentos, ocasionando uma maior autonomia na aprendizagem dos alunos do Curso Técnico de Enfermagem. Esta pesquisa foi realizada em ambiente escolar, por meio de contato direto da pesquisadora com os sujeitos da pesquisa. A abordagem metodológica desta pesquisa é identificada como qualitativa, descritiva, investigativa e interpretativa, sem pretensão de generalização. Os dados analisados foram coletados por meio de diários de campo e de gravações em áudio.

A autora relata a importância de o professor ser agente motivador dos alunos para alcançarem melhor aprendizagem, enfatizando que o professor é o responsável por instigar o estudante a construir determinado conhecimento. A base deste processo, segundo a autora, é a disposição do educando em aceitar, colaborar no processo de edificação resultando em aprendizagem significativa. Na análise dos dados, a autora comenta que os alunos acostumados com aulas expositivas se acomodam, é como se o conhecimento viesse “pronto”, não ocorrendo o prazer da construção. O profissional da educação, nessa compreensão, oferece o conteúdo como se fosse um produto acabado. No texto, a autora focaliza que as atividades propostas permitem ao estudante pesquisar dados, analisá-los e, a partir deles, elaborar significados para seu aprendizado e fazer comunicações permanentes aos colegas. Essas comunicações aconteceram em situações diversas: no incentivo a grupos de estudos; na solicitação ao aluno que se encontrava mais avançado para sentar-se junto ao que estava com dificuldades; no pedido para alguém da turma explicar algo que algum colega não tivesse entendido.

A proposta central do estudo estava em despertar nos alunos a aprendizagem por meio da investigação. O estudo ressalta que aos poucos os alunos foram compreendendo que a

pesquisa mostra um mundo inacabado que está lá para ser aprendido, pois ao procurarem um tema, liam sobre outros, aumentavam o vocabulário, corrigiam os seus erros de escrita e pronúncia. Segundo a professora, alguns estudantes antes das atividades nem sabiam o que era um índice ou um sumário de um livro. O estudo, fez um alerta aos professores que é necessário que as atividades realizadas nas salas de aula sejam mais ativas e produtivas, visto que o quadro e giz, usado diariamente, e livro didático, adotado como verdade única, estreitam os conhecimentos adquiridos pelos estudantes.

Por fim, o estudo faz um destaque sobre o uso das tecnologias nas escolas, afirmando que professores e alunos devem se ajustar às demandas tecnológicas educacionais, pois o mundo do trabalho requer um trabalhador com competências, com experiência e com conhecimento, o que aumenta o campo de oportunidades. Após a realização desse estudo, a autora concluiu que: há necessidade urgente de mudança da prática docente; de forma prática utilizar-se dos benefícios do uso da pesquisa em sala de aula é ação que deve fazer parte da rotina educacional; a leitura, essencial para a pesquisa sobre qualquer assunto, conduz a produzir e assimilar uma cadeia de saberes sucessivos. Ao professor torna-se imprescindível a leitura do material de pesquisa obtido pelo aluno, dessa forma, irá verificar se houve sobreposição de fontes bibliográficas e outros critérios elementares. Em consequência ocorre o retorno ao aluno, sendo primordial. O docente também precisa conhecer a bibliografia utilizada pelo estudante e a opinião dos autores adotados.

Por sua vez, a pesquisa intitulada *O Ensino de Ciências e a Pesquisa em Sala de Aula na perspectiva de Pais e Alunos* traz como objetivo central buscar compreender como pais e alunos podem participar da Educação em Ciências em uma perspectiva avaliativa - colaborativa. Para que esses objetivos fossem atingidos, a pesquisa utilizou como instrumento de coleta de dados um questionário, aplicado aos pais e grupos focais (um com pais e outro com alunos). Esta dissertação buscou respostas para o seguinte problema de pesquisa: *Como o diálogo com pais e alunos pode contribuir para melhorar a prática da Educação em Ciências em sala de aula?* A pesquisa foi qualitativa e os sujeitos investigados foram vinte e dois alunos de escolas municipais de Guaíba, cidade do Rio Grande do Sul e sessenta pais de alunos das respectivas escolas. Os sujeitos foram questionados sobre e como eles percebem a Educação em Ciências e como avaliam a prática metodológica do Educar pela Pesquisa em sala de aula.

A pesquisadora relata que a ideia deste procedimento educacional não é transferir as competências da escola para os pais, nem vice-versa. No seu entender, a proposta de dialogar com os pais, além de auxiliar na caracterização dos sujeitos (alunos), pode também trazer benefícios e melhorias para o ensino. Finaliza sua análise dos resultados considerando que

dialogar com pais e alunos possibilita avaliar práticas inovadoras além de estabelecer modelos de aulas interessantes. Com isso, contata-se que ao contextualizar o ensino de Ciências, conhecer as vivências sociais dos sujeitos tendo por elo o diálogo com os pais, permite conhecer mais os alunos e fazer uma aproximação com a sociedade, já que nela está o principal elemento de todas as ações: o aluno.

Para concluir o estudo desta dissertação destacamos a análise da última questão de pesquisa: *Como pais e alunos analisam a prática da pesquisa em sala de aula?* Os resultados obtidos no estudo, possibilitam inferir que pais e alunos aprovaram a abordagem metodológica do Educar pela Pesquisa. Os alunos analisaram que trabalhar com pesquisa em sala de aula contribui para que eles tenham maior interesse e envolvimento com o conteúdo estudado e, ainda, indicaram que a pesquisa colabora com a autonomia deles em relação a escolher o que se quer estudar. Os pais ponderaram que, a partir da pesquisa em sala de aula, é possível realizar um estudo mais aprofundado e menos generalizado e que o método gera motivação nas aulas de Ciências. Esta motivação foi justificada pelos pais considerando que os alunos estudaram o que selecionaram e não algo que lhes é imposto.

O quarto estudo com o título *(Re) construção de Conhecimentos dos Alunos da Educação de Jovens e Adultos por meio do Educar pela Pesquisa*, teve como objetivos os seguintes: 1) identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre saúde e, mais especificamente, sobre leishmaniose visceral; 2) criar situações de ensino que questionassem e problematizassem esses conhecimentos prévios; 3) desenvolver instrumentos para acompanhar o processo de (re) construção dos conhecimentos pelos alunos de EJA, 4) identificar os conhecimentos dos alunos após o desenvolvimento das atividades propostas. A questão norteadora da pesquisa foi: *Quais as contribuições da prática do Educar pela Pesquisa para a (re) construção dos conhecimentos dos alunos da EJA em relação à saúde e, mais especificamente, à leishmaniose visceral?*

Esta pesquisa foi desenvolvida, sob forma de um estudo de caso, com estudantes de uma turma da Etapa VIII em uma escola estadual da fronteira oeste do Rio Grande do Sul. As situações de ensino propostas foram planejadas considerando a pesquisa como princípio educativo e seus momentos de questionamento, construção de argumentos e comunicação. A autora da pesquisa destacou que a complexificação dos conteúdos conceituais, por meio da manifestação dos conhecimentos prévios e aproximação dos conteúdos escolares e científicos, é uma das contribuições da prática docente organizada em consonância com os princípios do Educar pela Pesquisa para a (re)construção dos conhecimentos dos alunos jovens e adultos.

Sendo assim, a pesquisadora por meio dos dados coletados e analisados, infere que: os conteúdos procedimentais tornaram-se muito mais do que formas de viabilizar a aprendizagem de conceitos e atitudes, envolvendo uma aprendizagem que se estende por outras; muito além da definição do conteúdo procedimental a ser desenvolvido, ou seja, da escolha da habilidade que se quer trabalhar, sua forma de condução foi um fator diferencial importante nas construções e reconstruções obtidas. Por fim, ao final dessa investigação chegou-se ao entendimento de que o trabalho desenvolvido em consonância com o Educar pela Pesquisa na EJA é uma possibilidade de qualificação da prática docente, particularmente interessante nesse segmento que é bastante diferenciada e requer atenção às peculiaridades de seus educandos.

A pesquisa intitulada *Educar pela Pesquisa em Ciências na Prática de Pesquisa no PPGEDUCEM/PUCRS: revisão de dissertações com olhar epistemológico* teve como foco um estudo que configura-se como exploratório, de caráter qualitativo, envolvendo uma pesquisa documental, na qual os dados foram produzidos por meio da análise de nove dissertações defendidas no PPGEDUCEM entre os anos de 2008 a 2011. Essas dissertações, segundo a autora, trataram da educação em Ciências, com a realização de atividades didáticas utilizando o Educar pela Pesquisa como princípio educativo que as embasou. O objetivo geral do estudo foi o de compreender sob os pontos de vista metodológico e epistemológico como o princípio do Educar pela Pesquisa é levado à prática nas pesquisas de mestrado do PPGEDUCEM/PUCRS na Área de Ciências. O problema de pesquisa que guiou o estudo foi: *Como o princípio do Educar pela Pesquisa é levado à prática nas atividades de pesquisa realizadas no PPGEDUCEM/PUCRS na área de Ciências dos pontos de vista metodológico e epistemológico?*

A partir da análise das dissertações a autora enfatiza que o Educar pela Pesquisa é uma metodologia que não tem receitas prontas e possui quatro pressupostos fundamentais e necessários, desenvolvidos por Pedro Demo. O primeiro leva em conta que a educação escolar e acadêmica é o *locus* natural da pesquisa e que a educação formal se faz pela pesquisa; segundo, que o “questionamento reconstrutivo” (Demo, 2011, p. 7); terceiro, que é necessário que professores e alunos façam da pesquisa uma atitude cotidiana; e, por último, que a educação é o processo que forma a competência histórica humana. Nos trabalhos que a autora explorou, foi identificado que o Educar pela Pesquisa é um princípio educativo geral que defende a prática de pesquisa em sala de aula, por alunos e professores, a partir do questionamento reconstrutivo com qualidade formal e política. Demo (2011), na busca de uma educação escolar emancipatória, promotora da autonomia e da formação cidadã. Os estudos enfatizam a colaboração de Moraes, Galiazzi e Ramos (2004), na fundamentação do Educar pela Pesquisa,

como uma abordagem epistemológica e metodológica e que propõem a aplicação em sala de aula por etapas ou momentos que compõem um ciclo dialético na construção do conhecimento contextualizado e de interesse para o aluno. Este ciclo se expande em uma espiral de questionamento, construção de argumentos e comunicação do conhecimento construído para ser, novamente, questionado, iniciando um novo ciclo da espiral, no qual o aluno é autor em todas as etapas.

O estudo *Ensino de Ciências por Investigação: desafios e possibilidades para professores de Ciências* é uma pesquisa qualitativa escrita em formato de artigos. O objetivo geral do trabalho foi o de identificar os desafios e as possibilidades de desenvolver atividades investigativas no Ensino Fundamental da Rede Municipal de Ensino de Anápolis, GO, além de compreender as dificuldades que os professores e os alunos apresentam ao desenvolver essa abordagem investigativa no ensino de Ciências. O autor elaborou um questionário estruturado com questões objetivas e discursivas. Participaram no estudo 27 professores de Ciências do Ensino Fundamental da Rede Municipal de Ensino de Anápolis. O autor da pesquisa relata que os resultados obtidos a partir da análise dos dados do questionário respondido pelos professores da Rede Municipal de Ensino de Anápolis, revelaram que os docentes, em sua maioria, não conhecem e não desenvolvem atividades investigativas em suas práticas pedagógicas. Os principais motivos apresentados por eles foram: a falta de conhecimento da abordagem; a ausência do ensino por investigação na formação inicial e continuada; indisciplina e salas lotadas. O estudo culminou com a apresentação de um livreto elaborado pelo autor contendo atividades que sugerem o ensino por investigação para ser aplicado numa turma de 7º ano do Ensino Fundamental.

A investigação *Problematização e reconhecimento de teorias e práticas de professores em formação para o ensino de Ciências com foco no Educar pela Pesquisa* é orientada pela seguinte pergunta: quais fatores favorecem ou limitam o ensinar Ciências por meio do Educar pela Pesquisa e, particularmente, quanto a processos de problematização no ensino? O objetivo desta investigação foi de identificar limites e possibilidades do Educar pela Pesquisa, particularmente, quanto à problematização de teorias e práticas, na visão de estudantes e professores participantes do Projeto inserido no Programa de Iniciação em Ciências, Matemática, Engenharias, Tecnologias (PICMEL). A metodologia utilizada na realização da pesquisa foi qualitativa e desenvolvida em uma escola do município de Guarani das Missões, RS. As professoras supervisoras do programa também participam nos Ciclos Formativos em Ensino de Ciências, do Grupo de Estudos e Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática (GEPECIEM), da UFFS, Campus Cerro Largo, RS. Foram realizados encontros semanais com

gravações e entrevistas para a análise dos dados adotando a abordagem histórico-cultural como referencial teórico.

A autora justificou a escolha da formação de professores na perspectiva da investigação-ação, considerando que essa abordagem tem como finalidade a formação de professores autônomos, críticos e reflexivos, tornando o processo de formação eficiente na transformação da prática em sala de aula. A autora continua mencionando que entende que para formar alunos pesquisadores na perspectiva do Educar pela Pesquisa é importante que o professor em sua ação pedagógica seja reflexivo, criativo e crítico para formar um aluno reconstrutor de conhecimento e que também saiba comunicar os resultados das construções. A pesquisadora ressalta que:

As reflexões empreendidas nesta dissertação nos permitem reafirmar o pressuposto de que a problematização da prática e teorias possibilitam o reconhecimento e enfrentamento de problemas da própria prática docente, que é um processo necessário para a transformação positiva constante das ações docentes e que incidem também em revisões nas teorias que guiam a prática (Kierepka, 2017, p. 138).

A tese, *A Pesquisa como Princípio Educativo no Ensino de Ciências: concepções e práticas em contextos brasileiros*. O problema a ser investigado pela autora desta tese foi descobrir as concepções metodológicas por meio da pesquisa no Ensino de Ciências do Brasil na Educação básica. O objetivo geral que guiou a pesquisa foi compreender a pesquisa como princípio educativo no ensino de Ciências na Educação Básica em contextos brasileiros. A pesquisa foi elaborada de forma teórica com abordagem qualitativa e metodologia que consiste na Revisão Sistemática de Literatura (RSL). A autora deste trabalho identificou pesquisadores doutores brasileiros, com pelo menos duas produções, no período de 2000 a 2015 envolvidos com o Educar pela Pesquisa e a sala de aula com Ensino por Investigação.

A autora pesquisou obras de diversos pesquisadores no sentido de compreender os pressupostos do Educar pela Pesquisa associado ao Ensino por Investigação. Com relação ao primeiro a autora enfatiza que a base tem sido a obra de Pedro Demo com seus quatro pilares; com relação ao último, a predominância está no ensino por investigação proposto por Carvalho (2013), envolvendo os três eixos centrais: a) problema; b) sistematização do conhecimento; e, c) escrever ou desenhar. Segue a autora mencionando que, os estudantes organizados em pequenos grupos necessitam tentar resolver o problema inicial a partir da discussão com os colegas do seu grupo, com base nas orientações do professor. Por fim, a pesquisa mostra que o Educar pela Pesquisa predomina nos pesquisadores da região sul, principalmente do estado do Rio Grande do Sul a partir dos estudos realizados por Maria do Carmo Galiuzzi e Roque Moraes; e o Ensino por Investigação tem sido proposto por pesquisadores da região sudeste do

país tendo como principal proponente a professora Anna Maria Pessoa de Carvalho. E, neste sentido, a autora faz um destaque especial sobre a importância do livro e seu uso pelos professores: “Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula”, publicado em 2013. Enfatiza numa citação sobre o objetivo do livro: “[...] dar visibilidade para questões importantes e atuais, relacionadas ao ensino-aprendizagem de Ciências por investigação, de modo a auxiliar professores do Ensino Fundamental a aprimorar seus conhecimentos sobre esse tema” (Carvalho, 2013, p. VII).

A dissertação *O Ensino por investigação criando possibilidades para os professores de Ciências e Biologia em formação inicial a partir da pesquisa – ação*, a pesquisadora estabeleceu o objetivo de realizar uma formação complementar sobre o Ensino por Investigação que favoreça a reflexão sobre a ação a partir de experiências vivenciadas com os alunos do curso de licenciatura em Ciências Biológicas, da Universidade Estadual de Goiás, Campus Central – Sede, Anápolis, na disciplina de Orientação de Prática de Ensino de Ciências I e II e Estágio Supervisionado, especificamente com a turma que estava cursando o 5º período (2019/2) e o 6º período (2020/1 e 2020/2). Foi uma pesquisa de abordagem qualitativa de cunho analítico, descritivo e bibliográfico. Participaram da pesquisa como amostra 16 alunos (9 do sexo feminino e 7 do sexo masculino), com faixa etária entre 19 e 30 anos. A autora explica que devido a pandemia por SarsCov2, a coleta de dados se deu também de forma remota.

Os instrumentos utilizados pela pesquisadora na pesquisa para coletar os dados foram: Análise do Projeto Pedagógico do curso de Ciências Biológicas (PPC), da Universidade Estadual de Goiás, Campus Anápolis; observação participante; aplicação de questionário; e, entrevista em grupo focal. Os materiais produzidos pelos participantes da pesquisa como os registros escritos também serviram para coleta de informações. A autora fez também gravações e transcrições dos dados coletados. O Quadro 3 apresenta a forma como a autora organizou os encontros.

Quadro 3 - Organização dos encontros da intervenção

Organização dos encontros da intervenção Encontro	Carga horária	Local / Via
1º: Concepções prévias e Problemáticação.	2 horas	Aplicativo Google Meet.
2º: Fundamentação teórica sobre o Ensino por Investigação	3 horas	Aplicativo Google Meet.
3º: Apresentação de uma aula com abordagem investigativa	2 horas	Aplicativo Google Meet e uso do Google Forms.
4º: Sistematização individual do conhecimento	2 horas	Livre e uso do grupo do whatsapp e email.
5º: Apresentação dos planejamentos elaborados e avaliação da formação.	3 horas	Aplicativo Google Meet.

Fonte: Autor (2021).

Ao analisar os dados produzidos a autora descreveu que as maiores dificuldades citadas pelos licenciandos são a formação do futuro professor quanto à prática pedagógica, correspondendo a 44% (n=7), o que reforça o fato de exibirem dificuldades em realizar a transposição didática (n=5), ou seja, como ensinar o conteúdo para os estudantes da educação básica; destacaram que aproximadamente 31% (n=5) dos entrevistados consideram que para ser um bom professor na sociedade atual, é necessário saber diferentes metodologias; 19% (n=3) citaram conseguir se adaptar às diferentes situações quanto às propostas de ensino e a falta de condições de trabalho, como turma com grandes quantidades de alunos, falta de recursos e material; 13% (n=2) mencionaram saber lidar com diferentes tipos de alunos, expressando o sentido de diferentes modos de aprendizagem. Com relação ao professor, os entrevistados, mencionam que este deve saber o conteúdo, no sentido de ser o detentor de todo conhecimento e estar preparado para repassar esse conteúdo. A autora faz importantes colocações e citações após cada questão respondida e analisada. Com isso, Abreu (2021, p. 71) apresenta uma sustentação teórica de seu trabalho de pesquisa, tal como: “O papel do professor está muito além de saber conteúdos e dominar metodologias de ensino”. Enfim, a pesquisa revelou aspectos importantes em relação à formação e atuação profissional de novos professores. e, ainda, conclui que “sabemos que não se pode separar qualidade de ensino de Ciências e formação de professores de Ciências, pois são questões que estão intimamente ligadas” (Abreu, 2021, p. 81). Com isso temos que a “formação teórica e prática do professor poderão contribuir para melhorar a qualidade do ensino se ocorrer de forma continuada” (Abreu, 2021, p. 81).

Com resultado final a autora faz a seguinte constatação na coleta geral dos dados de sua extensa pesquisa:

Diante dos resultados, a formação realizada apresentou contribuições significativas ao constatar que houve mudanças de concepções nos licenciandos sobre o ensino, despertando neles o interesse em conhecer mais sobre a abordagem investigativa, ampliou a visão sobre a prática docente, estimulou a reflexão sobre o papel do professor e motivou a enfrentar as inovações e mudanças no ensino. Ao final da formação, percebem-se fragilidades referentes ao embasamento teórico, à resistência na mudança da prática, dificuldades na elaboração do planejamento, o que demonstra que é necessária uma formação inicial desde o início do curso voltada a dar condições de autonomia e reflexão aliados ao contato com a docência, pois necessitam de experimentação, de vivência com a dinâmica e flexibilidade que exige o contexto da sala de aula (Abreu, 2021, p. 149).

Por fim, a dissertação intitulada *Educar pela Pesquisa: possibilidades de educação em saúde com alunos do oitavo ano em Cachoeirinha, RS*, apresentou o seguinte problema de pesquisa: Quais são as contribuições do Educar pela Pesquisa relacionados com os sistemas do corpo humano como estratégia de ensino articulando tabagismo, qualidade de vida e estudos

populacionais com estudantes do ensino fundamental? O objetivo anunciado foi o de investigar a contribuição do Educar pela Pesquisa relacionados com os sistemas do corpo humano como estratégia de ensino articulando tabagismo, qualidade de vida e estudos populacionais com estudantes do ensino fundamental.

A metodologia de pesquisa foi subdividida em quatro partes: 1) caracterização da pesquisa e escolhas metodológicas; 2) área de estudo, ressaltando aspectos relacionados à instituição onde foi realizada e a disciplina de ciências; 3) delineamento metodológico e 4) instrumentos de coleta e análise dos dados. A pesquisa foi desenvolvida no município de Cachoeirinha, RS com a participação de 79 alunos do ensino fundamental com idades compreendidas entre 13 e 15 anos de uma escola privada. Quando os alunos foram perguntados sobre a relevância em fazer pesquisas e investigações por disciplinas, a maioria dos alunos respondeu que tal valor tem relação direta com as aulas de Ciências da Natureza. A pesquisadora constatou que após a intervenção (aplicação das atividades) por meio do Ensino por Investigação os alunos ampliaram a compreensão sobre os assuntos e conteúdos estudados em Ciências, entre eles, saúde e qualidade de vida, além de perceberem a importância da utilização de fontes confiáveis para a realização das atividades de pesquisa. Assim sendo, a autora deste trabalho compreende que o Educar pela Pesquisa habilita os alunos a serem sujeitos críticos, reflexivos e sujeitos com capacidade de ler informações e compreender melhor o mundo em que vivem.

O relato realizado aqui nos possibilita elucidar as discussões desenvolvidas, entendendo a problematização das pesquisas, os objetivos propostos, a metodologia empregada e os resultados alcançados. A análise dos dados deste estudo nos ajuda a identificar as categorizações com mais expressividade das pesquisas que escolhemos.

3.3 Análise dos estudos

Como forma de proceder a análise nos estudos investigados e relatados na seção anterior, apresentamos sua categorização tendo por referência o lugar da produção científica (estado federativo), o nível de instrução, tópicos abrangidos e abordagem da pesquisa, as palavras-chave e, ao final uma explanação sobre a compreensão das conexões teóricas entre os trabalhos analisados e o tema da presente tese.

3.3.1 Estados federativos

Entre as dez pesquisas escolhidas para este estudo, oito (80%) estão localizadas no estado do Rio Grande do Sul e duas no Estado de Goiás. A PUCRS é uma das instituições de Ensino Superior Pioneiras do Educar pela Pesquisa especialmente considerando os trabalhos realizados pelos doutores Roque Moraes e Maria do Carmo Galiazzi. O significativo número de programas de pós-graduação existentes na região sul e sudeste do país contribuem para que essa abordagem didática e seus pressupostos teóricos sejam difundidos, o que pode estar reverberando na melhoria do ensino. A nível nacional observa-se esse crescente número de programas de pós-graduação e também uma sensível melhoria nos resultados do PISA, muito embora não se possa estabelecer essa relação direta. Além disso, essa sensível melhora ainda não é suficiente para corrigir índices alarmantes no país como os provenientes dos resultados da prova do PISA de 2018. Esses resultados mostram que 68,1 % dos estudantes brasileiros com 15 anos de idade, não possuem nível básico de Matemática, em Ciências 55 % e Leitura 50 %, considerado insuficiente para a inserção no exercício da cidadania. o exercício pleno da cidadania. A região sul destaca-se entre os seis melhores resultados a nível de Brasil, sendo assim, um dos motivos pode ser o grande número de estudos e pesquisas relacionadas à investigação e pesquisas científicas no campo de Ciências da Natureza e Exatas.

3.3.2 Nível de instrução, tópicos abrangidos e abordagem da pesquisa

Na questão nível escolar, 30% das produções analisadas representavam atividades aplicadas com alunos do Ensino Fundamental e destas 10% envolvem a participação dos pais; 30% foram atividades voltadas ao Ensino Médio; 20% correspondem a formação de professores nos cursos de licenciaturas; e, 20% foram estudos de revisões relacionadas a aplicação do Educar pela Pesquisa (EPP), Ensino por Investigação (EI) e Ensino de Ciências (EC) em todo contexto educativo. Dos dez trabalhos revisados, constatamos que 50% regem exclusivamente o EPP; 10% o EI; 10% EPP com EI; 10% contemplam o EPP, EI e EC; 10% EI com EC; e 10% é uma revisão de nove dissertações que tratam do estudo epistemológico do EPP e EI aplicados a nível de Brasil. Em relação ao tipo de pesquisa constatamos que 80% são exclusivamente qualitativas, 10% qualitativa com pesquisa - ação e 10% pesquisa documental com abordagem qualitativa. Na maioria das pesquisas, os instrumentos mais utilizados na coleta e produção de dados foram entrevistas, questionários, diagnósticos documentais. O tratamento dos dados que predominou foi o da Análise de Conteúdos e a Análise Textual Discursiva.

3.3.3 Palavras-Chave

Outra análise importante que serve de parâmetro é a utilização de palavras – chave que aparecem destacadas nas pesquisas revisadas. Nelas encontramos as principais concepções dos autores em relação ao tema EPP e EI no ensino de Ciências. O Quadro 4 apresenta as palavras-chave utilizadas nos estudos analisados.

Quadro 4 - Palavras-chave presente nos estudos investigados

Palavra – chave	Número de vezes que foi citada
Educar pela Pesquisa	7
Investigação	7
Experimentação	2
Conhecimento científico	3
Argumentar	2
Educação em Ciências	2
Atividades práticas	1
Alfabetização científica	1
Cultura científica	1
Construção de conhecimentos	1
Reconstrução de conhecimentos	1
Autonomia	1
Questionamento reconstrutivo	2
Tecnologias	1
Resolução de problemas	1

Fontes: Autor (2023).

O quadro evidencia o uso frequente das palavras-chave do “Educar pela Pesquisa” e “Investigação” em praticamente o total das pesquisas analisadas. Entre os autores mais citados estão Pedro Demo, Roque Moraes, Maria do Carmo Galiuzzi e Anna Maria Pessoa de Carvalho, o que pode ser justificado por serem os pioneiros nesses estudos. Pedro Demo (2000, p. 26) menciona a importância do Educar Pela Pesquisa associado ao Ensino por Investigação, ao trazer que:

O aluno aprende reconstruindo o conhecimento com a mão própria, ora de maneira individual, ora de maneira coletiva. Precisa ter a chance de errar, de discutir, de testar, de achar soluções próprias, de divergir e de argumentar. A aula tradicional reprodutiva é feita para evitar tudo isso, em vez de inspirar isso.

O propósito do trabalho de pesquisa em sala de aula é um processo de ensino em que professor e aluno articulam-se num movimento de buscar e elaborar conhecimento por meio de investigação, criação de argumentos e comunicação dos resultados no contexto escolar e da sociedade.

3.3.4 Conexões teóricas entre os trabalhos investigados e a presente tese

Os estudos analisados apontam para a necessidade de introduzir no ensino de Ciências novas práticas que possibilitem aos professores e alunos tornarem-se sujeitos autores de conhecimentos. Os autores das pesquisas propõem atividades teóricas e práticas que podem auxiliar os professores na qualificação de sua ação pedagógica, superando as aulas puramente expositivas que tornam professores e alunos acríticos. Acreditam, ainda, que o EPP e o EI podem ser uma alternativa de ensino capaz de tornar o aluno um sujeito pesquisador, autor de conhecimentos, participativo, crítico e reconstrutor de conhecimentos científicos. Para tanto o aluno precisa sair da posição de mero receptor de conhecimentos prontos e acabados, caminhando para sua edificação como sujeito argumentador e parceiro dos trabalhos didáticos propostos pelo professor. Neste sentido, Sasseron (2022, p. 47) ressalta que: “Para que a argumentação de fato ocorra em sala de aula, o professor precisa promover a investigação por meio de problemas a serem resolvidos”. Tanto o EPP como o EI tem como princípio básico a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos, sendo assim, o ponto de partida para a resolução de situações-problemas propostos a serem investigados.

A pesquisadora Paula (2014, p. 94-95) que faz parte desta revisão de estudos, comenta que é primordial no EPP como ponto de partida, é o valorizar as perguntas elaboradas pelos alunos: “a pesquisa em sala de aula tem como objetivo propiciar aos educandos o envolvimento num processo de perguntar e responder, de construir desafios e procurar soluções para os questionamentos”. O EPP e o EI cooperam na qualificação do ensino de Ciências, contribuindo na alfabetização científica dos alunos. É significativo o fato que o termo “reconstrução de conhecimento” tem sido utilizado com frequência no contexto da educação pela pesquisa. Frison (2002, p. 147) enfatiza: “Assim, um dos princípios do educar pela pesquisa inclui utilizar o que já está construído, reconstruindo de forma pessoal e criativa”.

3.4 Análise de produtos educacionais

Os mestrados e doutorados profissionais exigem que as dissertações e tese sejam acompanhadas de um produto educacional ou produto técnico-tecnológico, segundo a Capes. Essa produção pode ser por um material didático de apoio às aulas na forma de objeto de aprendizagem, pequeno livro, cartilha, sequência didática, software ou outro, visando contribuir na ação pedagógica de professores da Educação Básica ou Ensino Superior. A principal característica de um produto educacional é aproximar-se da sala de aula com aplicação na

diversidade de circunstâncias das diferentes realidades da educação brasileira. Este material precisa ser inspirador e instigador para que os professores façam uso dele como material de apoio às suas aulas.

Os produtos educacionais são disponibilizados em repositórios de livre acesso e que possibilitam a sua disseminação e divulgação entre os professores. Neste sentido, destacamos que nossa busca foi em um desses repositórios – EduCapes (portal que abriga uma vasta gama de materiais de pesquisa, artigos, produtos educacionais, teses, dissertações, livros) e também em sites de alguns dos programas de pós-graduação profissionais da área de Ensino, a fim de identificar aqueles que estivessem próximo do tema da nossa pesquisa. Após fazer essa busca, identificamos alguns produtos que estavam associados ao Ensino por Investigação em Ciências da Natureza. Desses trabalhos, selecionamos três para apresentar na continuidade (Quadro 5).

Quadro 5 - Produtos educacionais sobre o Ensino por investigação

Produtos educacionais e autores	Instituição	Ano
Sequência didática com o tema: A Física no parque de diversão: sequência de ensino por investigação na construção dos conhecimentos científicos relacionados às Leis de Newton. Autores: Ieda Cristina Martins e Marco Antônio Sandini Trentin	UPF - Passo Fundo	2023
Sequência didática com o tema: Experimentos de eletroquímica ambiental: atividades investigativas no ensino de química. Autores: Gilson José Cavalcante dos Santos Júnior, Kátia Cristina Silva de Freitas e Sandra Rodrigues de Souza	UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco - Recife	2020
Livreto com o tema: Todo dia é dia de Ciência: experimentos investigativos. Autores: Glauber Oliveira Rocha, Mirley Luciene dos Santos e Juliana Simião-Ferreira	UEG - Anápolis- Goiás	2017

Fonte: Autor (2023).

O primeiro produto educacional, sob o título: *A física no parque de diversão: sequência de ensino por investigação na construção dos conhecimentos científicos relacionados às Leis de Newton*, é uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) com fundamentação teórica no Ensino por Investigação trazido pela pesquisadora Anna Maria Pessoa de Carvalho. Essa sequência foi elaborada para ser aplicada com os alunos do nono ano do Ensino Os autores demonstram preocupação com os problemas que o ensino de Física enfrenta pela falta de relação entre os conhecimentos científicos escolares e a vida cotidiana dos estudantes e com isso busca propor uma alternativa que mostre a eles essa relação. Com seu trabalho ela apresenta uma possibilidade para professores de Física enaltecere a importância de criar situações em sala de aula para que os alunos percebam a importância em aprendê-los.

No produto educacional, Martins e Trentin (2023) expressam um entendimento de que as atividades investigativas, teóricas e experimentais possibilitam aos alunos desenvolver

conhecimento sobre pesquisa. Segue ela mencionando que, o ensino por investigação torna o ambiente de sala de aula propício para que os alunos interajam entre si e com o objeto do conhecimento e o professor desempenha papel de mediador do processo de construção do conhecimento científico.

Como reflexão a partir da aplicação de suas atividades investigativas, especialmente no momento em que os estudantes foram a um parque de diversão observar como os fenômenos ocorrem, os autores enfatizam a importância de que o professor mude seu fazer pedagógico, desenvolvendo atividades que aguçam o senso de curiosidade dos alunos, e para isso a SEI pode se mostrar uma alternativa. As aulas puramente expositivas nesse cenário são substituídas por aulas que têm os alunos como parceiros de trabalho na construção de experimentos, na busca de materiais em literaturas, na criação e análise de hipóteses, no ato de observar, na coleta de dados, na interpretação de informações, na interação aluno-objeto do conhecimento, aluno-aluno e professor – aluno. O objetivo nesse tipo de trabalho fica evidente: tornar todos os envolvidos sujeitos na construção do conhecimento científico.

O segundo produto educacional é uma sequência didática com o tema: *Experimentos de eletroquímica ambiental: atividades investigativas no ensino de química*. O objetivo foi investigar as possíveis contribuições de uma sequência didática com atividades experimentais investigativas, numa perspectiva da educação ambiental na aprendizagem de eletroquímica no Ensino Médio. Além disso, o estudo volta-se a evidenciar que a aprendizagem por experimentação com caráter investigativo pode ocorrer em escolas que não possuem um espaço adequado para as aulas experimentais. Os autores do produto destacam a importância de avaliar o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes à luz dos pressupostos teóricos do Ensino por Investigação.

Essa proposta tem fundamentação teórica nos pressupostos desenvolvidos por Anna Maria Pessoa de Carvalho, mais especificamente no Ensino por Investigação que contempla as seguintes possibilidades de atividades: laboratório aberto, demonstração investigativa, textos históricos, problemas e questões abertas, recursos tecnológicos (Carvalho, 2018). As sequências didáticas partem de situações-problema relacionados ao ensino de eletroquímica, consistindo em seis etapas, quais sejam: avaliação diagnóstica; proposição do problema e definição do grau de liberdade intelectual; resolução do problema pelos estudantes; sistematização dos conhecimentos, momento coletivo; sistematização dos conhecimentos, momento individual; e avaliação.

O último produto educacional é um livreto com o tema: *Todo dia é dia de Ciência: experimentos investigativos*. As atividades desenvolvidas foram aplicadas nas aulas de Ciências

com os alunos do sétimo ano do Ensino Fundamental. Este livreto tem como objetivo auxiliar os professores de Ciências nas atividades experimentais investigativas em sala de aula. Os autores destacam a importância deste material para que os professores possam desenvolver atividades experimentais investigativas em suas práticas pedagógicas de ensino. Percebemos com a leitura do material que as atividades desse livreto possuem um olhar diferenciado favorecendo na melhoria da prática pedagógica dos professores de Ciências e auxiliando no ensino-aprendizagem dos conteúdos.

Os autores ressaltam que as atividades experimentais favorecem a construção do conhecimento científico e a alfabetização científica dos alunos. Ainda, enfatizam o construtivismo como meio que permite a interação dos alunos com o objeto do conhecimento. Essa obra também foi construída com base no modelo desenvolvido por Anna Maria Pessoa de Carvalho e embasado em seus pressupostos teóricos construtivistas. O produto educacional foi elaborado com algumas diferenças em relação ao que a autora propõe, de maneira a apresentar a seguinte estrutura: proposta do problema; levantamento de hipóteses; experimentos – resolução do problema; análise de dados; e sistematização dos conhecimentos; e avaliação – escrita, mapas conceituais e desenho. Os autores fazem um destaque importante do papel do professor como mediador do processo ensino-aprendizagem no decorrer das atividades investigativas e o incentivo para que os alunos desenvolvam o senso de autonomia.

Os produtos educacionais analisados têm fundamentação no Ensino por Investigação como anunciado por Anna Maria Pessoa de Carvalho e acreditamos que eles poderão contribuir na proposta de produto educacional que estamos construindo para essa tese. Os caminhos já trilhados servem de embasamento teórico, auxiliando no desenvolvimento de novas ideias, sempre acrescentando mais possibilidades capazes de qualificar o ensino de Ciências das escolas de nosso país.

4 PRODUTO EDUCACIONAL

O presente capítulo se ocupa de apresentar o percurso de elaboração e estruturação do PE associado a presente tese, de modo a destacar a importância de conhecer as concepções epistemológicas que fundamentam a ação pedagógica em um contexto de sala de aula que aplica o Educar pela Pesquisa. O PE foi construído com embasamento nas práticas pedagógicas que experienciamos no contexto de sala de aula e que produziram resultados satisfatórios na aprendizagem dos conteúdos de Ciências da Natureza. As atividades propostas nele interligam-se com o referencial teórico, e assim, nosso estudo sustenta-se em bases teóricas e metodológicas que permitem a ele discutir sua coerência didática e contribuição para a pesquisa.

4.1 A experiência profissional e os projetos de pesquisa no contexto escolar²⁰

No começo da carreira docente recorri a uma ação pedagógica pautada na transmissão dos conhecimentos e também voltada a uma concepção epistemológica empirista. O ensino de cunho tecnicista deve ter sido a principal metodologia pedagógica praticada pela maioria dos professores em todos os níveis de ensino e áreas do conhecimento ao longo da história da educação brasileira. Esse modelo de ensino ainda está fortemente arraigado nos professores como a principal metodologia para a transmissão dos conteúdos aos alunos, com o propósito de “repassar” o conhecimento, visto como um produto acabado, gerado por meio de um processo técnico, via sentidos, determinados no currículo escolar que geralmente está disponível no livro didático. Nesse modelo de ensino o professor é o protagonista (detentor do conhecimento) e o aluno o objeto passivo do processo educativo, competindo-lhes ficar em silêncio e ouvir as longas e exaustivas exposições de conteúdos, neste sentido, cria-se um contexto pedagógico unilateral que exclui o aluno do processo de reconstrução de conhecimento e pouco estímulo em participar das aulas.

Freire (1996, p. 22) afirma que: [...] “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção”. Com o passar do tempo percebemos que as aulas de Ciências ministradas na concepção empirista de ensino, conduz a um ambiente escolar pouco atrativo, visto que, nessa perspectiva o conhecimento é reconhecido com um produto acabado. Sobre isso Almeida (2002, p. 241) destaca que: “[...] a aula expositiva copiada preocupa-se, unicamente, em transmitir os conhecimentos dos livros”. Os alunos pouco têm a

²⁰ Considerando o caráter pessoal desta seção, voltamos a empregar a primeira pessoa do singular.

contribuir na construção do conhecimento, uma vez que a verdade já está determinada. Sendo assim, a função do professor, sujeito detentor do saber é transmitir com segurança os conceitos previamente classificados como verdadeiros, definidos como verdade absoluta, e, a função dos alunos é ouvir em silêncio, copiar sem intervir, responder questionários, decorar lições, transcrever conceitos científicos e responder as questões das provas. O ensino de Ciências apoiado na concepção que prioriza atividades indutivas como, por exemplo, a simples observação de experimentos com ausência de interação do sujeito com o objeto do conhecimento, não assegura a ocorrência da aprendizagem. Diante disso, é preciso que o professor perceba a necessidade de mudança em sua ação pedagógica, indignar-se, mudar de paradigma, sair da estagnação e passividade, romper com o modelo unidirecional e compreender que a relação ensino-aprendizagem ocorre na interação entre sujeitos, ou seja, bidirecional e dialógica.

A partir das vivências nos cursos formativos e na atuação profissional, inesquecíveis, fui aos poucos, renovando meu fazer pedagógico com inserção de novas maneiras de ensinar. A escola naquela época não dispunha de laboratório de Ciências da Natureza, então, inclui algumas atividades distintas das aulas tradicionais, tais como: utilização do microscópio (encontramos no armário da escola um microscópio que nunca tinha sido utilizado) para observação de células vegetais e animais; realizei com meus alunos experimentos com materiais de sucata como, por exemplo, a construção de eletroímã e de um motor elétrico; dissequei um peixe para observar os órgãos internos; montei lâminas com as partes do peixe para observar o formato das células; visitei uma propriedade que existia uma máquina à vapor que movia uma serraria e observar seu funcionamento; fui a consultório de cardiologia e o médico fez uma explicação sobre os cuidados do coração e demonstrou na prática os exames de medida da pressão arterial e eletrocardiograma; realizei uma aula num bosque para observar pássaros e espécies de árvores; construí um pêndulo simples e com o uso do cronômetro medimos os períodos de oscilação e calculamos o valor aproximado da constante da aceleração da gravidade; ensinei os alunos a medir a temperatura que a água ferve em nossa região e a construir um gráfico demonstrando seu comportamento no decorrer do tempo de aquecimento; construí com eles alguns canteiros, plantamos verduras e os alunos aprenderam sobre a alimentação saudável, entre outras importantes atividades práticas desenvolvidas no decorrer do ano letivo que muito auxiliou na aprendizagem e construção de conhecimentos científicos. No decorrer do ano letivo a direção da escola incentivou a que eu continuasse com a proposta de trabalho, visto que os alunos assumiram o compromisso na realização de todas as atividades.

Com a sequência dos estudos, aprendi sobre as teorias educacionais levando-nos a entender que os fundamentos utilizados nas aulas eram da concepção epistemológica de ensino construtivista. Essa abordagem de natureza epistemológica e pedagógica, era pouco conhecida e difundida na década de 1990 no meio educacional das escolas do estado de Santa Catarina. Nesse sentido, no começo da carreira passamos a entender que ser professor é preciso conhecer, dominar e aplicar novas teorias educacionais que ultrapassam a ideia de ser um simples transmissor, diretivo, do livro didático para o caderno do aluno. A partir daquela experiência didática, desencadeou em minha vida profissional docente um dilema a ser pensado. Era preciso inovar com introdução de novas alternativas de ensino tornando as aulas mais atrativas e significativas com a finalidade de atingir melhores resultados na aprendizagem. Assim sendo, a incógnita a ser resolvida a partir do dilema instaurado nos fez pensar e repensar a introdução de metodologias capazes de metamorfosear nossa prática pedagógica proporcionando qualidade e mais eficiência em nossa ação docente. O ensino numa perspectiva empirista o conhecimento se dá pela transmissão do objeto do conhecimento de um sujeito para outro ‘tábula rasa’, passivo, via sentidos de forma mecânica, não exigindo o pensar, experimentar, duvidar, dialetizar, criticidade, confronto de ideias, argumentação e reconstrução de conhecimento. Tudo isso leva ao seguinte questionamento: se o conhecimento é adquirido via transmissão, diretivo, então, qualquer indivíduo que saiba ditar conteúdos previamente determinados no livro didático, pode ser professor?

Destaco aqui, um projeto interdisciplinar desenvolvido durante minha atuação profissional e implantado numa comunidade em que estava instalado um polo de ensino. O tema era “A Construção de Hortas Orgânicas”. A horta era construída na escola da comunidade com participação dos alunos, pais, professores de todas as áreas de ensino e a professora de técnicas agrícolas coordenava a construção da horta. Época em que o uso dos agrotóxicos alcançava um estágio elevadíssimo e havia pouco controle e conhecimento dos males que poderiam provocar a saúde humana. Na disciplina de Ciências da Natureza participei com os conteúdos alimentação saudável e agrotóxicos. Em Matemática trabalhei muitos conteúdos capazes de quantificar a utilização de adubos, sementes, custo de produção e consumo das verduras na escola. Colaborei para o fortalecimento do projeto nas disciplinas de Ciências da Natureza e Matemática, áreas que atuava naquele momento. Uma vez por semana, todas as áreas do conhecimento reuniam-se para planejar as atividades a serem realizadas na semana seguinte. Percebi nesse período que o sucesso de um projeto depende da organização e empenho de todos os envolvidos. O processo deve ser democrático acatando as contribuições de cada

participante seguindo um ambiente de disciplina e responsabilidade para alcançar melhores resultados.

O resultado desse projeto foi surpreendente difundido em todos os polos educacionais do município atingindo diretamente quinhentos alunos e indiretamente suas famílias e a comunidade em geral. Com os conhecimentos aprendidos na escola e sensibilizados sobre as vantagens na saúde da família, a maioria dos alunos construiu uma horta orgânica na propriedade juntamente com os pais e irmãos. Lembramos neste momento, a sensibilização construída junto às pessoas da comunidade sobre o uso indiscriminado dos agrotóxicos e seus malefícios à saúde. Se passaram mais de duas décadas e percebi que os resultados do projeto continuam presentes nas famílias do interior e da cidade do Município de São Miguel do Oeste, SC. Este projeto pode ter contribuído significativamente na redução de doenças provocadas pelos agrotóxicos e no repensar da alimentação, oportunizando a melhoria da qualidade de vida das famílias.

Em 2002 no Mestrado em Educação em Ciências e Matemática na PUCRS, conheci e tive várias disciplinas no Museu da PUCRS, ambiente inspirador que possibilita o contato com vários experimentos, despertando a curiosidade e a criatividade no desenvolvimento de pesquisas e a criação de novos experimentos, impulsionados pela imensa quantidade e diversidade de materiais com realização de experiências lúdicas envolventes e inusitadas. Tive o privilégio de participar das aulas com os professores Roque Moraes, Maurivan Güntzel Ramos e Regina Maria Rabello Borges, entre outros pesquisadores do campo da pesquisa no ensino de Ciências. Os estudos realizados naquela época serviram para expandir e aperfeiçoar os conhecimentos relacionados à pesquisa em sala de aula. Por intermédio de Roque Moraes, conhecemos o Educar pela Pesquisa, metodologia de ensino desenvolvida pelo professor Pedro Demo. As leituras relacionadas à pesquisa no ensino de Ciências ampliaram os conhecimentos, servindo de impulso para continuar regularmente desenvolvendo projetos de pesquisa nos ambientes escolares e universitários onde ministrava aulas. Ao concluir o mestrado continuei a organizar minhas aulas a partir dessa abordagem e a desenvolver projetos de ensino.

Dos estudos realizados, destaco duas possibilidades de realização dos projetos de pesquisa: a) projetos interdisciplinares envolvendo a coordenação da escola, professores e alunos; b) projetos de pesquisa desenvolvidos pelos alunos e organizados pelo professor dentro de uma disciplina específica, envolvendo a investigação associada ao Educar pela Pesquisa. Dessas possibilidades, enfatizo que na presente tese vou optar pela segunda como forma de dentro do meu espaço de sala de aula, organizar ações voltadas a incentivar a aprendizagem por meio do ensino por investigação num contexto de sala de aula voltado a pesquisa. Os trabalhos

iniciais e que dão subsídio para o PE, decorrem dos estudos desenvolvidos com alunos de diferentes turmas do Ensino Fundamental e Médio na EEBSJB, São Miguel do Oeste, SC. Destaco ainda, a possibilidade de que esses projetos em desenvolvimento sejam realizados em qualquer nível de ensino. Na EEBSJB o ensino a partir de projetos interdisciplinares tornou-se uma ação pedagógica habitual no contexto escolar. Além dos projetos que envolvem as diversas áreas do conhecimento, desenvolvemos também ao longo da minha carreira profissional docente, projetos de pesquisa realizados pelos alunos nas disciplinas de Ciências da Natureza atingindo resultados que considero ter atingido o objetivo em termos da aprendizagem dos conteúdos e elaboração e reconstrução de conhecimentos científicos por parte dos alunos. Como enfatiza Demo (1991) que a pesquisa precisa estar presente em todo o percurso educativo, sendo um princípio fundamental e a base de qualquer proposta voltada à emancipação. Na realização das atividades com investigação constatei com alunos que manifestam a autonomia, senso crítico, competência e sentimento de pertencimento, visto que, tornam-se autores de saberes científicos reconstruídos a partir dos conhecimentos prévios adquiridos em suas vivências na família, comunidade e sociedade.

Podemos começar uma pesquisa com a elaboração de uma pergunta espontânea feita pelos alunos em situações normais de sala de aula. O professor precisa ficar atento às perguntas que os alunos fazem em sala de aula e se necessário escrevê-las em seu caderno de planejamento. O sucesso pedagógico alcançado pelo professor depende da expertise em criar possibilidades de enriquecer os conteúdos a partir dos conhecimentos prévios dos alunos trazidos no contexto de sala de aula. O professor precisa estar atento e não perder nenhuma pergunta dos alunos. Uma dessas situações aconteceu numa aula de ciências no sexto ano em que um aluno fez a seguinte pergunta: *como as minhocas se reproduzem?* Essa pergunta rendeu uma pesquisa envolvendo toda turma, no qual, desvendaram novos saberes pesquisando em revistas científicas, artigos, livros didáticos e paradidáticos, conhecimentos expostos pelo professor, conteúdos digitais na internet, vídeos, entre outros. Reconstruíram conhecimentos científicos levando os envolvidos na investigação a discussões com confrontamentos de conceitos, construção de um terrário, observavam e realizavam anotações semanais das transformações que ocorriam no terrário, realizamos atividades de campo para colher amostras de minhocas com acompanhamento e orientação do professor, cortaram minhocas, criaram e refutaram hipóteses, observaram no microscópio ovos extraídos dos casulos e células das minhocas, extraíram dados qualitativos e quantitativos dos experimentos, assistiram as vídeo aulas, construíram cartazes que foram expostos do mural e corredores da escola, apresentaram os resultados a outras turmas de alunos refletindo positivamente na aprendizagem.

Ao final da atividade sobre a reprodução das minhocas, foi a elaboração de modo individual de um texto científico a partir da junção de todos os conhecimentos elaborados sobre a vida, reprodução e a importância das minhocas nos diferentes biomas do planeta Terra. Para muitos alunos, foi uma aventura, por exemplo, acharam interessante a reação das minhocas, quando colocadas nas mãos, ficam malucas e pulam. Outras situações consideradas inusitadas aconteceram no decorrer das atividades teóricas e práticas, tais como: as minhocas são hermafroditas; é capaz de produzir tanto óvulos como espermatozoides; uma minhoca consegue produzir 500 minhoquinhas por ano; tem vários corações; se cortamos uma minhoca ao meio, ela com o passar do tempo se regenera transformando-se em duas, normais e saudáveis; as atividades agrícolas também dependem do húmus que elas produzem; sua presença simboliza que o solo é mais fértil; pode ser um negócio lucrativo na produção de húmus.

A partir desta vivência, constatamos que ainda que sem o rigor metodológico que pretendemos fazer nessa tese, que o Ensino por Investigação apoiado no Educar pela Pesquisa outorga aos alunos a promoção da competência de interpretar e escrever textos científicos, argumentando os conhecimentos que construiu de forma individual e coletiva.

As vivências relatadas mostram que o PE em elaboração tem sua origem em minhas experiências como professor de Ciências e de Física, incluindo a formação profissional e, especialmente aqui, menciono o curso de mestrado. A escolha da temática e a proposta de PE nasce desse processo de ação-reflexão/formação-ação, na qual a cada ano novos elementos vão sendo modificados e novos resultados vão sendo produzidos, de modo que ao chegar no doutorado, acredito ter vivenciado situações de ensino que possibilitam proceder escolhas e organizar atividades de modo mais seguro.

4.2 Organização do produto educacional: etapas do itinerário didático

O PE²¹ em elaboração e que é objeto de análise dessa tese, tem sua origem nas vivências relatadas na seção anterior, apoiando-se no aprofundamento teórico apresentado no segundo capítulo, acrescido da revisão realizadas em teses, dissertações e produtos educacionais apresentada no terceiro capítulo. A partir desse embasamento e vivências, organizamos um PE na forma de material de apoio aos professores e que tem como estrutura um itinerário didático representado por um conjunto de etapas que pretendemos operacionalizar em seis atividades e que integram o referido PE, como discutiremos ao longo deste capítulo.

²¹ Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1131105>.

A Figura 1 apresenta a capa do produto educacional, que acompanha a tese.

Figura 1 - Imagem da capa do Produto Educacional



Fonte: Autor (2025).

Como já amplamente mencionado o embasamento teórico está voltado ao Educar pela Pesquisa acrescido do Ensino por Investigação, de modo a oportunizar em cada atividade uma vivência envolvendo a pesquisa e a investigação a partir dos temas em debate. Tornam-se referenciais mais diretamente vinculados ao itinerário didático apresentado, o Educar pela Pesquisa por meio da reconstrução do conhecimento, o Ensino por Investigação apoiando-se

nas Sequências de Ensino por Investigativas e os elementos centrais do estudo que são a Autonomia, Competência e Pertencimento. Desta forma o itinerário didático apresentado é operacionalizado na forma de uma SEI-RCP-ACP como alusão as iniciais dos pontos mencionados anteriormente.

A seguir, o Quadro 6 apresenta detalhamento de cada etapa que constitui o Itinerário didático denominado de “SEI-RCP-ACP”.

Quadro 6 - Etapas do itinerário didático

Etapas	Descrição
I. Objetivos estabelecidos	Meta a alcançar e organização do conhecimento. Os objetivos devem estar constantemente presentes na consciência do professor, pois é o guia que orienta sua ação pedagógica e o processo da avaliação da aprendizagem. Nérici (1983, p. 59) acentua: “Os objetivos instrucionais referem-se ao que se deseja alcançar, por meio do ensino, a curto prazo, através da ação didática relacionada com a execução de uma unidade ou subunidade referente a uma área de ensino ou disciplina curricular”. Podemos inferir que não há ação didática sem o estabelecimento de objetivos que definem as metas a serem alcançadas.
II. Metodologia da atividade	Instruções iniciais para apresentação do conteúdo. O processo de aprendizagem está intimamente ligado a metodologia de ensino utilizada pelo professor em sua ação pedagógica. Os métodos e técnicas são os instrumentos de ensino que auxiliam o professor a atingir êxito nos objetivos estabelecidos, meio pelo qual conduz os alunos a alcançar resultados satisfatórios na aprendizagem.
III. Situação-Problema	Apresentação da tarefa desafiadora que pode ser na forma de uma atividade experimental, demonstração investigativa ou problemas não experimentais. Uma questão de pesquisa ou situação problema proposta aos grupos de trabalho é colocar os alunos numa posição de parceiros de trabalho que incentiva a ação para a pesquisa, qualificando-os para serem elaboradores de conhecimento.
IV. Hipóteses	As hipóteses são essenciais, pois ajudam a orientar a pesquisa, fornecendo uma estrutura clara e uma direção específica para investigar uma situação problema. Elas não são garantia da verdade científica, mas desempenham um papel fundamental no processo de busca de informações, sugerindo a realização de experimentos, observações mais consistentes, e assim, fornecendo estrutura, direção e uma base sólida para a investigação e análise. Ao abraçar a hipótese assumida, os grupos de trabalho a encaram como uma provável explicação para a situação problema em questão e buscam reunir elementos para corroborá-la ou questioná-la.
V. Materiais	Relação dos materiais necessários para a realização das atividades, especialmente quando se trata de uma atividade experimental. No planejamento das atividades propostas, deverá o professor listar de forma organizada os materiais que serão utilizados. Quando as atividades forem experimentais é importante que o professor organize o laboratório e os materiais didáticos com antecedência e acompanhe a realização das atividades experimentais com a finalidade de orientar os alunos e evitar possíveis acidentes.
VI. Etapas das ações do professor e aluno	Tarefa do professor – conjunto de ações a serem organizadas pelo professor Ao professor cabe um conjunto de atividades que possibilitem organizar a atividade de modo a: ter o objetivo bem definido e dominar o conteúdo que pretende ensinar; conversar com os alunos sobre conhecimentos e experiências que eles trazem para a sala de aula e saber associá-los a aspectos da realidade, bem como relacioná-los com os conteúdos do currículo escolar; ficar atento às perguntas elaboradas pelos alunos em sala de aula; instigar e aguçar nos alunos o senso da curiosidade; mediar conflitos; incentivar a socialização aos alunos; criar estratégias que levem os alunos a pensar e reconstruir conhecimento. Por isso, é indispensável que o professor planeje suas aulas com cuidado, assegurando sua autoridade no processo educativo. Nesse sentido, Freire (1996, p. 92) ressalta que a autoridade docente está diretamente ligada à competência profissional, pois a falta dela acaba desqualificando o educador perante seus alunos.

	Tarefa dos alunos – conjunto de tarefas de competência dos alunos. Ao aluno cabe: entender o objetivo da situação problema proposta pelo professor; estar organizado em grupos de modo a distribuir as tarefas entre si; sempre que necessário consultar o professor, o mediador e orientador das atividades; iniciar a pesquisa seguindo os passos propostos na sequência de ensino investigativa.
	A investigação proposta - o que será realizado. Aqui o professor dialoga com os estudantes sobre o que será realizado.
	Procedimento para a atividade – Ao planejar a atividade o professor precisa definir como os grupos de trabalho devem proceder para a execução da tarefa com o objetivo de atingir resultados mais eficientes nas pesquisas.
VII. Análise dos dados	Estruturação, internalização e reconstrução do conhecimento nos grupos de trabalho. Esta etapa corresponde a estruturação, internalização e reconstrução do conhecimento nos grupos de trabalho. Nela os grupos avaliam as informações coletadas e arquivadas, eliminando variáveis que foram levantadas como hipóteses para que o novo conhecimento reconstruído se assemelhe ao encontrado nas literaturas. É o momento de estruturar o material da pesquisa com a participação coletiva, substituindo os conhecimentos prévios e do senso comum pelo raciocínio científico.
VIII. Avaliação da aprendizagem	Elaboração de forma individual de um texto que contempla o conhecimento científico abordado na atividade. Esse é o momento de coletar dados por meio das produções individuais e verificar se os objetivos propostos foram atingidos. Ao avaliar as elaborações e as aprendizagens dos alunos, o professor estará avaliando a si próprio e se atingiu as metas daquilo que pretendia ensinar. A avaliação deve ser um processo contínuo e sistemático capaz de diagnosticar o desenvolvimento cognitivo de cada aluno.
IX. Comunicação dos resultados	Produção de um vídeo curto – os alunos poderão editar um vídeo sobre a pesquisa que realizou e divulgá-lo via mídias para que a sociedade tenha acesso aos conhecimentos produzidos pelos alunos.
	Apresentação do estudo na forma de relato escrito sobre o pesquisado. Esse é o momento de comunicar a comunidade escolar e sociedade por meio das tecnologias digitais as elaborações coletivas e individuais dos conhecimentos sistematizados. Esta atividade corrobora para o desenvolvimento de habilidades, tais como: senso crítico, dialética, autonomia, competência, conexão com o outro, autoestima e da oralidade.
X. Avaliação somativa	Atividade desenvolvida pelo professor aplicada de forma individual relacionada à situação-problema com o objetivo de estimular o raciocínio lógico e diagnosticar a aprendizagem do conteúdo em estudo.
XI. Discussão e correção coletiva mediada pelo professor	Discussão e correção do realizado com o grande grupo. O objetivo é que os alunos percebam os possíveis erros cometidos, e assim, consigam reconstruir o conhecimento a partir de um diálogo coletivo. A diversidade de possibilidades disponibilizadas no itinerário didático, favorece para a construção de um ensino de Ciências da Natureza que impulsiona professores e alunos a reconstruírem conhecimentos científicos por meio da educação pela pesquisa numa perspectiva de ensino investigativa.

Fonte: Autor (2023).

Essas etapas partem do apresentado por Carvalho (2022) para as Sequências Investigativas de Ensino (SEI). No nosso caso, a opção é por agregar a elas o Educar pela Pesquisa, criando a Sequência de Ensino Investigativa – Reconstrução do Conhecimento pela Pesquisa com Autonomia, Competência e Pertencimento (SEI-RCP-ACP). Essa nova sequência representa uma (re)construção do apresentado nos estudos de Carvalho (2022) e partem de três possíveis situações de aulas que envolvem problemas de pesquisa, quais sejam: problemas experimentais; demonstrações investigativas; e, problemas não experimentais. Especificamente em relação a última situação apresentada – problemas não experimentais, as etapas para o

desenvolvimento intelectual dos alunos com o objetivo de construção do conhecimento são as mesmas dos outros tipos de problemas: resolução do problema pelos grupos, sistematizar o conhecimento produzido e escrever um texto em forma de trabalho (Carvalho, 2022).

O itinerário didático elaborado agrega as etapas dessa nova sequência estruturada especificamente para este estudo SEI-RCP-ACP. A partir delas e com vistas a sua operacionalização no contexto escolar, organizamos e aplicamos duas atividades (cálculo da aceleração gravitacional e lançamento de foguetes) a título de estudo piloto e que será relatado após a descrição de cada uma das etapas apresentadas no quadro anterior.

4.2.1 Objetivos estabelecidos

Ao desenvolver uma SEI o professor precisa elaborar os objetivos que consistem em efetivar uma intenção de ensino. Execução - devem ser observadas características que sirvam à exigência de execução de tarefas; Observação – a tarefa a ser executada deve ser de caráter objetivo e que esteja ao alcance de todos os alunos; avaliação - que estabelece critérios que mostram se a execução atingiu os resultados propostos no planejamento; Adequação – que a tarefa esteja de acordo com a maturidade, alcance, preparo e das possibilidades cognitivas de desempenho dos alunos. Para começar o professor pode planejar atividades que comecem num menor nível de complexidade e ir aprofundando aos poucos, sendo assim, todos os alunos sentem-se motivados a participar na reconstrução de conhecimentos. O objetivo fundamental a ser alcançado em nossa ação pedagógica é o nível da divergência ou da criatividade que é o momento em que o sujeito alcança o mais alto nível de aprendizagem, capacitando-se a elaborar conceitos próprios, interpretar com originalidade, reconstruir e compreender os conhecimentos científicos. Compreende-se que não há ação didática sem o estabelecimento de objetivos que definem as metas a serem alcançadas. Enfim, essas metas conduzem os alunos a desenvolver a personalidade, senso crítico, modificar o comportamento, reconstruir e assimilar conhecimentos, resolver problemas, desenvolvimento do pensamento cognitivo que qualifica os mesmos a solucionar situações mais complexas que preparam para o exigente mundo do trabalho (Nérici, 1983).

4.2.2 Metodologia da atividade

As sequências de ensino investigativas propostas no produto educacional, acreditamos ser uma estratégia metodológica que incentiva os alunos a participar ativamente a investigar e

reconstruir conhecimentos, afastando-os da posição tradicional das aulas puramente expositivas e diretivas de só ouvir e copiar passivamente conteúdos prontos e acabados. Em relação aos procedimentos de ensino, Haidt (2000, p. 144) entende que eles devem “[...] contribuir para que o aluno mobilize seus esquemas operatórios de pensamento e participe ativamente das experiências de aprendizagem, observando, lendo escrevendo, experimentando, propondo hipóteses, solucionando problemas, comparando, classificando, ordenando, analisando, sistematizando etc.”. A concepção de método e técnica que propomos no PE é aquela que fomenta a investigação que leva a busca de informações e posteriormente, produzir dados confiáveis que permitem aos alunos reconstruir novos conhecimentos de cunho científico, e assim, servindo de estímulo para que os alunos tornem a pesquisa uma ação natural no contexto cotidiano de sala de aula.

4.2.3 Situação-problema

A ideia central das SEI elaboradas no PE é estimular o aluno a raciocinar tornando-se agente de seu pensamento. Um problema apresentado aos alunos é colocá-los como parceiros ativos numa investigação, estimulando a ação reflexiva e capacitando-os para a construção do próprio conhecimento. Carvalho (2022, p. 2) afirma que “ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o aluno e sua ação não é mais a de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento”.

Sendo assim, o professor sai da posição de transmissor de conhecimentos prontos, tornando-se mediador e criador de situações e novas possibilidades, sendo também, o sujeito orientador e avaliador das produções coletivas e individuais de todos os alunos.

A situação problema precisa se bem elaborada e ser o ponto de partida na motivação dos alunos. Motivar os alunos consiste em prepará-los para a aprendizagem e esforçarem-se para alcançarem os objetivos propostos (Nérici, 1983). Acreditamos que o ensino fundamentado em atividades de pesquisa, desperta o interesse dos alunos, incentiva a aprendizagem pela pesquisa, estimulando a construção da competência e autonomia.

4.2.4 Hipóteses

Em nosso estudo e no itinerário didático, sugerimos a execução de uma sequência de passos que servem de orientação para a construção dos dados, que são os seguintes:

- Formular (testar empiricamente).

- Examinar (as informações mais pertinentes e apropriadas para o assunto em análise).
- Refutar (etapa de eliminar aquelas que apresentam contradições em relação aos potenciais resultados da pesquisa, momento de aprimorar o entendimento).
- Selecionar (as mais sólidas e confiáveis).
- Assumir (Estabelecer uma premissa sustentável que direcione a coleta de informações através da busca em diferentes fontes, como livros didáticos, artigos acadêmicos, periódicos, jornais, relatórios técnicos, mídias digitais e realização de experimentos em laboratório).
- Validação (Verificação dos dados gerados com base nas premissas adotadas que funcionam como embasamento teórico do estudo, fundamentação conceitual para a construção de novos saberes, reconhecidos pela comunidade científica em fontes de referência).

Ao propor uma situação problema os grupos de trabalho criam as estratégias para a resolução do problema. Neste contexto de diálogo surgem as mais variadas suposições (hipóteses) propostas pelos membros do grupo e em seguida são escolhidas as mais prováveis que servem de base na construção dos dados. Assumir uma hipótese implica em adotá-la como uma ideia inicial ou uma proposição a ser examinada durante uma pesquisa ou análise. Ao abraçar a hipótese assumida os grupos de trabalho a encaram como uma provável explicação para a situação problema em questão e buscam reunir elementos para corroborá-la ou questioná-la. Portanto, se os resultados não respaldarem a suposição inicial, os alunos podem revisar suas ideias e formular novas hipóteses a fim de continuar a exploração do problema. A hipóteses assumida precisa produzir dados dotados de credibilidade quando comparados aos presentes nas literaturas, caso contrário, pode-se construir novas hipóteses e assumir até que se aproxime dos resultados esperados. Por fim, de posse dos dados colhidos nas diversas fontes de dados, os grupos de trabalho validam a investigação e constroem o texto, concluindo a pesquisa.

Assumir uma hipótese significa adotá-la como uma suposição inicial ou uma proposição a ser testada durante uma investigação ou estudo, considera-se como uma possível explicação para o fenômeno em estudo e busca-se coletar evidências para confirmá-la ou refutá-la.

4.2.5 Materiais utilizados para realização da atividade

No planejamento das atividades propostas, deverá o professor listar de forma organizada os materiais que serão utilizados. Quando as atividades forem experimentais é importante que

o professor organize o laboratório e os materiais didáticos com antecedência e acompanhe a realização das atividades experimentais com a finalidade de orientar os alunos e evitar possíveis acidentes. Carvalho (2022, p. 11) enfatiza que “O gerenciamento da classe e o planejamento das interações didáticas entre alunos e seus colegas e entre professor e alunos são tão importantes como o planejamento do material didático e a elaboração do problema”.

4.2.6 Etapas das ações do professor e dos alunos

Essa etapa do itinerário é destinada a descrever as ações que cabem ao professor, aos alunos em seus grupos de trabalho, bem como procedimento para realização da atividade.

4.2.6.1 Tarefa do professor

Ao professor cabe um conjunto de atividades que possibilitem organizar a atividade de modo a: ter o objetivo bem definido e dominar o conteúdo que pretende ensinar; conversar com os alunos sobre conhecimentos e experiências que eles trazem para a sala de aula e saber associá-los a aspectos da realidade, bem como relacioná-los com os conteúdos do currículo escolar; ficar atento as perguntas elaboradas pelos alunos em sala de aula; instigar e aguçar nos alunos o senso da curiosidade; mediar conflitos; incentivar a socialização aos alunos; criar estratégias que levem os alunos a pensar e reconstruir conhecimento; respeitar as individualidades dos alunos; assegurar a todos os alunos o máximo de desenvolvimento de suas potencialidades; contribuir na formação dos alunos; possibilitar um ambiente democrático que permite a presença das três necessidades psicológicas básicas: autonomia, competência e pertencimento (ACP); organizar os grupos de trabalho, incentivando entre os alunos a ideia principal da educação escolar como fundamento da vida do ser humano - o trabalhar e cooperar; utilizar métodos adequados para orientar a aprendizagem dos alunos; acompanhar e encaminhar os grupos de trabalho nas investigações; avaliar as elaborações coletivas e individuais dos alunos.

Sobre a função do professor, sua interação e intervenção no contexto de sala de aula, Haidt (2000, p. 57) acentua, que é: “[...] ajudar o aluno a transformar sua curiosidade em esforço cognitivo e a passar de um conhecimento confuso, sincrético, fragmentado, a um saber organizado e preciso”.

4.2.6.2 Tarefa dos alunos

Segundo Carvalho (2022, p. 12), o “papel do professor nessa etapa é verificar se os grupos entenderam o problema proposto. E deixá-los trabalhar”. Ao aluno cabe: entender o objetivo da situação problema proposta pelo professor; estar organizado em grupos de modo a distribuir as tarefas entre si; sempre que necessário consultar o professor, o mediador e orientador das atividades; iniciar a pesquisa seguindo os passos propostos na sequência de ensino investigativa; começar a investigação buscando informações em textos, livros, jornais, revistas, laboratório de informática, experimentos no laboratório de Ciências da natureza; organizar nos grupos os conhecimentos necessários para a atividade, elaborar hipóteses, realizar discussões para chegar a um consenso dos materiais que servem para a conclusão da pesquisa, desenvolver a atividade e reconstruir o conhecimento e comunicar os resultados; tornar-se atores principais da atividade e de sua aprendizagem; socializar e aprender a reconstruir conhecimento no coletivo.

4.2.6.3 Procedimento para a atividade de investigação experimental

Quando o problema for experimental o professor organiza uma situação-problema que instigue a curiosidade e que esteja relacionada a cultura social dos alunos. Segundo Carvalho (2022) é didaticamente importante que professor não forneça respostas prontas aos alunos, pois tira a possibilidade da curiosidade e do pensar, e também é necessário que todos sigam as etapas descritas no estudo com suas devidas ações.

Essas etapas apresentadas pelo professor aos alunos caracterizam-se por: propor a situação problema; organizar os alunos em grupos de trabalho; distribuir o material para realização do experimento; orientar os grupos para que realizam o experimento, levantam hipóteses, extrair dados e começar a resolução do problema; intervir unicamente se constatar que os alunos não entenderam o problema proposto; propor que os alunos sistematizem os conhecimentos obtidos no experimento e em, diálogo com a literatura - passagem da ação manipulativa à intelectual; atuar como mediador e indagador das conclusões construídas pelos alunos.

Passada a etapa das construções coletivas vem o momento da sistematização individual do conhecimento. Nesta fase cada aluno reconstrói o seu conhecimento por meio de escrita de textos, desenhos, construção de gráficos, resolução de atividades e comunicação dos resultados de suas produções (Carvalho, 2022).

Como procedimento desta fase, temos que os alunos são orientados a seguir os procedimentos necessários para a realização do experimento. Conforme destacado nos itens anteriores o professor já organizou os materiais no laboratório para a realização da atividade. O professor precisa ficar atento e se necessário auxiliar os grupos com orientações.

4.2.7 Análise dos dados

Conforme descrito no quadro acima, essa etapa representa fazer a estruturação, internalização e reconstrução do conhecimento nos grupos de trabalho. É o momento de avaliar as informações coletadas, eliminando variáveis que foram levantadas como hipóteses para que o novo conhecimento reconstruído se equipare aos encontrados nas literaturas. Precisa-se estruturar o material da pesquisa com a participação de todos e partir para uma visão mais científica do conhecimento em construção. Se a atividade for experimental é necessário utilizar tabelas, gráficos, figuras, equações que expressam a linguagem matemática que podem enriquecer as produções científicas dos alunos. Entendemos que com a análise minuciosa dos materiais coletados e transformados em elaborações textuais construídas no contexto coletivo, favorecem na promoção do desenvolvimento cognitivo individual. Esse contexto de sujeitos favorece a participação de todos na socialização do conhecimento científico que está sendo reconstruído, sendo assim, fica destacada a presença da RCP e a ACP. Tudo isso acontece num ambiente democrático e de respeito onde todos os alunos tem o mesmo direito de contribuir, pertencer, elaborar e aprender corroborando na construção da sua autonomia. O professor, sujeito mediador do processo de reconstrução do conhecimento científico precisa estar sempre ativo e presente para auxiliar e avaliar quando solicitado pelos grupos de trabalho.

Os educadores que pretendem ensinar numa perspectiva metodológica do educar pela pesquisa em sala de aula com investigação devem sempre levar em conta que a função dos alunos é pesquisar e elaborar e dos professores orientar e avaliar (Demo, 2015). Por fim, as elaborações reconstruídas pelos alunos devem ser escritas por meio de linguagem científica com a construção de significados e conceitos essenciais e cientificamente aceitáveis pela comunidade científica internacional, capacitando-os a comunicar os resultados a comunidade escolar e sociedade com competência, levando-os a argumentar com autonomia os conhecimentos da Ciência, e assim, contribuindo significativamente no desenvolvimento de sua alfabetização científica (Carvalho; Sasseron, 2022).

4.2.8 Avaliação da aprendizagem

Elaborar de forma individual um texto que contempla o conhecimento científico em comum acordo com aqueles presentes nas literaturas e comprovados pela comunidade científica internacional. Esse é o momento de coletar dados por meio das produções individuais e verificar se os objetivos propostos foram atingidos. Ao avaliar as elaborações e as aprendizagens dos alunos, o professor estará avaliando a si próprio e se atingiu as metas daquilo que pretendia ensinar. A avaliação deve ser um processo contínuo e sistemático capaz de diagnosticar o desenvolvimento cognitivo de cada aluno. Haidt (2000, p. 288) destaca que “[...] a avaliação contribui para a melhoria da qualidade da aprendizagem e do ensino”. No processo de ensino é preciso que o professor observe os avanços e dificuldades na individualidade e se necessário deverá intervir com a finalidade de reorientar para que o aluno aperfeiçoe sua aprendizagem.

Tudo isso, vem ao encontro com a proposta do educar pela pesquisa de Demo (2015) onde afirma que o professor orienta e avalia e o aluno pesquisa e elabora. Sendo assim, é necessário que o professor (re)planeje seu trabalho se constatar que não está acontecendo a aprendizagem.

4.2.9 Comunicação dos resultados

Essa etapa é destinada a proceder a comunicação dos resultados por meio de diferentes meios, embora possa ser utilizado ambos pelo professor, bem como outros que o professor julgar pertinente.

4.2.9.1 Produção de um vídeo curto

Como possibilidade de comunicação dos resultados, temos a produção e edição de um vídeo que pode atuar com um estímulo aos alunos a capacidade de comunicação. Esse é o momento de comunicar a comunidade escolar e sociedade por meio das tecnologias digitais as elaborações coletivas e individuais dos conhecimentos sistematizados. Esta atividade corrobora para o desenvolvimento do senso crítico, dialética, autonomia, competência, conexão com o outro, autoestima e da oralidade. O indivíduo habilita-se a expressar o conhecimento por ele escrito, por meio da oralidade, com capacidade de argumentação, e assim, agregar subsídios na passagem da linguagem cotidiana para a linguagem científica. Esse processo conduz o aluno a compreender melhor os problemas mais complexos da Ciência.

4.2.9.2 Apresentação do estudo na forma de relato escrito sobre o desenvolvido e pesquisado

Momento em que ocorre a categorização das informações e dados da investigação. De forma individual ou coletiva, os alunos apresentam em cartazes, ou textos, os conhecimentos reconstruídos com embasamento nos resultados experimentais, práticos, teóricos do trabalho de pesquisa, apoiado nas literaturas para os colegas de classe, contexto escolar e sociedade.

4.2.10 Avaliação somativa

Atividade desenvolvida pelo professor e aplicada individualmente relacionada à situação-problema, visando estimular o raciocínio lógico e diagnosticar a aprendizagem do conteúdo em estudo.

4.2.11 Discussão e correção coletiva mediada pelo professor

Como última etapa do Itinerário Didático, recomenda-se uma correção coletiva das atividades propostas, especialmente da avaliação somativa. O objetivo é que os alunos percebam os possíveis erros cometidos, e assim, consigam reconstruir o conhecimento a partir de um diálogo coletivo.

Finalizamos a apresentação de nosso Produto Educacional, que contém um Itinerário Didático composto por seis Sequências de Ensino Investigativas, chamadas por Carvalho (2022) de (SEI) e por nós de SEI-RCP-ACP. Estas Sequências são estruturadas e composta por onze passos, minuciosamente pensados, que podem ser utilizados em parte ou integralmente, conforme o planejamento da aula. A diversidade de possibilidades oferecidas no Itinerário Didático que contribui para um ensino de Ciências da Natureza que estimula os alunos a pesquisar e reconstruírem novos conhecimentos científicos. Esse processo fundamenta-se nos estudos de Carvalho (2022) sobre o Ensino por Investigação e de Demo (2015) no contexto do Educar pela Pesquisa.

4.3 Relato do estudo piloto

Nessa seção apresentamos o relato do estudo piloto realizado com duas atividades de ensino organizadas a partir Itinerário didático do proposto no Quadro 6²² e intitulada de SEI-

²² O Itinerário didático utilizado para guiar as duas atividades do estudo piloto, envolvem alguns dos itens apresentados no Quadro 6 e que correspondiam a versão preliminar desse itinerário. Após a realização do estudo

RCP-ACP. O foco desta proposta está em oportunizar aos estudantes que ao mesmo tempo que desenvolvam as suas habilidades investigativas, também compreendam as especificidades de um ensino pautado no Educar pela Pesquisa. O estudo foi desenvolvido com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio na EEESJB.

O contexto de aplicação envolvia as aulas de Física ministradas para os alunos do primeiro ano do Ensino Médio no decorrer do ano letivo. As aulas foram organizadas de acordo com os passos que estão detalhados no Quadro 6. A sala de aula foi dividida em grupos de trabalho seguindo o proposto no itinerário didático.

4.3.1 Cálculo da aceleração gravitacional

A atividade consiste no cálculo do valor da aceleração gravitacional a partir de uma situação-problema que exigiu a confecção do pêndulo simples e a realização de um experimento para a produção de dados. A atividade foi aplicada em uma turma de 1º ano do Ensino Médio na Escola de Educação Básica São João Batista de São Miguel do Oeste do estado de Santa Catarina no período de 21/08/2023 a 08/09/2023 com a participação de 23 alunos. Entre a formação dos grupos, distribuição do material, realização do experimento, coleta de informações e dados, discussão entre os grupos e a realização dos cálculos, foram utilizadas duas aulas. Para a discussão no grande grupo, com apresentação dos resultados, esclarecimento de dúvidas, perguntas feitas ao professor e resolução da atividade individual, foram utilizadas mais duas aulas e a demonstração para a comunidade escolar no pátio da escola utilizamos mais duas aulas. Foram utilizadas seis aulas para realização de todas as fases da atividade. O guia utilizado nessa atividade integra o Apêndice A.

O objetivo dessa atividade de ensino investigativa foi obter dados a partir da realização do experimento e, em seguida, aplicar a equação matemática do pêndulo simples para calcular o valor da constante da aceleração da gravidade do local. O professor foi responsável por organizar os grupos de trabalho, explicar os procedimentos necessários para realização da atividade, entregar os materiais e, assim, os grupos começam a trabalhar em diferentes locais do ambiente escolar. Em concordância, Carvalho (2022, p. 12) ressalta que “A resolução do problema deve ser feita em pequenos grupos, pois os alunos com desenvolvimentos intelectuais semelhantes têm mais facilidade de comunicação”. É preciso que o professor promova um

piloto e frente a novas leituras, esse itinerário foi ampliado e chegou a versão que constitui o apresentado no Quadro 6.

ambiente em que os alunos, envolvam-se com motivação, sentindo-se sujeitos ativos e pertencentes ao processo de busca e construção do conhecimento.

Vale destacar a ocorrência de um fato inusitado. Um grupo pensou em realizar o experimento em uma árvore, utilizando, para isso, um pêndulo com aproximadamente três metros de comprimento e com uma pedra de uns 2 kg de massa. Isso posto, nos faz compreender que no decorrer da investigação da situação-problema, novas janelas abrem-se, despertando nos envolvidos a curiosidade e o desenvolvimento da criatividade que leva a novas possibilidades de pensar em relação ao objeto em estudo. Dessa forma, podemos imaginar como a Ciência desenvolve as tecnologias que movem o mundo.

Alguns fatores contribuem para o bom andamento dessa atividade investigativa, um deles é que os alunos do primeiro ano conhecem as unidades de medidas do sistema MKS e também dominam alguns conceitos de Física, tais como: a Terra atrai os corpos; existe uma força que atrai os corpos em direção a Terra; massa M dos corpos; L é o comprimento do pêndulo; T é o período de oscilação; o valor do $\pi = 3,14159$ e a equação do pêndulo simples (como parte do planejamento, essa equação foi apresentada em momentos anteriores, prevendo sua futura aplicação). A construção do conhecimento não é um processo de acúmulo linear de conceitos científicos, mas sim, um conjunto de situações por ele vivenciadas, experimentadas e as interações contínuas que o sujeito tem com o objeto do conhecimento, e assim, vai construindo sua intelectualidade com autonomia. As atividades investigativas oportunizam a construção da ação intelectual dos alunos, pois segundo Carvalho (2022, p. 12) “os alunos vão mostrando, por meio do relato do que fizeram, as hipóteses que deram certo e como foram testadas. Essas ações intelectuais levam ao início do desenvolvimento de atitudes científicas como o levantamento de dados e a construção de evidência”.

A SEI-RCP-ACP propõe que, nessa fase da atividade, o professor acompanha os grupos sem interferir, pois é o momento em que os alunos têm autonomia para levantar, testar, refutar hipóteses. No contexto de sala de aula com pesquisa por meio da investigação, o professor precisa entender que existe a possibilidade do erro, visto que ele é o combustível das atividades investigativas agindo como promotor da aprendizagem. Faria (2003, p. 96) destaca que “o erro aponta para aspectos importantes do processo de investigação e faz parte do ato educativo. É um desafio a superar! Avaliamos para diagnosticar e organizar o cotidiano da escola [...]”. Na fase em que os alunos estão realizando os experimentos muitas coisas erradas podem acontecer, gerando um ambiente de ansiedade. Por isso, o professor precisa mediar e incentivá-los a continuar trabalhando, e se necessário, repetir o experimento, tendo o cuidado de não fornecer

respostas prontas que podem desmotivar a continuidade da pesquisa. A intenção é fortalecer nos alunos a construção da autonomia.

No decorrer da realização da atividade ocorreu a integração entre os membros dos grupos de trabalho com participação ativa na realização do experimento, gerando um sentimento de pertencimento. Na realização do experimento, como diagnóstico para uma futura orientação das contribuições individuais na construção coletiva nos grupos de trabalho, Demo (2015, p. 24) enfatiza que “[...] cada um apareça no grupo com elaborações próprias, pesquisa prévia, argumentação cuidadosa, propostas fundamentadas, dados concretos”. Na etapa de realização dos cálculos, alguns grupos precisaram da ajuda do professor na organização matemática dos dados extraídos no experimento, visto que, uma das dificuldades na aprendizagem em Física está na interpretação dos dados e no uso das equações matemáticas necessárias para quantificar os fenômenos físicos. Nessas circunstâncias, o professor faz a intervenção, agindo como mediador do processo e orientando os alunos a continuarem a investigação que os levará à etapa da reconstrução do conhecimento. Após a realização dos cálculos, os grupos chegaram a valores muito próximos de $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Selecionamos os resultados médios dos experimentos de seis grupos e os valores encontrados foram: grupo A=9,50; grupo B=9,65; grupo C=9,95; grupo D=10,20; grupo E=9,40 e grupo F=9,85. A média dos seis valores resultou no valor de 9,758, ou seja, muito próximo do valor da constante da aceleração da gravidade, tida como verdade científica, encontrada nas literaturas. A partir da análise dos dados encontrados, constatamos que a maioria dos grupos obteve êxito na realização do experimento. A cada repetição do experimento percebemos que os alunos melhoravam os resultados obtidos e que aos poucos compreendem que deve existir um certo rigor na definição das medidas. É cativante para os alunos aprender de forma autônoma conceitos físicos que foram descobertos a séculos por cientistas. Enfim, os alunos percebem que o conhecimento científico não é construído por gênios, mas por pessoas empenhadas em pesquisar e construir conhecimentos. Seguiram rigorosamente os passos sugeridos na sequência didática da construção do pêndulo simples, em que, metodicamente, mediram o comprimento L e fizeram a média de dez oscilações completas para extrair o período T . Essas medidas favoreceram os grupos a encontrar os dados para atingir a meta estabelecida na situação problema.

O passo seguinte foi a sintetização do conhecimento construído por meio do experimento e da pesquisa e diálogo com a literatura. Descobriram que o peso de um corpo $P = m \cdot g$ está diretamente ligado à aceleração da gravidade do local, independentemente, do Astro ter ou não atmosfera. Por exemplo, um corpo de massa 20 kg, na Lua, tem um peso de: $20 \times 1,6 = 32\text{N}$ e,

na Terra, $20 \times 9,81 = 196,20 \text{ N}$; logo, os alunos entenderam que quanto maior a massa do astro, maior será a gravidade e a força peso com que o corpo é atraído para o centro do Astro. As elaborações aconteceram no coletivo e no individual. Um fato marcante foi quando uma aluna fez a seguinte pergunta: “Professor, posso calcular o peso que meu corpo tem em todos os planetas do sistema solar?” Percebemos que a atividade organizada a partir da **SEI-RCP-ACP** oportuniza desenvolver nos alunos o raciocínio que os capacita a abstrair o conhecimento, visto que essa situação problema é uma demonstração da aplicação da **RCP**, a qual é a Reconstrução do Conhecimento Científico pela Pesquisa, ou seja, o aluno entendeu que o peso de um corpo é diretamente proporcional à aceleração da gravidade do local. Em relação à capacidade de construção do conhecimento, Vasconcellos (2003, p. 57) destaca que “Para a elaboração efetiva do conhecimento, deve-se possibilitar o confronto entre o sujeito e o objeto, onde o educando possa penetrar no objeto, aprendê-lo em suas relações internas e externas, captar-lhe a essência”.

Enfim, a **SEI** possibilita aos alunos interagirem de forma prática e experimental com o objeto do conhecimento em estudo e sua consequência condução à **RCP**, a qual, a partir dos conhecimentos prévios que os alunos trazem de suas vivências. Além disso, oportuniza desenvolver a capacidade de elevar a percepção dos alunos em relação ao objeto em estudo, levando-os a pensarem, reconstruindo novos conhecimentos pela pesquisa em concordância com os presentes nas literaturas. Ao alcançar a **RCP**, os alunos são sujeitos ativos, autores, portadores de qualidade política e formal, parceiros de trabalho do professor, um sujeito inovador e orientador do processo educativo que ampara e possibilita atingirem o estágio de cognitivo almejado. A **ACP**, a qual representa a construção de um cidadão com sentimento de **pertencimento** no processo de ensino aprendizagem e, na fase de aprimoramento da alfabetização científica, um ser humano comunicativo, **competente** e **autônomo** (destaque do autor).

Ao concluir essa primeira atividade proposta no estudo, contata-se que os alunos se empenharam e evoluíram na aprendizagem. A aula experimental exigiu uma maior movimentação dos alunos, o que torna o ambiente escolar um pouco mais agitado. Então, para evitar impasses com as demais salas de aula, cabe ao professor organizar com antecedência a dinâmica de sua aula. Na resolução da atividade individual, que é o passo número nove do Itinerário didático, a maioria da turma conseguiu resolver e acertar grande quantidade de exercícios. O fechamento da atividade foi com a apresentação do experimento no pátio da escola para outras turmas de alunos. Clement *et al.* (2015, p. 117) destacam que “o ensino por investigação prevê, dentre outros aspectos, uma participação ativa do estudante no processo de

ensino e aprendizagem, o que lhes atribui maior controle sobre a sua própria aprendizagem”. É muito gratificante para o professor ver os alunos investigarem e sentirem-se motivados na realização da atividade experimental, transformando-se em reconstrutores e elaboradores de conhecimentos científicos num contexto de sala aula inspirador para todos os participantes.

Vale destacar que o valor da constante da aceleração da gravidade geralmente é repassado pelo professor para os alunos, de forma diretiva, como se fosse um valor criado por algum gênio da Física. Contudo, sabendo da relevância e da vasta aplicação da constante da aceleração da gravidade no campo de conhecimento da Física, foi o que incentivou a elaborar uma SEI - Sequência de Ensino Investigativa, a qual possibilita aos alunos descobrir seu valor por meio de uma atividade experimental e com a aplicação da equação do pêndulo simples. Nesse sentido, o ensino por investigação se caracteriza por situações problemas que instigam os alunos a buscar informações e, com isso, despertar o senso de curiosidade e o desenvolvimento de sua competência e autonomia na construção de saberes científicos.

Em vista disso, ao avaliar o desempenho dos grupos de trabalho na realização do experimento e os promissores resultados encontrados, percebemos que o objetivo da aprendizagem foi alcançado. Os alunos comunicaram os resultados a comunidade escolar por meio da realização do experimento no pátio da escola. Essa iniciativa mostrou a capacidade que os alunos aumentam a autoestima ao serem desafiados a investigar. Sendo assim, Oliveira (2022, p. 63) ressalta que “A construção do saber no ambiente escolar se faz a partir do envolvimento efetivo do educando diante dos desafios a ele apresentados pelo professor”. Outro fator a destacar foi a aplicação da atividade individual proposta para constatar a aprendizagem individual dos alunos, em que a maioria resolveu grande parte dos exercícios propostos. Portanto, as interações entre os alunos e com o objeto do conhecimento favoreceu para a reconstrução do conhecimento no individual. Sasseron (2022, p. 43) afirma que “É por meio do debate entre os pares que, muitas vezes, os conhecimentos científicos são organizados”. Salientamos que o contexto de sala de aula com investigação requer um eficiente gerenciamento das atividades propostas, trabalho este que é exclusivo do professor, o agente que planeja atividades interessantes, de preferência com temas que convidam os educandos a participar, e incentiva constantemente todos os alunos nas discussões. Com a aplicação das atividades citadas no relato acima, não houve a necessidade da construção de um texto pelos alunos. Ao concluir as atividades propostas na Sequência de Ensino Investigativa identificamos que os alunos passaram a dominar conceitos, relacionados a ação da gravidade sobre os corpos, tais como: a) que o valor da constante da aceleração da gravidade está relacionada com a massa do Astro; b) que todos os corpos, independente da massa, caem em direção ao centro da Terra com

a mesma aceleração; c) que quando dois corpos de massas diferentes, desprezando a resistência do ar, são abandonados da mesma altura, ambos alcançam o solo no mesmo instante.

4.3.2 Lançamento de Foguetes

A segunda atividade a ser relatada foi realizada na mesma escola que a anterior e com um grupo de estudantes do Ensino Fundamental convidados a participar de uma atividade extraclasse. A participação no evento da Mostra Brasileira de Foguetes, denominada de MOBFOG e da Olimpíada Brasileira de Foguetes (OBA), levou ao desenvolvimento dessa segunda atividade envolvendo o lançamento de foguetes. A participação em eventos como esse acabam por envolver toda a comunidade escolar e levam os estudantes a apresentar maior interesse e motivação em participar do evento. Em virtude da amplitude do projeto, toda comunidade escolar, gestão, coordenação, professores, alunos e pais, colaboram para que os alunos consigam desenvolver os processos de construção da base de lançamento, foguete, testes de lançamento extraclasse com o objetivo de alcançar os melhores resultados possíveis.

Após a divulgação do edital, formaram os grupos de pesquisa, apresenta-se o regulamento e então começam a organizar os materiais para a confecção dos protótipos de foguetes. Com o objetivo de incentivar os alunos, planejou-se um momento para assistir ao filme “O céu de outubro”. A sinopse do filme retrata: no final dos anos 50, o adolescente Homer Hickam (Jake Gyllenhaal) vive em uma cidade onde a mineração é a maior empregadora local. Ao descobrir que os russos conseguiram colocar o satélite Sputnik em órbita, Homer começa a pensar e sonha em um dia também poder colocar um foguete na órbita da Terra. Apoiado por sua professora e de alguns colegas de sala de aula, elaboram um projeto e começaram a construir e lançar foguetes até conseguirem aperfeiçoar e participar de uma feira onde se destacam e isso mudou sua vida para sempre.

Para atingir melhores resultados em todo o percurso, foi criada uma comissão organizadora composta por professores e alunos que auxiliaram na condução de todo processo no dia do evento, tais como: fiscalizar o cumprimento das regras, amparar os grupos de trabalho, realização das medições dos lançamentos, organização do lanche para os participantes e cuidar da segurança no dia oficial de lançamento. O professor da disciplina de Matemática, que fez parte da comissão organizadora, utilizou um drone que facilitou a coleta de dados de forma precisa, tais como: medidas de tempo, altura máxima e alcance atingidos pelos foguetes. A

comissão organizadora de posse do material editou um vídeo que foi disponibilizado no Youtube²³.

Pensando na segurança, a comissão reservou as dependências do Parque Municipal da Feira Agropecuária, Industrial e Comercial de São Miguel do Oeste (FAISMO), local distante de casas, movimento de automóveis e da circulação de pessoas. Em vista disso, os participantes do evento desfrutaram de um ambiente livre de perigos.

A atividade relacionada ao lançamento de foguetes foi aplicada no Ensino Fundamental do 6º ao 9º ano com grupos de alunos na Escola de Educação Básica São João Batista de São Miguel do Oeste do estado de Santa Catarina nos primeiros semestres de 2022 e 2023 com participação de aproximadamente 60 alunos. Essa atividade começou na escola com uma reunião com todos os participantes para fazer a inscrição dos grupos de trabalho, entrega do regulamento. Depois disso, os grupos executam grande parte das tarefas paralelamente ao andamento das aulas. Duas semanas antes do evento oficial de lançamento, todos os grupos apresentam ao professor as construções para checar detalhes sobre segurança. Para a realização do evento, reservou-se uma tarde com a presença da gestora da escola, coordenadores, professores e todos os alunos da instituição para assistir aos lançamentos. Para execução da atividade nesses moldes utilizamos oito aulas.

Destacamos um fato inusitado que aconteceu no percurso. Recebemos a visita de um pai que fez o seguinte relato: “professor, o grupo de meu filho me convidou para acompanhar o lançamento teste num loteamento em construção longe de moradias para evitar problemas. Nunca imaginei ver isso. Medimos a distância atingida e chegou a 185 metros²⁴ de distância”. Isso aconteceu após várias tentativas de melhorar o desempenho das sucessivas tentativas de aperfeiçoar o protótipo e os materiais utilizados na sua confecção. Sem interferência direta no experimento, orientamos sobre os possíveis erros cometidos pelo grupo, pois não conseguiam passar dos 30 metros de alcance. Foram vários aspectos observados pelo grupo e necessidade de buscar novas alternativas de aperfeiçoamento, e assim, descobriram que uma garrafa pet suporta altas pressões, de 6.894,757 Pa. Usaram na ponta do foguete uma esfera para estabilizar o movimento e uma ponta cônica para amenizar a resistência do ar. Usaram somente água na medida certa e prenderam o litro com uma fita isolante que se romperia instantes antes do litro pet estourar. A base de lançamento foi ajustada em 45° (este é o ângulo que o objeto lançado

²³ Disponível em: <https://youtu.be/uhk9U557sec>.

²⁴ Se esse alcance fosse registrado no dia do evento, seria uma das melhores marcas atingidas pela MOBFOG a nível nacional. No dia do evento este grupo atingiu 130,30 m sendo classificada entre as três melhores para a classificação nacional. Esse grupo de alunos pertenciam ao oitavo ano. Segundo o regulamento só iriam ao evento nacional se fosse alunos do nono ano.

obliquamente atinge maior distância), com um pequeno compressor começaram a comprimir o ar dentro do litro que continha aproximadamente um terço de água, melhorando muito o equilíbrio do foguete. Sendo assim, o lançamento ocorreu dentro da normalidade, atingindo uma distância que foi além do esperado pelo grupo. Na continuidade das atividades em sala de aula, mediados pelo professor, investigaram as equações que determinam o alcance de um objeto a partir da velocidade inicial e o ângulo de inclinação em relação ao eixo horizontal.

Cada grupo fez três lançamentos e somente o mais eficiente foi computado para a classificação final. De maneira geral, todos os grupos atenderam aos requisitos previstos no regulamento, realizando os lançamentos e alcançando distâncias expressivas, com alcances próximos dos 130 metros. Em vista disso, foi percebido que os estudantes participaram de forma ativa, eficiente e com responsabilidade do começo ao fim, com apoio dos pais e comunidade em geral na execução da atividade que exige investigar, levantar hipóteses, uma boa fundamentação teórica, escrever, desenhar, calcular, praticar e experimentar.

Ao chegar ao desfecho da investigação, podemos inferir que esta SEI-RCP-ACP desempenhou seu papel, permitindo uma variedade de situações que resultam em aprendizado. Neste viés, para Libâneo (1994, p. 85) “A transformação da percepção ativa para um nível mais elevado de compreensão implica a *atividade mental* de tomar os objetos e fenômenos estudados nas suas relações com outros objetos e fenômenos para ir formando ideias e conceitos mais claros e mais amplos”. Pelo modo de agir dos alunos, percebemos em suas expressões a existência de uma conexão e sentimento de pertencimento entre os colegas e o ambiente, trabalharam com autonomia, demonstraram competências individuais que agregaram de forma significativa na construção coletiva, resultando em reconstrução de conhecimento, favorecendo na sua aprendizagem, e assim, viabilizou a atingir os resultados previstos na meta estabelecida na SEI-RCP-ACP, disponível no Apêndice B.

Sendo assim, todos evoluem na construção da linguagem científica, capacidade de argumentar, defender conceitos científicos em literaturas e comunicar os resultados, favorecendo, aos sujeitos envolvidos nesse processo, aperfeiçoar sua alfabetização científica, logo

É preciso levar os alunos da linguagem cotidiana à linguagem científica e essa transformação, da palavra que os alunos trazem para a sala de aula, com significados cotidianos, para a construção de significados aceitos pela comunidade científica tem um papel importante na construção de conceitos [...]” (Carvalho, 2022, p. 7).

Alguns dias após o evento de lançamento de foguetes, os alunos realizaram a prova da OBA. Eles assumiram com empenho as investigações; assim, levando-os ao aperfeiçoamento na parte prática e experimental da atividade, habilitando-os a elaborar novos saberes por meio da reconstrução de conhecimentos.

Os alunos que atingiram os índices propostos pelos organizadores da MOBFOG foram agraciados com um certificado de participação e medalhas. Salientamos que ao decidir pela participação no evento, a escola precisa dispor de tempo para a organização do evento e incentivar os alunos a assumirem com responsabilidade as tarefas exigidas. É importante estabelecer regras, pois essa atividade gera grande movimentação no ambiente escolar. No caso apresentado, pelo sucesso alcançado na realização do evento, entende-se que valeu a pena arriscar-se, sair da zona de conforto das aulas puramente expositivas e sentir a emoção de realizar atividades que despertam a curiosidade e a criatividade dos alunos. Neste sentido, enquanto professor, comprometido com a causa educativa, ao entrar em uma sala de aula, devo estar aberto a questionamentos, à curiosidade e às dúvidas dos alunos. Preciso atuar como um professor crítico e inquieto diante do desafio de ensinar, em vez de simplesmente transmitir conhecimentos (Freire, 2021). É preciso arriscar-se ao desconhecido, condição que possibilita aos sujeitos aprender e elaborar novos saberes, vindo ao encontro do seguinte dizer: mares calmos não formam bons marinheiros.

As duas atividades desenvolvidas possibilitaram verificar a viabilidade didática do itinerário didático na forma de SEI-RCP-ACP de modo a oportunizar a reorganização delas e junto a proposta de outras quatro que constituem o produto educacional deste estudo e que será o objeto de investigação da presente tese. Nesse sentido, passamos a detalhar o produto educacional como estruturado para aplicação no contexto escolar.

4.4 Detalhamento do Produto Educacional

O Produto Educacional é um requisito necessário para os programas profissionais e tem como objetivo a construção de materiais didáticos resultado de um processo criativo gerado por meio de uma atividade de pesquisa com o propósito facilitar, o ensino ou a disseminação de conhecimento em diversos contextos educacionais. A aderência entre a tese e o PE pode ser crucial para garantir que a pesquisa seja aplicada de forma prática e eficaz no contexto educacional no Ensino Médio. O PE deve estar voltado a prática profissional do doutorando, apresentar um referencial teórico-metodológico e se necessário epistemológico e descrever as etapas de elaboração, aplicação, avaliação, validação e de análise. Eles podem assumir diversas

formas e formatos, desde materiais impressos até recursos digitais, jogos educativos, aplicativos, vídeos, simulações, entre outros (CAPES, 2019).

As categorias de Produto Educacional segundo o documento de área da CAPES (2013), podem ser: mídias educacionais (vídeos, simulações, vídeo-aulas, áudios, aplicativos de modelagem, objetos de aprendizagem, blogs, jogos, experimentos virtuais, etc), protótipos educacionais e materiais para atividades experimentais no laboratório de Ciências, itinerário didático, proposta de ensino por meio de sequências de ensino investigativas, roteiros de oficinas, material textual (manuais, textos de apoio, livros didáticos e paradidáticos) cursos, oficinas, exposições, atividades de divulgação científica, materiais interativos (jogos, kits), softwares, plataformas de aprendizagem e produções artísticas e culturais (Gonçalves *et al.*, 2019). Esses materiais são projetados para atender às necessidades específicas de diferentes públicos, idades, níveis educacionais e contextos de aprendizagem, com o objetivo de tornar o processo de ensino e aprendizagem mais acessível e eficaz, envolvente e significativo (CAPES, 2013). Podem corroborar para melhor qualificar o ensino das disciplinas de Ciências da Natureza, promovendo a compreensão e o interesse pelos fenômenos naturais e científicos. Por fim, esses materiais podem servir de apoio aos professores, pesquisadores que pretendem aperfeiçoar sua prática pedagógica, e assim, despertar nos alunos a curiosidade de investigar situações problemas, levando-os a reconstruir novos conhecimentos científicos.

Em vista disso, pensamos que os professores poderiam agregar nas aulas que ministram novas possibilidades de ensino para estimular a abertura de pensamento e desenvolver nos alunos novas habilidades essenciais que os capacitam a integrar-se melhor no novo modelo de sociedade, tecnológica e globalizada, preparando-os para a inserção no mercado de trabalho cada vez mais seletivo e exigente.

A estruturação do Produto Educacional parte da proposta de interligar o Educar pela Pesquisa com o Ensino por Investigação, organizada a partir do Itinerário didático denominado de “Sequência de Ensino Investigativa – Reconstrução do Conhecimento pela Pesquisa com Autonomia, Competência e Pertencimento”. As etapas desse itinerário didático foram apresentadas no Quadro 6 e são constituídas por um conjunto de ações voltadas a organizar o trabalho do professor de modo a contemplar o defendido nesta tese sobre a importância da investigação como espaço de reconstrução dos conhecimentos.

4.5 Aplicação do Produto Educacional

Esta seção se ocupa de trazer as especificidades do contexto de aplicação do PE, do cronograma e das atividades programadas.

4.5.1 Escola

A fonte de pesquisa desse estudo é uma escola pública estadual localizada no bairro Agostini, município de São Miguel do Oeste do estado de Santa Catarina – Escola Estadual Educação Básica São João Batista – EEBSJB. A escola funciona durante o dia e atende aproximadamente 320 alunos do centro da cidade, do bairro e do interior agrícola do município. São jovens que vivem num contexto social, econômico e cultural diversificado. Em vista dessa conjuntura, nos sentimos desafiados a pensar estratégias pedagógicas que contribuam na construção do conhecimento e sejam capazes de atender as necessidades de aprendizagem de todos os estudantes.

O município de São Miguel do Oeste foi fundado em 15 de fevereiro de 1954. A maioria da população é composta de gaúchos, descendentes de italianos e alemães. A principal atividade dos colonizadores foi a extração da madeira. O padroeiro da cidade é o São Miguel Arcanjo o protetor dos lenhadores. Localiza-se no extremo oeste do estado de Santa Catarina, distante 655 Km da capital Florianópolis. Sua população em 2022, conforme contagem do Censo Demográfico do IBGE, era de 44.330 habitantes. Com um povo trabalhador, prosperou e transformou-se na cidade considerada a capital do extremo oeste catarinense, é a maior cidade do estado de Santa Catarina próximo à fronteira com a Argentina, polarizando importantes órgãos e instituições de saúde, segurança e educação. São Miguel do Oeste tornou-se ponto de parada dos turistas dos países vizinhos principalmente dos argentinos que passam as férias nas belas praias do litoral catarinense. A qualidade de vida também é um destaque a nível nacional. O município tem uma agricultura e pecuária forte que produz soja, milho, feijão, trigo, mandioca, gado de corte, gado de leite, suínos e aves de corte e de postura. No campo da educação possui 4 grandes escolas particulares, Universidades, IFSC e muitas escolas públicas municipais e estaduais que possibilitam o acesso a toda população.

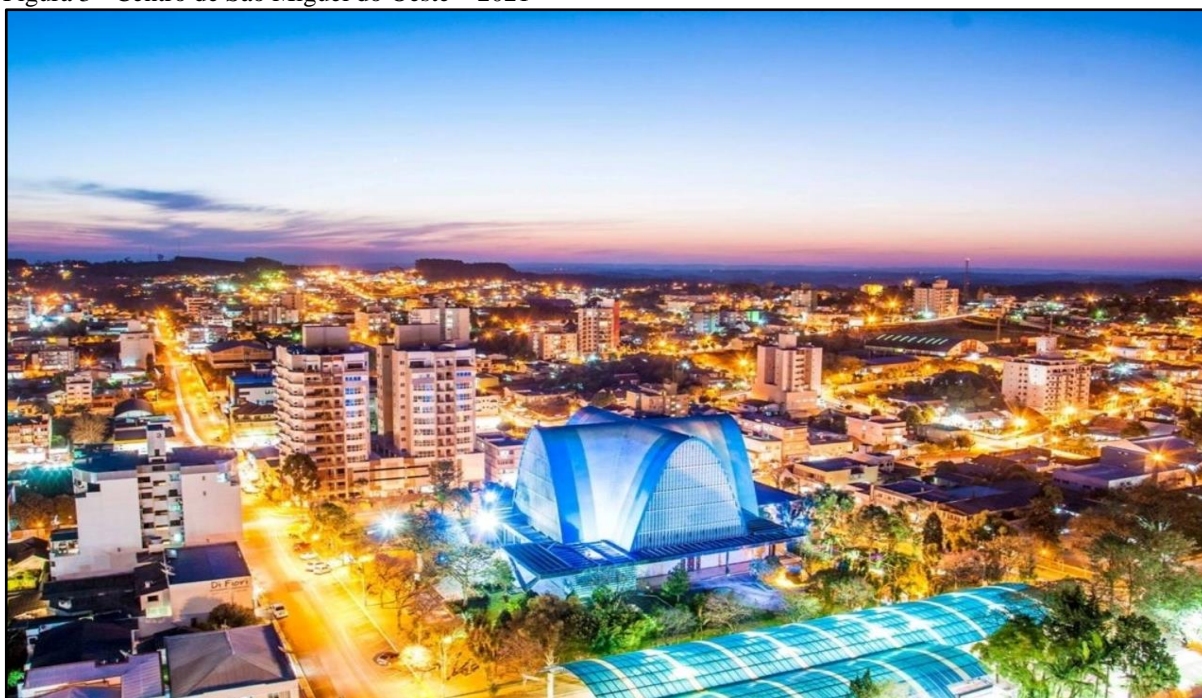
As Figuras 2 e 3 servem de comparativo do crescimento da cidade desde sua fundação.

Figura 2 - Casas dos primeiros habitantes da cidade de São Miguel do Oeste. Detalhe para o barracão que abrigava os migrantes



Fonte: Ulysséa *et al.* (2008). (Adaptado).

Figura 3 - Centro de São Miguel do Oeste – 2021

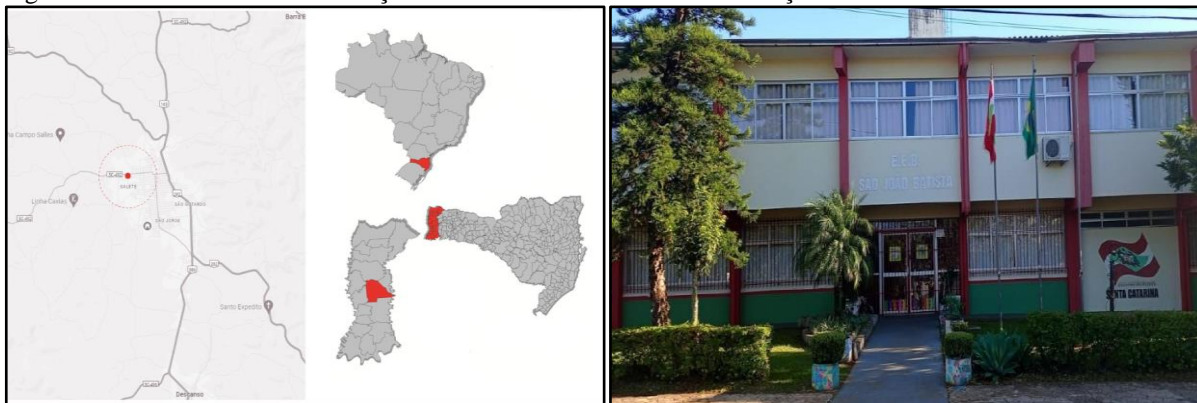


Fonte: Gazeta do Povo (2 abr. 2021).

A estrutura física da escola EEBSJB é adequada para o pleno desenvolvimento das atividades de ensino de todas as áreas do conhecimento. Possui um ginásio de esportes, saguão, cantina do lanche, salas de aula adequadas, pátio, laboratório de informática, laboratório de Ciências da Natureza, Sala Maker, sala dos professores que favorecem ao bom andamento do

processo educativo dessa comunidade. A Figura 4, apresenta a unidade de ensino e sua localização.

Figura 4 - Foto da Escola de Educação Básica São João Batista e localização



Fonte: Autor (2024).

A autorização da escola para o desenvolvimento do estudo e a utilização de sua identificação, consta do Anexo A.

4.5.2 Participantes do estudo

A aplicação do produto educacional aconteceu de junho a setembro de 2024 tendo como participantes 20 alunos, sendo 12 do gênero feminino e 8 do gênero masculino, conforme declarado em suas matrículas escolares. Os alunos participantes estão devidamente matriculados no Primeiro Ano do Ensino Médio da escola e provindos do interior, do bairro e do centro da cidade. Todos os participantes trouxeram, assinados: Autorização de uso de imagem e voz, sem finalidade comercial, Termo de Consentimentos Livre e Esclarecido (TCLE), Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e a escola também forneceu a autorização para a aplicação da pesquisa e a realização das atividades propostas nessa pesquisa de tese. Todos esses documentos constam respectivamente nos Anexos B, C e D. A Figura 5 ilustra o grupo de alunos participantes da pesquisa.

Figura 5 - O grupo investigado



Fonte: Autor (2024).

Os alunos se organizaram em cinco grupos de trabalho para realizar as atividades investigativas. A turma começou com 20 alunos, mas no decorrer da aplicação do produto educacional uma aluna desistiu de participar devido a sua transferência para outra escola. O grupo A ficou composto por quatro alunos do gênero feminino, o grupo B tinha cinco alunos do gênero masculino, o grupo C tinha quatro alunos, sendo três do gênero feminino e um do gênero masculino, o grupo D tinha três alunos do gênero feminino e o grupo E tinha um aluno do gênero feminino e dois do gênero masculino. Até que as atividades fossem concluídas, os participantes de cada grupo se organizaram por afinidade e trabalharam nesta configuração. A proposta desse estudo valoriza a construção da autonomia dos alunos e facilita a interação entre eles e as construções criadas ao longo do percurso. Além disso, dá à turma a liberdade de organizar grupos de forma livre e espontânea.

4.5.3 Cronograma de aplicação

O estudo envolve aplicação de três atividades vinculadas ao itinerário didático SEI-RCP-ACP, cujo tema integram o plano de ensino da disciplina de Física no primeiro ano do Ensino Médio. No Quadro 7 apresentamos o cronograma da aplicação do PE com o tempo envolvido em cada atividade. Embora o PE apresente seis atividades, optamos por aplicar apenas três considerando o tempo necessário para cada atividade e o planejamento escolar, a saber: Experimento do Pêndulo Simples; Período do Pêndulo de Foucault e Leis de Kepler. Todavia,

mesmo não sendo possível aplicar as seis atividades, optamos por deixá-las no PE como forma de enriquecê-lo e apresentar alternativas ao professor.

Quadro 7 - Cronograma dos encontros e as atividades desenvolvidas

Data	Encontro	Número de Períodos	Atividade Desenvolvida
18/06/2024	Zero	02	Palestra: Pesquisa Científica Investigativa
25/06/2024	01	03	Filme: Estrelas Além do Tempo
27/06/2024	02	01	Formação dos grupos de trabalho – Apresentação da proposta SEI – RCP – ACP
02/07/2024	03	02	Experimento do Pêndulo Simples
09/07/2024	04	01	Coleta de dados do Experimento
12/07/2024	05	03	Cálculo do valor da gravidade variando as medidas – Construção do gráfico $T \times L$
30/07/2024	06	01	Encerramento da atividade sobre o Pêndulo Simples – Aplicação da Atividade Somativa
01/08/2024	07	03	Apresentação da Atividade aos grupos de Trabalho – Pêndulo de Foucault
05/08/2024	08	01	Período do Pêndulo de Foucault em relação a latitude – Aplicação da Fórmula
06/08/2024	09	01	Encerramento da atividade sobre o Pêndulo de Foucault – Aplicação da Atividade Somativa
13/08/2024	10	01	Reflexão Final - Discussões entre Professor e Alunos sobre as conclusões da Atividade
20/08/2024	11	01	Apresentação da Atividade – As leis de Kepler
22/08/2024	12	02	Investigações e coleta de dados – Movimento dos Planetas – Construções de Cartazes
27/08/2024	13	01	Elaboração de textos científicos sobre as Leis de Kepler – Movimento dos Planetas
03/09/2024	14	01	Avaliação e Orientação aos Grupos de trabalho – Preparatório para o Seminário de Encerramento
06/09/2024	15	02	Seminário de Apresentação das Pesquisas – Participação via Meet da Orientadora – Professora Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa
17/09/2024	16	01	Encerramento da atividade sobre as Leis de Kepler – Discussões – Aplicação da Atividade Somativa
Total		27	

Fonte: Autor (2024).

A aplicação do produto educacional aconteceu em 16 encontros. O primeiro encontro chamado de encontro zero foi disponibilizada uma palestra com a professora pesquisadora Fabiana Três com o tema Pesquisa Científica Investigativa. No segundo encontro, o número 01, proporcionamos aos alunos assistirem ao filme Estrelas Além do Tempo com a finalidade de incentivá-los a realizarem pesquisas. Com os grupos de trabalho organizados e orientados, seguimos nos encontros subsequentes com o planejamento para a aplicação das sequências de ensino investigativas.

No próximo capítulo nos ocupamos de detalhar os encontros e as atividades realizadas no desenvolvimento das três atividades propostas no PE e organizadas a partir do itinerário didático SEI-RCP-ACP.

5 RELATO DOS ENCONTROS

Esse capítulo é dedicado a relatar os encontros a partir da aplicação das atividades propostas no produto educacional. Assim, dividimos o capítulo em seções que abordam cada uma das tarefas que foram desenvolvidas. A escola, os participantes do estudo e o cronograma foram apresentados no capítulo anterior. Cada atividade que é descrita e desenvolvida neste capítulo também será apresentada aos leitores. Organizamos um quadro que tem a finalidade de direcionar os leitores com as atividades realizadas em cada encontro.

5.1 Encontro zero – palestra sobre Pesquisa Científica Investigativa

As atividades de aplicação do produto educacional começaram em 18 de junho de 2024 com uma palestra sobre a importância de compreender os elementos e as estratégias de realização de uma pesquisa científica. O objetivo deste encontro de dois períodos foi mostrar e discutir o assunto com os alunos participantes do projeto proposto neste estudo, principalmente sobre a importância de fazer Pesquisa Científica Investigativa.

A professora Fabiana Três, que faz parte do quadro de professores da EEBSJB, foi convidada para proferir uma palestra aos alunos participantes da pesquisa, conforme ilustram as Figuras 6 e 7. A escolha da professora está associada ao fato dela desenvolver com os alunos da escola, atividades relacionadas a temáticas como a vida e os trabalhos dos cientistas, suas descobertas e as contribuições no desenvolvimento da Ciência para a evolução da humanidade. A professora falou que cada um de nós pode tornar-se pesquisador e ser capaz de fazer experimentos, coletar dados, discutir conhecimentos, posicionar-se diante de fatos científicos, reinventar e escrever sobre Ciência. Por ser uma incentivadora e criadora de projetos científicos com a atuação de seus alunos, a professora tornou-se reconhecida pela comunidade regional pela sua participação nas Feiras de Ciências com trabalhos relevantes no contexto do Ensino de Ciências.

Figura 6 - Apresentação da palestrante pelo professor autor da pesquisa



Fonte: Autor (2024).

Figura 7 - Palestra com a Professora Fabiana Três



Fonte: Autor (2024).

A fala da professora auxiliou na motivação dos alunos para participar do projeto e contribuiu significativamente o início dos trabalhos e para o engajamento dos alunos nos encontros subsequentes. Os alunos participaram ativamente da palestra, interagindo com perguntas que geraram discussões interessantes entre todos os participantes. Devido a isso, entendemos que as circunstâncias presentes nesse encontro ajudaram os participantes a mobilizar conhecimentos em suas estruturas cognitivas que contribuíram para fortalecer os grupos de trabalho no desenvolvimento das atividades investigativas.

5.2 Encontro 01 – Filme “Estrelas Além do Tempo”

O encontro do dia 25 de junho, com a colaboração da professora de Língua Portuguesa que cedeu dois períodos, somada a aula de Física, utilizamos três períodos para assistir ao filme *Estrelas Além do Tempo* (Figuras 8 e 9), que serviu como fonte de inspiração aos alunos com lições valiosas que podem ser aplicadas em diversas áreas de nossas vidas. A história das protagonistas do filme, nos ensinam sobre superação, valorização da diversidade, busca por conhecimento, trabalho em equipe, determinação e quebra de estereótipos. Ao incorporar esses ensinamentos em nossas vidas, podemos enfrentar obstáculos com mais determinação, criar material genuíno e inspirador e ter sucesso em nossas áreas de atuação. Escolhemos esse filme, previamente pensando nas categorias que serão exploradas na pesquisa.

Figura 8 - Cine pipoca



Fonte: Autor (2024).

Figura 9 - Professor e alunos assistindo ao filme: Estrelas Além do Tempo



Fonte: Autor (2024).

Após a apresentação do filme, tivemos uma breve conversa sobre as situações importantes e as cenas marcantes que ficaram em destaque. Em seguida, os participantes tiveram a oportunidade de se posicionar, pensar e refletir sobre questões relevantes e que podem ser relacionadas com o comportamento da sociedade atual diante de temas polêmicos com os presentes no filme. Elaboramos 19 perguntas, para os alunos responderem, pertinentes a vida, sociedade, mundo tecnológico, relacionadas ao conteúdo do filme (Apêndice C).

Por fim, podemos perceber que o realizado nesses dois primeiros encontros, serviu como motivação para a preparação dos grupos de trabalho. O filme “Estrelas Além do Tempo”, propiciou aos alunos uma reflexão importante e a palestra proferida pela professora Fabiana Tres oportunizou momentos de aprendizagem com aprofundamento teórico sobre o fazer pesquisa em Ciências da Natureza por meio de experimentos instigados pela curiosidade em investigar temas científicos.

5.3 Encontro 02

No encontro do dia 27 de junho utilizamos um período para conversar com os alunos sobre a proposta e as atividades a serem desenvolvidas ao longo dos encontros. Realizamos um diálogo a respeito de como seria a aplicação do produto educacional e ficou combinado que seria nos meses de junho, julho, agosto e setembro. Neste dia, começamos a recolher os documentos que foram assinados pelos alunos e os pais. Os alunos participantes assinaram o TALE. O TCLE e o documento do uso de voz e imagem dos participantes, enviamos aos pais ou responsáveis que o devolveram assinado. Após todos os documentos assinados os alunos estariam aptos a participar da pesquisa. Em seguida, definimos as regras e a consolidação do compromisso assumido pelos alunos para a realização das atividades investigativas do produto educacional. Por fim, os grupos de trabalho reuniram-se para estabelecer suas estratégias para a realização das atividades propostas.

5.4 Encontro 03

No dia 02 de julho, utilizamos dois períodos e começamos a aplicação das atividades do Produto Educacional com a apresentação aos alunos do experimento do Pêndulo Simples que faz parte da primeira atividade da SEI-RCP-ACP e que tem por objetivo investigar e encontrar o valor da constante da aceleração da gravidade no local de sua execução, no caso, na EEBSJB em que a altitude é de aproximadamente 720 m.

Ao receberem a atividade e analisar a situação problema a ser resolvida, os grupos de trabalho se reuniram e organizaram os materiais para construir o pêndulo, colocá-lo a oscilar e coletar dados e informações. Como a turma já tinha realizado este experimento na aplicação piloto, relatado no item 4.3.1, a maioria já estava familiarizada com o conteúdo em estudo. Alguns alunos da turma foram matriculados após a aplicação piloto e ainda não conheciam o propósito desta atividade experimental. Estes alunos foram incluídos na formação dos grupos de trabalho e começaram a interagir na realização da atividade.

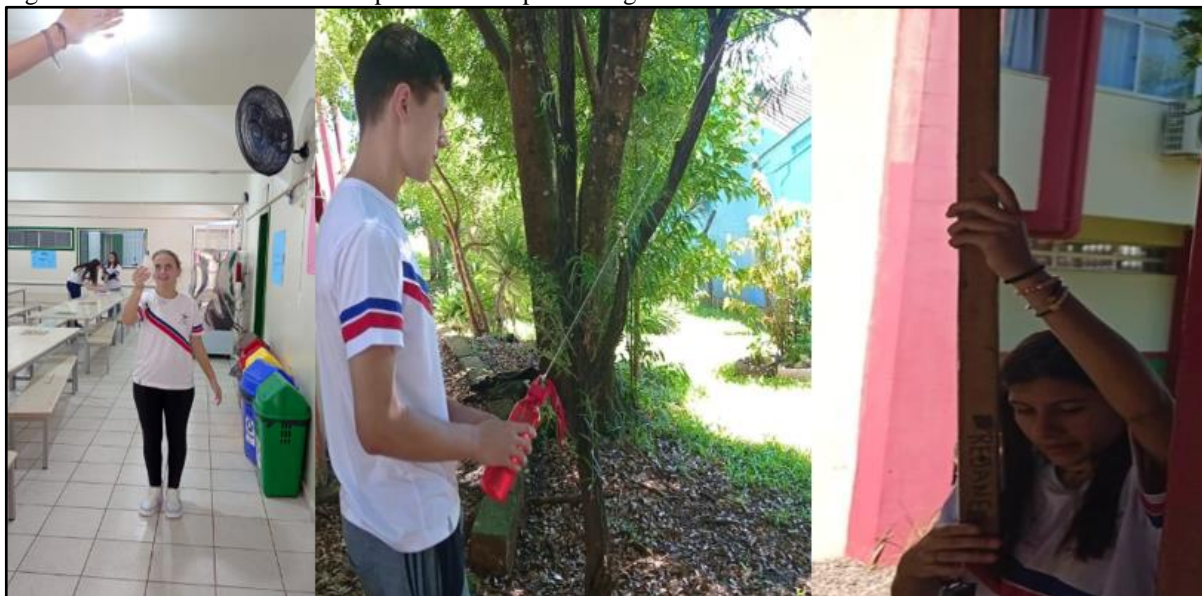
Para iniciar a atividade, os alunos leram sobre o que deveriam fazer para começá-la com a finalidade de produzir dados para futura análise e gerar resultados capazes de satisfazer a resolução da situação-problema em questão. No início da atividade orientamos os alunos de modo a que se sentissem confiantes, pertencentes e em conexão com o ambiente, colegas, professor e o conteúdo a ser explorado. Os grupos tiveram também a liberdade de escolher o local para a realização do experimento (Figuras 10 e 11). Decidiram pelo pátio da escola, laboratório Maker, saguão e na sala de aula. No começo da atividade os grupos trabalharam sem o compromisso de extrair dados exatos, pois nesse momento a ideia era que eles entendessem a dinâmica do experimento. Na aula seguinte os grupos começaram a explorar dados mais complexos e tabular em quadros, conforme apresentado no Quadro 8, explorado por um grupo.

Figura 10 - Professor acompanhando os alunos enquanto realizam o experimento do Pêndulo Simples



Fonte: Autor (2024).

Figura 11 - Alunos realizando o experimento no pátio e saguão da escola



Fonte: Autor (2024).

Os grupos tiveram liberdade de usar qualquer objeto com massas e comprimentos diferentes para a confecção do pêndulo. Não aconteceu diálogos entre os grupos sobre medidas utilizadas, devido a estratégia previamente pensada de distanciá-los no momento de realização da atividade. A ideia era que cada grupo extraísse seus próprios dados sem *a priori* se preocupar com os resultados que seriam obtidos. Ao passar pelos grupos ouvimos perguntas do tipo: E se aumentar o tamanho da cordinha ou a massa do objeto vai alterar o valor final de g ? Em vista disso, a sugestão foi que cada grupo realizasse o experimento com diferentes objetos e variando o comprimento da cordinha. Para não interferir na autonomia dos alunos não fornecemos nenhuma resposta pronta. A ideia central dessa SEI-RCP-ACP foi de instigar a curiosidade e incentivar os alunos a levantar diversas hipóteses e em seguida assumir a mais adequada, e então, a partir deste ponto os mesmos começaram a experienciar, investigar, coletar dados para posterior análise e conclusão dos resultados da pesquisa. Percebemos que os alunos entenderam a ideia de que seriam os protagonistas das investigações que os levaria a construir conhecimento. Ao começar a atividade, orientamos para que ficassem atentos nas medidas do comprimento do pêndulo e na cronometragem dos períodos. O roteiro-guia foi o mesmo do utilizado na aplicação piloto dessa atividade que integra o Apêndice D.

5.5 Encontro 04

No dia 09 de julho, trabalhamos com um período e os grupos de alunos reuniram-se para analisar os dados coletados na atividade experimental da aula anterior. Notamos que os alunos

compreenderam com naturalidade a forma empírica do entendimento da constante da aceleração da gravidade e sua ação sobre os corpos, do tipo, os corpos pesados caem com maior velocidade, assemelhando-se ao pensamento filosófico de Aristóteles século III a. C, que consideramos cientificamente errado nos dias atuais.

Mas no momento que começaram a investigar com mais profundidade nas literaturas e a fazer o experimento, coletando dados, comparando situações e a calcular por meio dos dados coletados, notamos que os alunos em sua maioria perceberam que no âmbito científico, pensamento de Galileu no século XVI, os resultados são mais fundamentados, e assim, entenderam que é preciso estudos mais profundos para desvendar a complexidade dos fenômenos da natureza. Foi preciso investigar a influência da gravidade sobre todos os corpos sujeitos a elas, do tipo: se largarmos uma pedra e uma pena da mesma altura, qual dos objetos cai antes ao chão? Em vista disso, foi sugerido aos alunos no final da atividade que elaborassem um texto descrevendo suas percepções das atividades a luz das perspectivas de Aristóteles e Galileu. Selecionamos dois textos que estão postados no Anexo E.

Na sequência assistiram a um vídeo²⁵ que apresenta a seguinte situação: é colocado uma pedra e uma pena num dispositivo (recipiente) isolado, sem a presença de ar (vácuo), e aí, os alunos observaram que os dois objetos caem juntos. A partir desse momento a maioria dos alunos despertaram para compreender mais sobre a teoria e Lei científica de queda dos corpos.

Conforme já mencionado, com o experimento do pêndulo simples a pretensão seria que os alunos investigassem a relação entre o período de oscilação e o comprimento do pêndulo. Durante a realização, alguns alunos encontraram dificuldades na aplicação da equação matemática que relaciona essas variáveis. Em vista disso, nessa fase da atividade, os grupos solicitaram orientação ao professor sobre como extrair o comprimento l e a gravidade g da raiz quadrada. Da equação do período do Pêndulo Simples: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, elevamos todos os termos ao quadrado, e assim, conseguimos isolar o g , ficando a equação assim escrita: $g = 4\pi^2 L/T^2$. Essa ação, permitiu que os alunos resolvessem os valores de g por meio dos dados coletados e escritos em tabelas conforme propostas na atividade. A intervenção foi necessária para que os grupos pudessem prosseguir e concluir a tarefa. As Figuras 12 e 13 ilustram momentos em que os alunos desenvolvem a atividade.

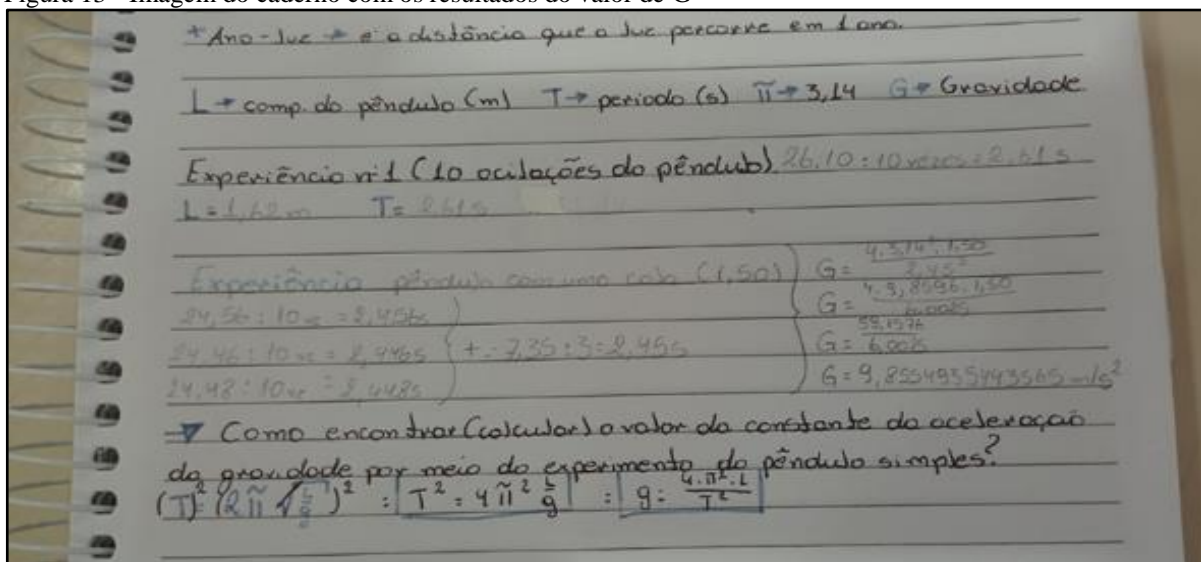
²⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=Tdnq3HZIowQ>

Figura 12 - Alunos realizando a análise dos resultados do experimento



Fonte: Autor (2024).

Figura 13 - Imagem do caderno com os resultados do valor de G



Fonte: Autor (2024).

O grupo A construiu um pêndulo de 1,50m de comprimento e a média dos períodos foi de 2,61s, chegando a um resultado de $9,85\text{m/s}^2$ para a aceleração da gravidade (Figura 15).

5.6 Encontro 05

No dia 12 de julho trabalhamos com três períodos e os grupos realizaram o experimento utilizando várias medidas para o comprimento do pêndulo (Figura 14). A maioria dos grupos conseguiu coletar e registrar os dados, variando o comprimento do pêndulo de mesma massa

que gerou diferentes valores dos períodos. Por meio dos dados coletados, os grupos construíram o Gráfico 1: $T \times L$.

Figura 14 - Grupo de alunos medindo o período de oscilação do pêndulo simples



Fonte: Autor (2024).

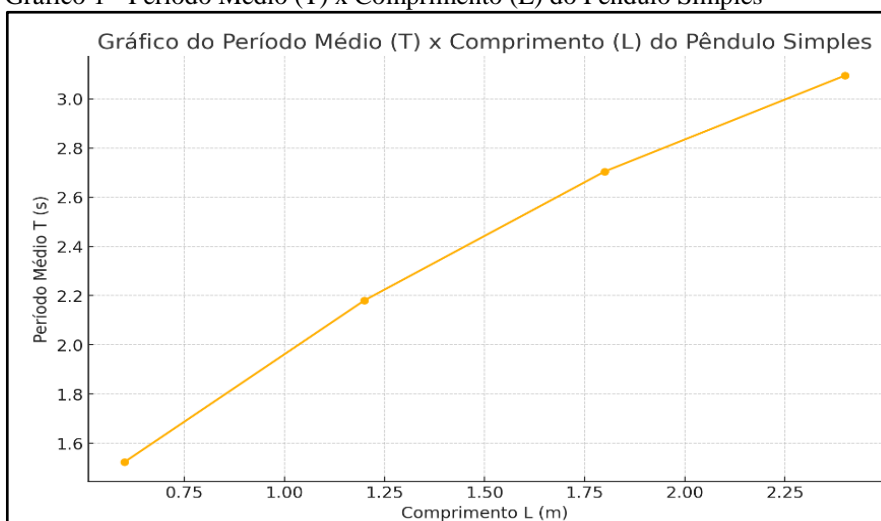
A seguir, apresentaremos o Quadro 8 e o Gráfico 1 construído com auxílio de ferramenta digital com os resultados coletados pelo Grupo B:

Quadro 8 - Dados extraídos pelo grupo B na realização do experimento

Comprimento (m)	Tempo de 10 oscilações (s)	Período Médio (s)	ΔT (s)	g (m/s ²)
I = 0,60	15,23	1,523		10,20
II = 1,20	21,81	2,181	$\Delta T = B - A = 0,658$	9,95
III = 1,80	27,05	2,705	$\Delta T = C - B = 0,524$	9,70
IV = 2,40	30,95	3,095	$\Delta T = D - C = 0,390$	9,88
				$g_{\text{média}} = 9,93$

Fonte: Autor (2024).

Gráfico 1 - Período Médio (T) x Comprimento (L) do Pêndulo Simples



Fonte: Autor (2024).

O Grupo B trabalhou com quatro medidas dos comprimentos designadas com a numeração romana I, II, III, IV para a média do período de 10 oscilações completas. Nota-se que a ideia do grupo foi trabalhar com valores diretamente proporcionais do menor para o maior para o comprimento do pêndulo, possivelmente pensaram em observar se o período também aumentaria na mesma proporção. Por meio dos dados coletados calcularam a gravidade conforme apresentado no Quadro 2. Na coluna da variação do período é possível verificar que quanto maior o comprimento do pêndulo, menor é a variação do período. Na construção do gráfico, desenvolvido com ajuda de programa de computador, é perceptível uma pequena curva para baixo, mostrando que quanto maior o comprimento do pêndulo mais a linha se aproxima do seu eixo. A média aritmética dos quatro valores da gravidade foi de $9,93 \text{ m/s}^2$. Considerando as margens de erro e as condições da realização da atividade experimental, os valores encontrados se aproximam do valor aceito e reconhecido pela comunidade científica. Este pêndulo foi construído pelo Grupo B no Laboratório Maker (Figura 15) e posteriormente serviu de base para a apresentação a outra turma de alunos. Para a apresentação utilizaram somente a medida de 2,40 m de comprimento que está representado na última linha do Quadro 2.

Figura 15 - Alunos preparando o pêndulo para a apresentação



Fonte: Autor (2024).

Neste dia, a professora de Química cedeu sua aula para que os alunos pudessem concluir a atividade. Isso favoreceu o bom andamento da atividade e posterior apresentação para outro grupo de alunos como forma de divulgação dos resultados da investigação. O professor deu abertura ao seminário (Figura 16), contribuindo com conhecimentos referentes ao tema da situação-problema proposta na investigação. Na oportunidade procedemos com alguns comentários sobre os cientistas Aristóteles do século III a. C (pensamento filosófico) e Galileu, século XVI (pensamento científico) em relação a gravidade e queda dos corpos.

Figura 16 - Participação do Professor Altair José Fontana no seminário – julho/2024



Fonte: Autor (2024).

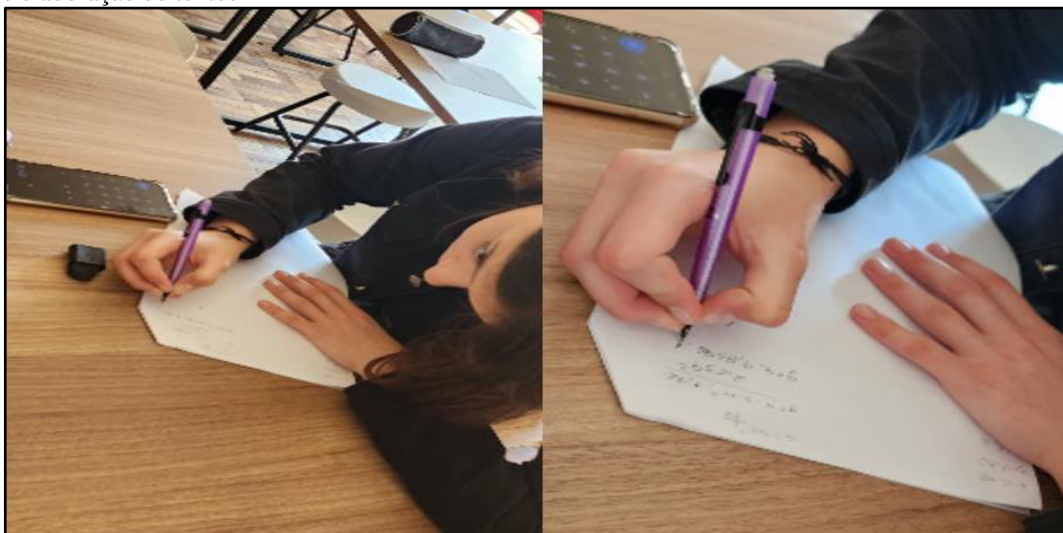
Para a apresentação da atividade, os alunos construíram um pêndulo de 2,40 m de comprimento utilizando uma corda fina inelástica e amararam um objeto de massa 1kg na extremidade formando um conjunto bem centralizado, o que favoreceu na estabilidade do sistema quando colocado a oscilar. Colocaram emoção na hora da realização do experimento, convidaram os participantes que a cada ida e volta do pêndulo todos falassem juntos: um, dois, três, até completar dez oscilações, momento que cessaria a cronometragem do tempo. Em seguida utilizaram o valor do tempo total e dividiram por 10 para extrair a média do período objetivando reduzir a margem de erro.

Diante da plateia por meio da equação do pêndulo simples, calcularam a gravidade e encontraram o valor de $9,88 \text{ m/s}^2$, valor próximo ao $9,81 \text{ m/s}^2$ registrado na literatura especializada. A medida deixou o grupo muito empolgado, assim como o professor/monitor do laboratório Maker que ficou encantado com a dinâmica da aula, desenvoltura e autonomia dos alunos na realização do experimento. No final da aula esse professor fez o seguinte comentário: *“como eu gostaria de ter tido uma aula de Física assim quando eu estudei no Ensino Médio”*. Em todo percurso sempre encorajamos e incentivamos a promoção de discussões em grupo para que os alunos pudessem compartilhar suas dificuldades com a finalidade de aprender uns com os outros.

5.7 Encontro 06

No dia 30 de julho, utilizamos um período de aula com a aplicação da atividade somativa como forma de diagnosticar a aprendizagem (Figura 17). O objetivo foi observar a medida do desempenho dos alunos a partir das metas estabelecidas; proporcionar aos alunos um retorno sobre seu nível de compreensão e domínios dos conteúdos pesquisados; constatar os pontos que precisariam ser retomados, servindo como um fator de motivação na busca por estudar mais sobre o assunto que apresentaram mais dificuldade; e, constatar o rendimento individual e observar se haveria a necessidade de retomar o conteúdo.

Figura 17 - Aluna realizando a atividade somativa – momento individual de resolução de problemas e elaboração de textos



Fonte: Autor (2024).

Por fim, consideramos que o resultado da investigação e da atividade somativa foi satisfatória, pois os alunos demonstraram bom domínio dos principais conceitos relacionados ao conteúdo investigado. A maioria dos alunos conseguiu trazer aspectos discutidos por Aristóteles e Galileu sobre a queda dos corpos, e também que: o peso dos corpos e a gravidade são relativos a massa do planeta que são submetidos; há uma relação entre comprimento e período no cálculo do valor da gravidade local; o valor da gravidade vai diminuindo com a altitude; o valor da gravidade calculado por meio do experimento do pêndulo independe da massa do objeto; a área do objeto em queda livre e a resistência do ar influenciam na queda do corpo; e, uma pena e uma pedra soltas da mesma altura caem juntas num ambiente com ausência de ar.

Atividade 02 – Pêndulo de Foucault: Experimento sobre o movimento de rotação da Terra

5.8 Encontro 07

No dia 01 de agosto os grupos trabalharam com três períodos no turno vespertino, cujo objetivo foi investigar o comportamento do pêndulo de Foucault que é um experimento simples que demonstra a rotação da Terra. A sequência investigativa disponível no Apêndice E, foi aplicada logo após a atividade do experimento do Pêndulo Simples que tinha como propósito determinar o valor da constante da aceleração da gravidade. Os materiais utilizados nos dois experimentos e a maneira de sua execução são bastante semelhantes, em vista disso, constatamos que os alunos operaram a atividade com desenvoltura. Como este experimento exigiu que o pêndulo oscilasse por mais tempo para poder fazer as observações desejadas, notamos que os grupos de trabalho precisaram se empenhar com profundidade na busca de informações, obrigando-os também a abstrair o pensamento e indo além dos dados concretos trazidos pelo experimento no sentido de tornar eficiente a busca das informações e construção dos dados.

Após as orientações iniciais e a apresentação da situação-problema, os grupos de trabalho começaram a atividade pelo levantamento de hipóteses e em seguida a busca por informações nos mais diversos materiais de pesquisa que evidenciassem a história do pêndulo de Foucault. Na sequência, começaram a montar o pêndulo e executar o experimento no laboratório Maker (Figura 18).

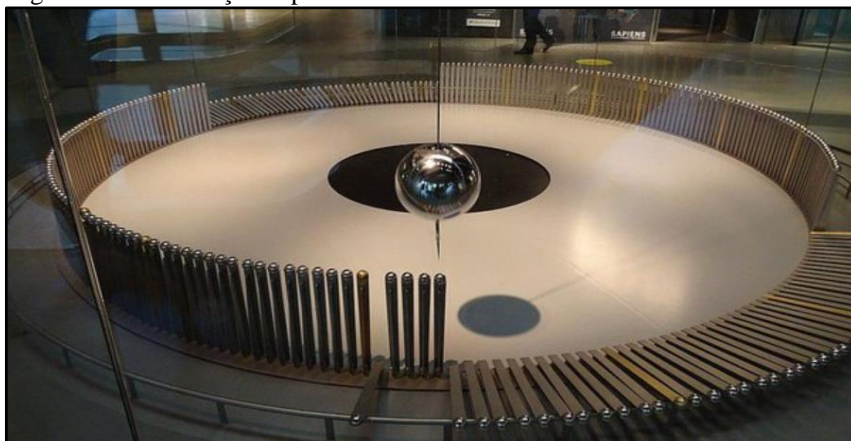
Figura 18 - Alunos realizando medidas e organizando o experimento



Fonte: Autor (2024).

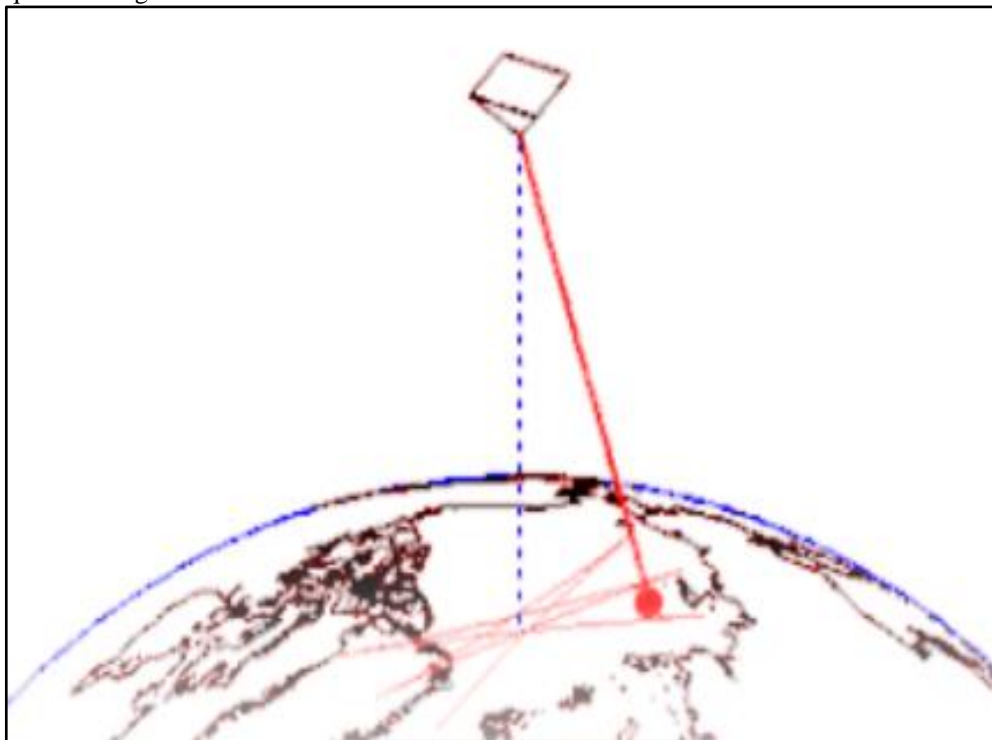
Os dados a serem obtidos na execução deste experimento são derivados da oscilação no decorrer do tempo, em que ele vai trocando de posição em relação aos pontos cardeais. Esses fatores exigiram que os alunos exercitassem a paciência em observar com certa precisão o comportamento do pêndulo que ia trocando de posição ao longo do tempo. A primeira constatação feita pelos alunos foi que ao girar para frente e para trás o pêndulo também gira lentamente em torno de eixo vertical, e assim, ia derrubando os objetos, colocados um ao lado do outro, dispostos em círculo com uma velocidade constante, conforme mostra a Figura 19, sugerindo a formação de uma circunferência ao completar um ciclo circular sem parar de oscilar. Notamos que essa observação já trouxe para o imaginário dos alunos uma evidência de que a Terra gira (Figura 20), mas naquele momento essa constatação ainda podia ser classificada como uma hipótese.

Figura 19 - Observação experimental do Pêndulo de Foucault



Fonte: <https://pt.quora.com/O-que-%C3%A9-o-P%C3%AAndulo-de-Foucault-e-qual-%C3%A9-a-sua-utilidade> (2021).

Figura 20 - Print de um vídeo que mostra que, na Terra, o plano do pêndulo muda, provando que a Terra gira com velocidade constante



Fonte: <https://pt.quora.com/O-que-%C3%A9-o-P%C3%AAndulo-de-Foucault-e-qual-%C3%A9-a-sua-utilidade> (2014).

Por meio do site descrito na legenda das Figuras 19 e 20 que apresenta um vídeo que tem um pêndulo oscilando e riscando o chão e sua finalidade é demonstrar que a Terra está girando. Esta observação corroborou significativamente para que os alunos reconstruíssem novos entendimentos dos conceitos relacionados ao experimento. Foi interessante ver a curiosidade dos alunos executando o experimento²⁶ como se estivessem imitando Foucault em 1851, aplicando sua teoria de forma prática a uma plateia de franceses movida pela emoção de provar que a Terra gira.

Até esse momento da aplicação da atividade os grupos de alunos já tinham realizado o experimento com a extração de importantes conclusões, investigaram informações teóricas sobre o pêndulo e assistiram a um vídeo²⁷ que serviu de fonte de inspiração e informação para a continuidade da investigação.

No decorrer da atividade (Figura 21) propomos que assistissem a um vídeo desenvolvido por um aluno do primeiro ano da turma 102 da EEBSJB juntamente com um aluno do segundo ano do SENAI, aluno que fez o Ensino Fundamental na EEBSJB, que possuem um canal no

²⁶ O link <https://vm.tiktok.com/ZMhnKygLr/> apresenta um vídeo em que um grupo de alunos apresenta o experimento para uma turma do segundo ano.

²⁷ <https://pt.quora.com/O-que-%C3%A9-o-P%C3%AAndulo-de-Foucault-e-qual-%C3%A9-a-sua-utilidade>

YouTube que discute temas interessantes de Matemática e Ciência. Eles elaboraram e editaram um vídeo de 8:56 minutos que explica as razões para não acreditar na absurda ideia da teoria da Terra plana, defendida por muitos grupos que tentam distorcer verdades científicas já provadas pela Ciência. Os grupos assistiram ao vídeo²⁸ como forma de agregar mais conhecimentos sobre os movimento e dinâmica da Terra. Esta atitude serviu também para valorizar e incentivar as criações e as investigações dos colegas pesquisadores e seu canal de divulgação de conhecimento de cunho científico.

Figura 21 - Grupo de alunos realizando a atividade experimental e ao fundo o professor fazendo anotações no diário de bordo



Fonte: Autor (2024).

5.9 Encontro 08

No dia 05 de agosto a professora de Química cedeu um período de sua aula. O propósito era que os grupos de trabalho encontrassem soluções a duas perguntas que foram levantadas no encontro anterior, assim elaboradas: 1) Qual o comportamento do pêndulo ao variar o local de realização do experimento? 2) Qual a influência da latitude no período de rotação do pêndulo? Neste encontro, alertamos os alunos para administrarem o uso do tempo disponível no sentido de dinamizar a realização da atividade para poderem concluir a investigação nas aulas que foram definidas para essa Sequência de Ensino Investigativa.

²⁸ <https://youtu.be/oLhMmK1hyxc>

Nesta aula, os grupos pesquisaram no laboratório de informática, nos *tablets* que a escola disponibiliza e no celular dos próprios alunos para encontrar as informações que viessem a solucionar o problema do período de rotação nas diferentes latitudes do planeta Terra. Encontraram muitos sites que apresentam a fórmula elaborada por Foucault para calcular o período de rotação da Terra que é $T(\theta) = 24/\text{sen}\theta$. No decorrer da aula, realizamos orientações nos grupos de trabalho, referentes à utilização da fórmula para o cálculo de T em diferentes latitudes. A aula possibilitou que os alunos entendessem como utilizar a fórmula e calcularem os valores de T de importantes cidades do nosso planeta (Figura 22).

Ao término da aula, muitos alunos, motivados pelo que aprenderam, disseram que iriam continuar a calcular como tema de casa os períodos de algumas regiões do planeta. Percebemos que o maior problema encontrado pelos alunos é no momento de quantificar o fenômeno por meio da aplicação da fórmula. Então, nesse momento, realizamos uma orientação para todos os alunos que logo compreenderam como encontrar o período de qualquer latitude com a utilização da fórmula. Essa intervenção serviu de impulso aos grupos na continuidade da pesquisa. Ressaltamos que, em hipótese alguma, as pequenas intervenções retiram o protagonismo dos alunos, pelo contrário, elevaram a motivação para a continuidade da pesquisa, aprimorando o desempenho das investigações, elaborações e reconstrução de novos conhecimentos por meio do conhecimento científico.

Figura 22 - Momento em que os grupos de trabalho estão elaborando o relatório dos resultados da pesquisa



Fonte: Autor (2024).

5.10 Encontro 09

No encontro do dia 06 de agosto utilizamos um período para aplicar de forma individual a atividade somativa. A maioria dos alunos conseguiu resolver as questões propostas, demonstrando que houve o entendimento do conteúdo. Ao avaliar as resoluções individuais feitas pelos alunos, constatamos que o índice de acertos ficou acima de setenta por cento. Suas escritas, mostram que aprenderam conhecimentos do tipo: que a Terra é redonda e gira em torno de seu próprio eixo com velocidade constante e seu período de rotação é inversamente proporcional ao seno da latitude do local.

5.11 Encontro 10

No dia 13 de agosto utilizamos um período que foi o último encontro dessa atividade investigativa. Essa aula foi utilizada para discussões entre os alunos e com o professor que ajudou esclarecer dúvidas referentes ao tema investigado. O professor calculou alguns períodos com diferentes latitudes. Pelos comentários dos alunos, notamos que entenderam a teoria de Foucault sobre as razões que nos levam a acreditar que a Terra gira. Neste encontro os alunos utilizaram uma parte da aula para concluir e elaboração do relatório.

Finalizamos a aplicação desta Sequência de Ensino Investigativa e relatamos aqui todas as ações realizadas pelos grupos de alunos nas cinco aulas trabalhadas, que são: a construção e observação do comportamento do Pêndulo de Foucault; os vídeos assistido; a investigação dos conteúdos relacionados ao comportamento do Pêndulo de Foucault em livros e mídias digitais; o cálculo do valor do período de rotação do Pêndulo de Foucault em diferentes cidades do mundo com a utilização da equação $T(\theta) = 24/\text{sen}\theta$; a investigação sobre o significado de latitude, longitude e altitude; a resolução de problemas na atividade somativa (individual); o relatório elaborado pelos grupos com as conclusões da investigação; e, ainda, a elaboração por parte de alguns alunos de um texto individual sobre os resultados obtidos ao longo da pesquisa. Por fim, relatamos ainda que os alunos aprenderam sobre a importância histórica do experimento de Jean Bernard Léon Foucault, situando-o no desenvolvimento da Ciência e que ajudou aos alunos no desenvolvimento de seu pensamento científico, valorizando a evidência empírica. Além disso, o realizado incentivou a autonomia em montar e realizar o experimento, despertando a curiosidade e o senso de paciência nas observações que levou a compreensão de como o Pêndulo de Foucault consegue demonstrar a rotação da Terra, relacionando o movimento oscilatório do pêndulo com a rotação do planeta.

Ao finalizar a atividade organizamos uma confraternização com um lanche especial com a presença da professora Fabiane Três no Laboratório Maker (Figura 23).

Figura 23 - Momento de confraternização



Fonte: Autor (2024).

Atividade 06 - Leis de Kepler – As três leis que descrevem os movimentos dos planetas sem se preocupar com suas causas

5.12 Encontro 11

No dia 20 de agosto utilizamos um período para apresentar aos grupos de trabalho a atividade a ser investigada que contemplou as Leis de Kepler que tinha como objetivo os seguintes aspectos: compreender o movimento dos planetas a partir do modelo heliocêntrico de Nicolau Copérnico; analisar o período de translação dos planetas que compõem o Sistema Solar; desenhar e conceituar as três Leis de Kepler; calcular o período de rotação dos planetas por meio da equação da Terceira Lei de Kepler (Figura 24). Essa SEI – RCP - ACP apresentada no Apêndice F, foi planejada para ser executada em três aulas, mas houve a necessidade de utilizar oito aulas para completar todos os passos da atividade e a conversa com a professora orientadora do pesquisador com os alunos participantes.

Figura 24 - Alunos organizando as estratégias para construção do cartaz



Fonte: Autor (2024).

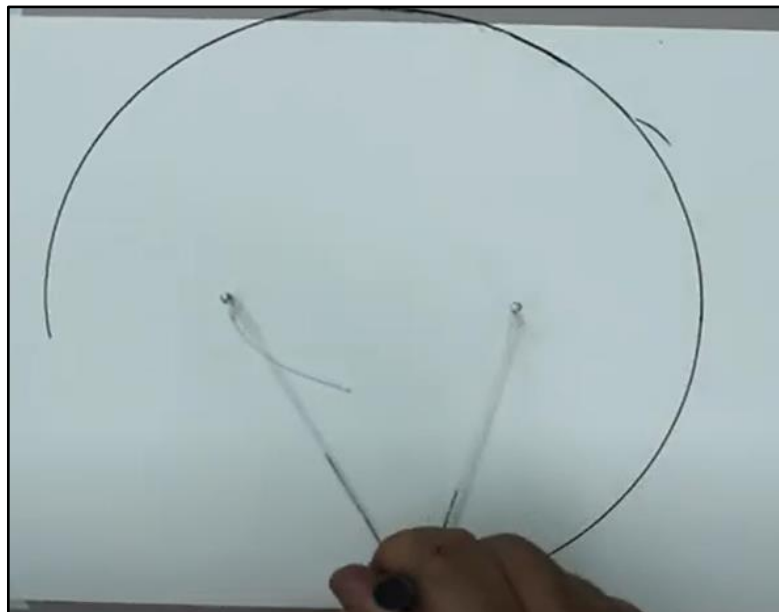
Neste encontro os alunos pesquisaram o tema a partir dos sites sugeridos no itinerário didático com a finalidade de coletar as informações necessárias para a realização da pesquisa. A investigação aconteceu por meio de livros e de mídias digitais. O roteiro com as questões de investigação está disponível no Apêndice G. Ao término da aula ficou combinado que no começo do encontro seguinte os grupos iriam transcrever os dados e elaborar a pesquisa por meio de cartazes que em seguida seriam expostos no mural do corredor da escola. Para o tema de casa ficou combinado que os alunos continuariam a pesquisar sobre as Leis de Kepler e que este material seria utilizado na aula seguinte como fonte de informação.

5.13 Encontro 12

No dia 22 de agosto, utilizamos dois períodos, nos quais os grupos de trabalho de posse do material coletado nas investigações, elaboraram os cartazes que contemplaram os conceitos e desenhos com importantes conclusões sobre a teoria das Leis de Kepler. Outro acontecimento importante dessa aula foi quando os alunos acessaram ao site²⁹ em que o professor Markoni Heringer ensina a traçar uma elipse com material de baixo custo (Figura 25).

²⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=sHWbjFSen7U>

Figura 25 - Professor Markoni demonstrando a forma de traçar uma elipse numa cartolina utilizando dois alfinetes e uma cordinha



Fonte: Print do vídeo no min 3:18s do site:
<https://www.youtube.com/watch?v=sHWbjFSen7U>

Em poucos minutos os alunos já estavam utilizando a técnica para montar as trajetórias dos planetas em torno do Sol. Em seguida, os alunos desenharam numa cartolina o Sistema Solar, respeitando as escalas dos diâmetros das órbitas de todos os planetas em relação ao Sol, que se encontra em um dos focos da elipse. A base de dados utilizada para essas escalas foi por meio de uma tabela presente no livro didático que tem os períodos e os raios de translação de cada planeta. Foi um encontro onde todos os alunos trabalharam intensamente, dividiram tarefas e ainda alguns grupos planejaram concluir a tarefa como tema de casa.

5.14 Encontro 13

Neste encontro de um período, ocorrido no dia 27 de agosto, encaminhamos os alunos para que escrevessem um texto com as principais conclusões relacionadas ao tema investigado. Alguns alunos fizeram um texto coletivo e outros preferiram elaborar de forma individual. Orientamos os alunos que essas elaborações serviriam de apoio para a realização da atividade somativa que ficou programada para o último encontro. Aproveitamos este encontro para esclarecer dúvidas, orientar e avaliar as atividades desenvolvidas pelos alunos. Combinamos que os textos seriam recolhidos no último encontro.

5.15 Encontro 14

O encontro de um período foi realizado no dia 03 de setembro em que os grupos se reuniram para organizar os materiais produzidos em suas investigações que seriam apresentados no seminário do dia 6 de setembro. O professor utilizou um tempo da aula para orientar os alunos referente ao uso da fórmula dos períodos de translação dos planetas, explicados pela Terceira Lei de Kepler. No final da aula os grupos definiram a ordem do começo ao final da apresentação dos trabalhos de pesquisa pelos grupos de trabalho para o próximo encontro.

5.16 Encontro 15

No encontro do dia 06 de setembro utilizamos dois períodos e neste dia registramos a presença da orientadora do pesquisador, professora Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa. A professora participou via *meet* do encontro com o objetivo de conhecer e dialogar com os alunos participantes da pesquisa, acompanhar o andamento dos trabalhos da aplicação do produto educacional. A professora fez importantes colocações do mundo científico e algumas perguntas relacionadas as atividades de pesquisa e das produções realizadas durante a aplicação do produto educacional. Foi um momento de interação entre orientadora, pesquisador e alunos participantes (Figura 26). As duas aulas utilizadas para esse encontro foram cedidas pelo professor de Matemática.

Figura 26 - Print do meet de participação da professora orientadora no seminário de apresentação das pesquisas no dia 06/09/2024



Fonte: Autor (2024).

Na sequência aconteceu o seminário em que os grupos de trabalho apresentaram os resultados de suas produções científicas (Figura 27). Na aula anterior os grupos organizaram a ordem de apresentação das pesquisas obedecendo uma sequência de temas investigados.

Figura 27 - Grupo investigado momentos antes do seminário de apresentação das pesquisas



Fonte: Autor (2024).

A ordem dos temas de cada grupo ficou assim definida: a) A vida e obra do cientista Johannes Kepler. b) Movimentos dos planetas. c) Sistema Geocêntrico de Cláudio Ptolomeu. d) Sistema Heliocêntrico de Nicolau Copérnico. e) Primeira e Segunda Leis de Kepler. f) Terceira Lei de Kepler. g) Reflexão final. Os grupos pesquisaram todos os temas, mas planejamos que cada grupo apresentaria uma parte da pesquisa para tornar o seminário mais dinâmico, interativo e com a participação de todos sem repetições (Figura 28). O grupo A sugeriu que no término das apresentações realizássemos o encerramento com uma reflexão final sobre os resultados das investigações.

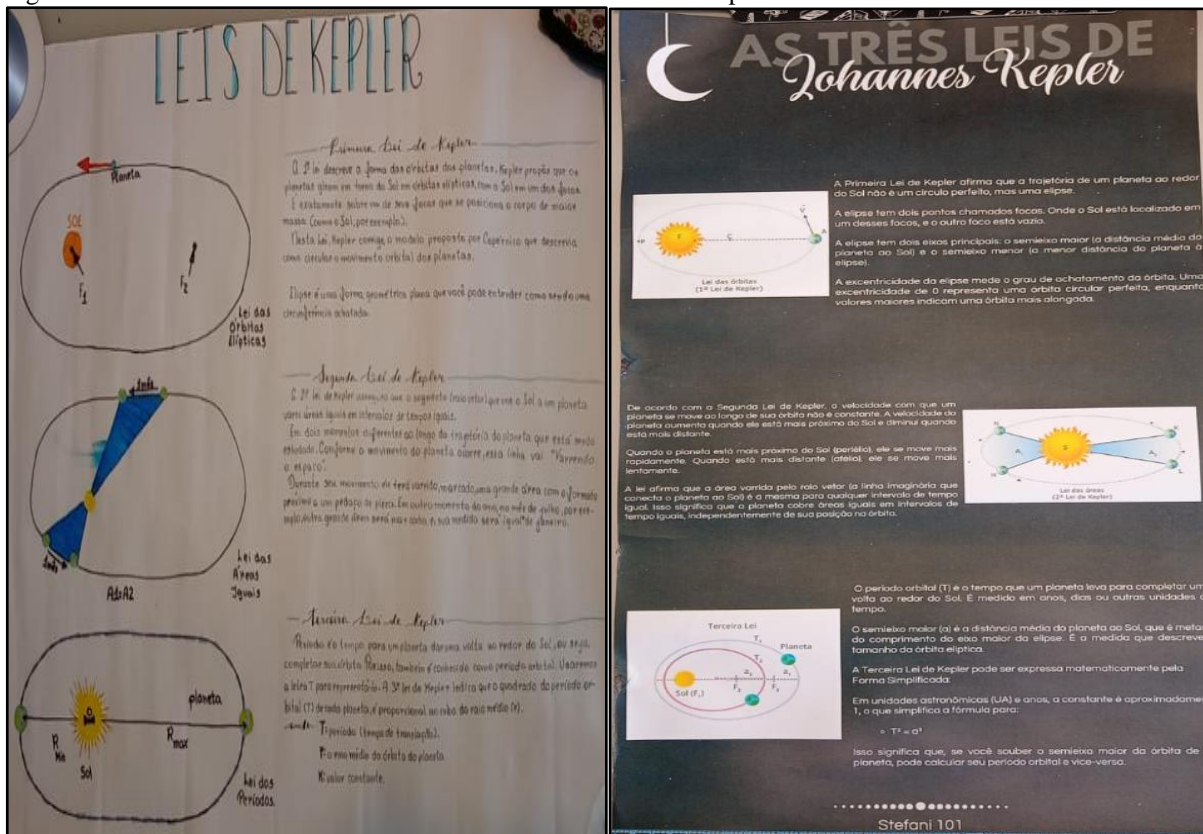
Figura 28 - Grupo de alunos apresentando suas investigações



Fonte: Autor (2024).

Após as apresentações das pesquisas os grupos fixaram os cartazes no mural da sala de aula (Figura 29).

Figura 29 - Cartazes com os desenhos e os conceitos das Leis de Kepler



Fonte: Autor (2024).

Essa SEI – RCP – ACP que contemplou a realização da investigação sobre as Leis de Kepler, realizaram-se as seguintes atividades: construção de cartazes e banners com desenhos do Sistema Solar, conceitos das Leis de Kepler e as fórmulas dos raios e períodos de translação dos planetas; elaboração de textos individuais e coletivos e apresentação oral no seminário com debate e discussões. No último encontro foi aplicada a atividade somativa de forma individual a todos os alunos participantes, servindo de diagnóstico da aprendizagem.

5.17 Encontro 16

Este encontro de um período aconteceu no dia 17 de setembro e foi realizada a avaliação somativa que tinha como objetivo diagnosticar no individual a aprendizagem. A fórmula da Terceira Lei de Kepler foi disponibilizada na folha da avaliação. Os alunos estavam cientes que essa avaliação seria individual e sem consulta.

6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Apresentamos neste capítulo as especificidades da pesquisa, trazendo sua abordagem, instrumentos utilizados para produção dos dados e o modo como pretendemos proceder para analisar esses dados. A análise dos dados é objeto do próximo capítulo.

6.1 Abordagem metodológica da pesquisa

Podemos mencionar que as pesquisas científicas possibilitam entender a respeito das variadas problemáticas científicas, o que gera avanços na construção de conhecimentos e que temos presenciado na humanidade, auxiliando na qualidade de vida da sociedade. Sobre esse processo de construção do conhecimento, Bachelard (1996) nos mostra que todo conhecimento inicia por uma questão, uma dúvida, uma pergunta. Bagno (2014, p. 19) afirma que “Sem pesquisa não há ciência, muito menos tecnologia. Todas as grandes empresas do mundo de hoje possuem departamentos chamados “Pesquisa e Desenvolvimento”. Assim, para começar uma pesquisa é necessário elaborar uma pergunta relacionada a uma situação-problema, a qual surge a partir de uma dúvida. A pesquisa exige do pesquisador organização, obedecendo a uma série de procedimentos que o orientam racionalmente, assegurando coerência na reconstrução do conhecimento. Gil (2002) destaca que o papel da pesquisa é encontrar soluções de um problema que se apresenta. Sendo assim, são diversas as etapas que compõe a pesquisa, desde a formulação do problema até a análise dos resultados.

Além disso, a distinção entre pesquisas pode ser feita com base em sua abordagem, sejam elas qualitativas ou quantitativas. A principal variação entre esses dois tipos de pesquisa é que a quantitativa se sustenta por meio de dados quantitativos em que se apresentam os números e os cálculos matemáticos, a medição de variáveis, faz-se a previsão dos resultados, trabalha-se com dados estruturados e estatísticos utilizados como ferramenta que servem para comprovar os objetivos propostos pela pesquisa. A pesquisa qualitativa, por sua vez, tem como finalidade compreender a complexidade e as minúcias das informações obtidas. Ela permite também entender os fenômenos por meio da coleta de dados narrativos como questionários abertos, fechados ou mistos, entrevistas, diários e observações que não são sistematizadas com esquematização matemática, mas analisando o percurso, as peculiaridades e as experiências individuais Gil (2002).

No caso do presente estudo, temos que a abordagem que melhor se adequa ao nosso objetivo é a de abordagem qualitativa, uma vez que pretendemos compreender um fenômeno.

Nesse contexto, Minayo (2003) destaca que a pesquisa qualitativa lida com uma gama de significados, crenças, valores, intenções, valores, explorando de maneira mais aprofundada as relações, os fenômenos e os processos que não podem ser reduzidos simplesmente à quantificação de variáveis.

No campo da educação, a pesquisa qualitativa passou a ser reconhecida somente recentemente e possui uma ampla e significativa tradição. As características históricas herdadas contribuem para os investigadores qualitativos na área da educação compreenderem melhor sua metodologia no contexto em que se insere (Bogdan; Biklen, 1994).

Entende-se nesse contexto que na pesquisa qualitativa o pesquisador é o principal instrumento do processo. O pesquisador é o protagonista do processo e precisa desvendar fatos, buscar a descoberta de significados do objeto a ser desvendado com mais profundidade. Ainda, o pesquisador precisa ir além da observação ou dos dados coletados, necessitando a fundamentação das informações (Tozoni-Reis, 2007).

Além disso, a pesquisa trazida nesta tese é de cunho descritivo e do tipo pesquisa-ação. Por pesquisa descritiva entendemos ser um método que assume a forma de levantamento de informações específicas e detalhadas para descrever e explicar uma determinada realidade, expor dados sobre uma população ou fenômeno, visando realizar uma análise minuciosa do objeto de estudo. Esse método de pesquisa tem como características: a não interferência do pesquisador sobre o objeto pesquisado, generalização dos resultados e ser desnecessária a análise de documentos para a geração de interpretações.

A pesquisa descritiva tem como primeiro passo definir o problema de pesquisa, fazer a observação do fenômeno ou sujeitos da pesquisa e em seguida realizar a coleta dos dados que devem ser interpretados e analisados imparcialmente. Enfim, percebe-se que a pesquisa descritiva é um método natural no qual o pesquisador não pode influenciar sobre os dados do objeto em estudo. Ela pressupõe o uso de técnicas para coleta de dados tais como: testes, entrevistas, formulários e questionários (Mertins; Amaral-Rosa e Lima, 2021). A pesquisa-ação é considerada uma técnica de pesquisa consagrada para comunicar a ação que decidimos tomar, conduzindo para aperfeiçoar a prática (Tripp, 2005).

Os passos a serem observados na sua aplicação, seriam: identificação do problema, coleta de dados, interpretação dos dados, plano de ação e o processo de avaliação. Por meio de sua aplicação o pesquisador beneficia-se no sentido de compreender as situações, planejar com mais eficiência para posteriormente explicar resultados. A pesquisa-ação é vista no meio acadêmico como uma ação que torna a investigação mais eficiente, com utilização dos critérios necessários. Sendo assim, Elliott (1991, p. 69) destaca que é “[...] o estudo de uma situação

social com vistas a melhorar a qualidade da ação dentro dela”. A pesquisa-ação está inserida na concepção de educação libertadora por incentivar a participação dos envolvidos na procura do conhecimento da realidade investigada e assim, transformá-la. É importante que o pesquisador vá registrando no diário de bordo os acontecimentos, observando a participação e os questionamentos levantados pelos integrantes da pesquisa. Por fim, a pesquisa-ação é um processo que ocorre ao mesmo tempo, o conhecer e o agir sobre a realidade do objeto a ser pesquisado.

6.2 Questões éticas da pesquisa

O estudo tramitou pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Passo Fundo³⁰ em que envolvia a aplicação de sequências didáticas investigativas a grupos de trabalho composto por alunos do Ensino Médio, da Escola Pública Estadual de Educação Básica São João Batista do município de São Miguel do Oeste-SC. A escola assinou o termo de autorização para o desenvolvimento da pesquisa (Anexo A), os responsáveis pelos alunos participantes da pesquisa receberam para assinatura o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo C) e os alunos o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (Anexo D). A aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa consta no Anexo H.

6.3 Instrumentos para produção dos dados

Para a produção dos dados, recorreremos ao uso de três instrumentos, tendo como metodologia para discussão dos dados a Análise Textual Discursiva (ATD). Os instrumentos selecionados para o presente estudo estão associados às manifestações verbais dos participantes (entrevistas), aos registros do pesquisador (diários de bordo) e aos materiais produzidos por eles no decorrer das atividades de ensino.

6.3.1 Entrevistas

Para constituir um diálogo com a população-alvo que faz parte desse estudo, empregamos a entrevista como um dos instrumentos da coleta de dados no contexto dessa investigação. Ao utilizar esse método de investigação é importante que o entrevistador elabore

³⁰ Projeto cadastrado na Plataforma Brasil.

perguntas bem organizadas, ouça o entrevistado com atenção, mostre interesse pela fala, por seus sentimentos e se necessário realize novos questionamentos, lembrando que o entrevistador não pode influenciar nas falas do entrevistado. Mondada (1997, p. 59) entende que a entrevista deveria ser “[...] um acontecimento comunicativo no qual os interlocutores, incluído o pesquisador, constroem coletivamente uma versão do mundo”. O produto das entrevistas será utilizado o mais próximo do contexto em relação ao tema a ser investigado, mantendo a ética e a fidelidade dos dados coletados. Segundo Gil (1999) destaca que a entrevista é um diálogo entre duas partes, onde uma tem o propósito de coletar dados e a outra é a fonte que gera as informações pretendidas na pesquisa.

A entrevista que será utilizada no presente estudo é do tipo semiestruturada, que envolve questões abertas, destinadas a levantar pareceres dos participantes. Neste sentido, Gerhardt e Silveira (2009) entendem que na entrevista semiestruturada o pesquisador desenvolve um roteiro com perguntas sobre o tema em estudo e também permite-se dar liberdade para que o entrevistado ter liberdade de falar sobre assuntos que aparecem no contexto em relação ao tema principal.

Para obter resultados satisfatórios na coleta de dados, o entrevistador deve esclarecer aos entrevistados o significado das questões formuladas, facilitando sua adaptação ao contexto da pesquisa (Gil, 2007).

O êxito obtido na coleta de dados por meio da entrevista está diretamente ligado a organização do entrevistador, ser honesto com os critérios estabelecidos ao compilar e produzir de dados, evitar interromper os entrevistados enquanto estão falando e agir com atitudes respeitosa e ética diante dos entrevistados (Wright Mills, 1982). Enfim, o sucesso a atingir na coleta de dados tem forte influência nas estratégias pensadas e definidas pelo pesquisador, que, segundo Miguel (2010, p. 7), deverá: “Saber explorar o riso, as pausas, o silêncio, os gestos corporais e as linguagens não-verbais, de maneira geral, é uma atitude indispensável que exigiria não apenas técnica e prática, mas sobretudo sensibilidade por parte do entrevistador”.

O propósito desse estudo é examinar e avaliar os aspectos de categorias que aplicamos nos grupos de trabalho com alunos do Ensino Médio em Ciências da Natureza por meio da pesquisa em sala de aula com investigação. As categorias selecionadas foram: pertencimento, autonomia, competência, reconstrução de conhecimento, comunicação. As perguntas elaboradas para a entrevista estão alinhadas conforme o referencial teórico apresentado no segundo capítulo e vinculadas à percepção, dos participantes sobre as atividades desenvolvidas. Nessa percepção os recortes que direcionam a entrevista estão correlacionados com a proposta pedagógica-SEI-RCP-ACP presentes no itinerário didático do produto educacional.

Para esta etapa da entrevista, estamos prevendo que todos os estudantes da turma lócus do estudo tenham a oportunidade de se manifestar, o que significa que projetamos um conjunto de 20 participantes. A entrevista será gravada em áudio e transcrita integralmente.

O Quadro 9 apresenta as perguntas ou itens que integram a entrevista.

Quadro 9 - Perguntas ou itens que compõe a entrevista semiestruturada

Inicialmente solicitamos que você se apresente e que relate seu sentimento em relação a estudar ciências – Física.
De que forma as atividades realizadas contribuíram para esse sentimento?
Durante a realização das atividades nos grupos de trabalho, o modo como elas foram organizadas possibilitou a você se sentir pertencente ao grupo de trabalho que participou? Comente os momentos em que isso ocorreu.
No desenvolvimento as atividades um dos objetivos foi promover a autonomia de vocês. Nesse sentido, você julga que isso ocorreu? Como as atividades contribuíram para a essa autonomia ?
Como as atividades investigativas contribuíram para a construção de sua competência investigativa ? Relate situações em que ilustre sua resposta.
As atividades investigativas estimularam sua capacidade de elaborar e reconstruir novos conhecimentos? Comente.
Você sentiu segurança ao comunicar os resultados de sua pesquisa? Explique como isso ocorreu no contexto de seu grupo e no momento da socialização coletiva.
De que forma as atividades contribuíram para o seu aprendizado? Comente.
Gostaria de complementar a entrevista com alguma questão? Fique à vontade.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A entrevista será realizada, logo após a aplicação do PE e projetamos um tempo de aproximadamente uma hora para cada entrevista. A partir das gravações, será realizado a transcrição das falas e analisado seus resultados a partir do confronto com os demais dados e recorrendo à ATD, como será detalhado na próxima seção.

6.3.2 Diário de Bordo

Além das entrevistas, o estudo recorre ao uso do diário de bordo a ser preenchido pelo pesquisador para produzir dados durante a aplicação do PE. Este foi um instrumento que o pesquisador utilizou durante todos os encontros com os grupos de trabalho. Este instrumento permite registrar de forma escrita os acontecimentos do cotidiano em que ocorre a pesquisa e o pesquisador pode incluir na escrita interpretações, sentimentos e opiniões de maneira espontânea, servindo de documentação para posterior análise de dados (Alves, 2001).

O diário de bordo deve estar sempre com o pesquisador em todos os momentos da realização da pesquisa, pois cada acontecimento pode representar um subsídio importante na coleta de dados. Os registros são relevantes, pois por meio deles observamos as dificuldades encontradas, os procedimentos e sentimentos envolvidos, situações que coincidem e as inéditas.

É um instrumento que serve para analisar situações, identificar a percepção dos participantes em relação à proposta que apresentamos, corrigir rumos e tomada de decisões (Monteiro, 2007).

Entendemos que o diário de bordo apresenta-se como uma ferramenta de alto valor e serve para estabelecer a sequência dos fatos por meio da aproximação dos próprios fatos observados (Zabalza, 1994). Ele agrega importantes subsídios muito úteis para a discussão dos resultados que serão apresentados no sexto capítulo da tese.

No presente estudo, pretende-se utilizar o diário de bordo de modo a oportunizar que o pesquisador registre suas impressões, acontecimentos e outros após a realização de cada atividade, oportunizando uma produção de dados a partir do olhar do pesquisador.

6.3.3 Materiais produzidos pelos participantes

Por fim, temos os materiais produzidos pelos estudantes durante as atividades e que se revelam uma rica fonte de análise à medida que apresenta as discussões do grupo de trabalho sistematizados por meio dos trabalhos entregues. A produção destes materiais acontece no âmbito coletivo e individual. A SEI-RCP-ACP tem vários passos que possibilitam a reconstrução de conhecimentos pelos grupos de alunos e, no final, existe o momento da aprendizagem individual. Enfatizamos que os materiais escritos pelos alunos trazem dados epistemologicamente mais profundos, pois a linguagem escrita requer uma carga cognitiva maior na sua execução do que simplesmente explicar na oralidade. Quando o material é elaborado na individualidade, exige ainda mais do intelecto (Oliveira, 2022). Sendo assim, serão recolhidas atividades individuais e as produzidas pelos grupos de trabalho para análise de dados.

As atividades propostas na pesquisa permitem que os grupos de trabalho realizem experimentos em laboratório, preencham tabelas e representação gráfica, construam cartazes, desenham, elaboração de textos científicos, edição de vídeos e também, produção de textos individuais. Por meio destes elementos, é possível extrair uma vasta e diversa fonte de dados que serão analisados e agregados junto aos dados das entrevistas e diário de bordo na discussão dos resultados presentes no capítulo seis da tese.

6.4 Análise Textual Discursiva

Como metodologia para análise dos dados produzidos por meio dos instrumentos mencionados, pretendemos recorrer à ATD. Ela representa uma abordagem de análise e

discussão de dados utilizadas em pesquisas qualitativas envolvendo a produção textual e agregando a análise do discurso e a de conteúdo. A ATD possibilita trabalhar as informações, textos, proporcionando compreensões novas em relação aos fenômenos a investigar. O aprofundamento deve seguir uma análise rigorosa com critérios que possibilitam realizar a reconstrução de conhecimentos existentes do tema investigado (Moraes; Galiuzzi, 2006).

O conjunto de dados, materiais e documentos são chamados pela ATD de *corpus*. As etapas propostas por Moraes (2003) são: desmontagem dos textos (desconstrução e unitarização); estabelecimento de relações (categorização); captação do novo emergente (compreensões atingidas). A primeira etapa começa com a leitura dos dados para ocorrer a construção de sentidos e significados. Em seguida vem a segunda etapa dada pela delimitação do *corpus*, os dados que concretamente serão analisados. A terceira etapa consiste em realizar a desconstrução e a unitarização, que é desintegrar os textos, destacando seus elementos constituintes que dão origem às unidades de análise. Segundo os autores Moraes e Galiuzzi (2006, p. 124) que: “[...] a unitarização, constitui exercício de produção de novos sentidos, processo no qual, pela interação com outras vozes, o pesquisador atualiza sentidos expressos”. Os autores da ATD entendem que nunca se alcança a desconstrução total ou completa, tornando-se necessário ao longo do processo tomar decisões contínuas. Neste sentido, unitarizar é um modo de situar-se no movimento de pensar da consciência coletiva, de reconstruir significados e partilhá-los socialmente por meio do entendimento pessoal do sujeito da pesquisa (Moraes; Galiuzzi, 2006).

Por fim, inicia-se a etapa de envolvimento e impregnação, sendo o momento de desorganizar os materiais a serem analisados, e assim, emergindo novos significados. O conjunto de resultados válidos produzidos em relação ao fenômeno investigado é o resultado do processo do *corpus* de análise fragmentado, resultando das unidades de análise (Moraes, 2003).

Na sequência, estabelecem-se as relações por meio da categorização que serve para agrupar os elementos semelhantes. A categorização permite formar conjuntos mais complexos para construir as categorias de análise e, se necessário, pode-se organizar subcategorias que vão emergindo na análise. A produção final é a síntese, sendo o produto da análise das categorias e subcategorias e das unidades estabelecidas resultantes na construção de um metatexto (Moraes, 2003).

O metatexto integra as compreensões do pesquisador em relação à pesquisa, que expressa os significados assimilados a partir do *corpus* em análise e juntamente com suas argumentações. A validação do processo em sua totalidade ocorre,

quando o *corpus* é representado, quando se tem rigor em todas as etapas da análise, quando há um esforço constante do investigador para interpretar o ambiente e os dados de pesquisa, e quando o autor expressa a dinâmica da realidade estudada e a descreve com precisão e rigor interpretativo, lançando mão do referencial teórico (Amaral, 2022, p. 148).

A qualidade na construção do metatexto está diretamente ligada ao rigor e profundidade nas fases de unitarizar e categorizar a análise dos dados, ou seja, ele é entendido como um movimento contínuo de busca de sentidos de compreender o objeto do conhecimento em estudo com o máximo de profundidade.

Segundo Moraes e Galiazzi (2006), a ATD inicia pela unitarização e em seguida separa o texto em unidades de significado que poderão gerar novas interlocuções e interpretações. Depois vem a categorização que agrupa as unidades similares com a finalidade de estruturar os níveis de categoria de análise. A ferramenta fundamental utilizada na construção de significados é a escrita, que permite a transição do empírico para a abstração teórica. Por fim, esse processo recursivo vai gerar o metatexto como produto final.

Por meio do estudo e compreensão da ATD, identificamos ser um meio propício para analisar e discutir os dados alcançados no estudo. Tudo isso vem ao encontro do pensar de Moraes e Galiazzi (2006, p. 120) onde afirmam que: “A utilização da análise textual discursiva tem mostrado tratar-se de uma ferramenta aberta, exigindo, dos usuários aprender a conviver com uma abordagem que exige constantemente a (re)construção de caminhos”. Ela tem um caráter interpretativo que se enquadra perfeitamente na pesquisa qualitativa em contextos educacionais, pois não se preocupa especificamente com o resultado, mas tem como objetivo maior a compreensão do processo.

6.5 Categorias de Análise

O *corpus* construído no decorrer da pesquisa será obtido por meio dos três instrumentos utilizados para sua elaboração. Os instrumentos são as entrevistas, diário de bordo e materiais produzidos pelos participantes. A partir do objetivo e o conteúdo do referencial teórico temos as categorias que norteiam este estudo e suas interpretações foram por meio da ATD que abre um leque de novas interpretações que revisitam outras categorias, chamadas de emergentes, as quais são construções teóricas elaboradas pelo pesquisador e oriundas das informações do *corpus* (Moraes, 2003). Em relação aos objetivos da pesquisa e da análise, Moraes e Galiazzi (2006, p. 125) destacam que o pesquisador necessita “[...] avaliar constantemente suas categorias em termos de sua validade e pertinência”. Segundo Moraes e Galiazzi (2007, p. 26),

a validação das categorias ocorre quando o pesquisador atinge “uma nova compreensão sobre o fenômeno pesquisado”.

Após a coleta de todo material, realizaremos a leitura e selecionaremos os registros que melhor evidenciam concordância com as categorias estabelecidas no estudo. No decorrer deste percurso, podem aparecer novas categorias, as emergentes, por meio da análise dos dados.

Estando o *corpus* organizado e as categorias definidas, começamos a construir o metatexto, essência da tese, produto resultante da interpretação dos dados que serão argumentados com sustentação no referencial teórico.

As categorias, definidas *a priori*, originaram-se a partir da questão norteadora desse estudo. As categorias que proporcionaram os recursos necessários para a construção do metatexto, apresentado nas fases da ATD estão representadas no Quadro 10.

Quadro 10 - Fases da ATD

<i>Corpus</i>	São os dados produzidos e analisados por meio das entrevistas, diário de bordo e materiais produzidos pelos participantes.
Unitarização	Momento de separar os elementos semelhantes do <i>corpus</i> para posterior organização das categorias.
Categorização	O processo envolve a junção dos elementos semelhantes a partir das cinco categorias dadas <i>a priori</i> e mais as categorias emergentes
Categorias <i>a priori</i>	Essas categorias são dadas pelo objetivo e referencial. No caso do presente estudo temos: pertencimento, autonomia, competência, Reconstrução de conhecimento e comunicação.
Categorias emergentes	O conjunto de dados analisados revelaram as categorias emergentes

Fonte: Autor (2024).

No Quadro 11 explanamos as categorias e a fundamentação teórica para a análise do estudo.

Quadro 11 - Categorias *a priori* dadas pelo referencial teórico

<p>1. Pertencimento</p> <p>A teoria da autodeterminação diz que o ser humano possui intrinsecamente a necessidade de estabelecer vínculos, sentir-se incluído e interagir nos contextos sociais. Partindo deste pressuposto, entendemos que um contexto de sala de aula que incentiva a pesquisa por meio de situações problema, conduz os alunos a realizarem investigações, preparando-os intelectualmente a resolverem problemas pessoais e outros cientificamente mais complexos relevantes para a sociedade, em vista disso, permite desenvolver capacidades cognitivas que motivam os mesmos a compreender e transformar conhecimentos da Ciência e suas tecnologias, contribuindo na construção de sua aprendizagem. Em concordância, Clement <i>et al.</i> (2015, p. 114) destacam: “É visível a defesa de que o ensino de ciências pode ser guiado por uma perspectiva investigativa, na qual os estudantes poderão se apropriar dos conhecimentos científicos e compreender como se produz ciência, ou seja, ao mesmo tempo em que aprendem ciências, também podem aprender sobre ciências”.</p>
<p>2. Autonomia</p> <p>O Ensino por Investigação proporciona no contexto de sala de aula um ambiente de sujeitos que despertam para a curiosidade, liberdade para pensar e pesquisar novos conhecimentos. Esta metodologia de ensino exige que o professor domine conhecimentos e planeje atividades por meio de situações problemas. A sala de aula com pesquisa permite aos alunos participarem como sujeitos ativos no processo de reconstrução de conhecimentos científicos, fortalecendo sua independência intelectual e desenvolve a capacidade de fazer experimentos, elaborar e argumentar sobre Ciência, e assim, constrói sua autonomia. Um sujeito autônomo tem o poder de</p>

administrar sua própria aprendizagem, buscar conhecimento por si só, aprender a aprender e aprender a fazer, pois o princípio da pesquisa assegura uma educação permanente por toda vida (Lima, 2002). Ser autônomo é uma das necessidades psicológicas básicas da vida do ser humano. Clement *et al.* (2015, p. 117) destacam: “O ensino por investigação prevê, dentre outros aspectos, uma participação ativa do estudante no processo de ensino-aprendizagem, o que lhes atribui maior controle sobre a sua própria aprendizagem”. As sequências didáticas investigativas propostas em nosso itinerário didático, elaboramos atividades que começam no coletivo e terminam no individual.

3. Competência

Demo (2015) defende a ideia de que a pesquisa e a investigação devem ser uma atitude cotidiana que favorece na construção da competência humana. Entendemos que todo ser humano é um sujeito histórico, portador de conhecimentos prévios construídos ao longo de sua vida. O ensino puramente expositivo não considera os conhecimentos prévios, pois ao ver os alunos como tábula rasa, castrando a possibilidade da busca e construção de novos conhecimentos, excluindo os alunos desse processo. A educação pela pesquisa com investigação coloca o aluno como sujeito parceiro de trabalho do professor, e isso fortalece a construção da necessidade básica, a competência. Demo (2015, p. 16) que competência é “[...] a condição de não apenas fazer, mas de *saber fazer*, mas de saber fazer e sobretudo de *refazer permanentemente* nossa relação com a sociedade e a natureza, usando como instrumentação crucial o conhecimento inovador”. Acreditamos que ao incluir os alunos como parceiros de trabalho na construção do conhecimento, estamos ajudando a fortalecer a construção das necessidades psicológicas básicas: de pertencimento, autonomia e a formação da competência. É necessário que o professor esteja aberto a aprender com os alunos, seja inovador e elaborador de estratégias que instiguem a curiosidade dos alunos. Perrenoud (1999) entende que os alunos desenvolverão competências quando o professor proporcionar a eles trabalhar por meio de problemas e por projetos, propor tarefas complexas e desafios que incitem os alunos a mobilizarem seus conhecimentos.

4. Reconstrução do conhecimento

Demo (2015) defende a ideia de que a função da educação é formar a autonomia crítica e criativa do sujeito histórico competente, tendo o professor como um sujeito mais experiente, criativo, inovador que motiva, orienta e avalia as elaborações dos alunos. Neste sentido, a aula expositiva e diretiva perde seu espaço, porque prioriza a criação de um ambiente escolar heterônomo, acrítico, excludente e com ausência da dualidade professor-aluno. A pesquisa em sala de aula propicia a formação da qualidade formal e política dos sujeitos envolvidos. Demo (1996) destaca que pela pesquisa o aluno constrói sua cidadania, ao aprender a questionar, duvidar, inovar na teoria e prática e reelaborar novos conhecimentos científicos.

Com a finalidade de tornar o ensino de Ciências da Natureza mais atrativo para os alunos, acreditamos que a proposta do educar pela pesquisa por meio do ensino por investigação com participação ativa dos alunos seja uma alternativa pedagógica que favorece na interação professor-aluno, aluno-aluno e aluno-objeto do conhecimento a ser apreendido, capaz de transformar e tornar o contexto de sala de aula mais produtivo, gerando a autonomia e competência para a **reconstrução do conhecimento**. Por meio de situações problema os alunos realizam investigações, levantam e refutam hipóteses, fazem experimentos em laboratório, extraem dados, interagem entre si, elaboram materiais, desenham, escrevem textos, editam vídeos e comunicam os resultados de suas construções para a comunidade escolar e sociedade. Reconstruir conhecimento é quando o sujeito reelabora seu novo conhecimento a partir daquilo que já existe, ou seja, ‘não há necessidade de reinventar a roda, mas é possível aperfeiçoá-la, reconstruí-la e torná-la mais eficiente’. Os alunos são incentivados e orientados a buscar informações e, em seguida, compará-los com os conhecimentos presentes nas literaturas que têm reconhecimento da comunidade científica internacional e transformá-los em novos conhecimentos.

5. Comunicação

A comunicação é marcante no ser humano desde sua origem e serve como meio responsável por receber e passar informações entre as pessoas. A comunicação é troca de informações com a finalidade de compartilhar conhecimentos, argumentar para defender ideias e posições diante de fatos e conhecimentos.

Na educação pela pesquisa, os alunos elaboram, validam e, por meio de uma linguagem científica adequada, acessível a todos, **comunicam** os conhecimentos reconstruídos para a comunidade escolar e sociedade. Considerando que a sala de aula é um ambiente acadêmico, é importante que os alunos substituam a linguagem cotidiana pela linguagem científica. Galiuzzi (2002, p. 296) enfatiza: “Tenho argumentado em favor da pesquisa em sala de aula como instância de desenvolvimento, tanto no aluno como no professor, da capacidade de questionamento, de construção de argumentos cada vez mais válidos, e da validação desses argumentos através da comunicação e discussão dos resultados”. Enfim, esta metodologia de ensino proporciona aos alunos o desenvolvimento de diversas capacidades, entre elas, a **comunicação**.

Fonte: Autor (2024).

Prosseguimos com a análise dos dados, considerando as categorias anunciadas previamente e as emergentes que surgirão a partir da análise dos dados. Das entrevistas, do diário de bordo e dos materiais produzidos pelos alunos, extrairemos fragmentos das falas dos alunos participantes. Os participantes serão identificados pela letra “A”, primeira letra da palavra “Aluno” seguida de um número que inicia em “1” e acaba em “20”. O código numérico é subdividido dessa forma com o propósito de acompanhar a ordem e diferenciar os participantes das entrevistas. Os participantes serão 20 alunos, entre meninos e meninas, que corresponde ao número total de alunos na turma. Na escrita dos metatextos, usamos o gênero masculino para todos os envolvidos nas entrevistas.

7 ANÁLISE DOS DADOS

O presente capítulo se ocupa da discussão dos dados produzidos durante a aplicação do Itinerário Didático para o conjunto de três atividades, como relatado anteriormente. Essa análise toma como referência a Análise Textual Discursiva (ATD), partindo de cinco categorias dadas *a priori* (autonomia, competência, pertencimento, reconstrução do conhecimento e comunicação) e uma emergente (formação crítica). No capítulo são descritas e discutidas tais categorias, trazendo elementos para ao final responder à pergunta de pesquisa da tese. Na análise que segue, nos ocupamos de trazer as falas dos participantes registradas pelo professor em seu diário de bordo durante as atividades, suas falas na entrevista realizada ao final e também registros da percepção do professor no decorrer das aulas.

7.1 Autonomia

A primeira categoria analisada é a autonomia. O Educar pela Pesquisa promove, no contexto da sala de aula, um ambiente no qual os sujeitos são instigados à curiosidade e à liberdade de pensar e pesquisar novos conhecimentos. Essa metodologia exige que o professor domine os conteúdos e planeje atividades baseadas em situações-problema. A pesquisa em sala de aula permite que os alunos atuem como sujeitos ativos no processo de reconstrução de conhecimentos científicos, fortalecendo sua independência intelectual e desenvolvendo habilidades como realizar experimentos, elaborar novos saberes e argumentar conceitos e leis da Ciência.

Entendemos que os alunos, sujeitos autônomos³¹, conseguem, num contexto com presença da pesquisa e investigação e mediados pelo professor, gerenciar sua própria aprendizagem, buscar conhecimentos de forma independente, aprender a aprender e aprender a fazer. O princípio da pesquisa, nesse contexto, assegura uma educação permanente ao longo da vida (Lima, 2002). Ser autônomo é, também, uma das necessidades psicológicas básicas do ser humano. Nesse sentido, Clement *et al.* (2015, p. 117) destacam: “O ensino por investigação prevê, dentre outros aspectos, uma participação ativa do estudante no processo de ensino-aprendizagem, o que lhes atribui maior controle sobre a sua própria aprendizagem”.

³¹ Acreditamos que a autonomia se constrói gradativamente por meio da conexão e da liberdade de explorar novos saberes em diferentes áreas do conhecimento. Para isso, é essencial proporcionar oportunidades de interação com os objetos de estudo e o ambiente, favorecendo esse processo de desenvolvimento.

As atividades propostas em nosso itinerário didático foram desenvolvidas com grupos de trabalho e, ao longo do processo, os alunos foram estimulados a reconstruir conhecimentos por meio de elaborações individuais e coletivas. Em concordância, Frison (2002, p. 154) enfatiza: “A elaboração própria oportuniza aprofundar estudos, acumular saberes que hoje são condições essenciais para o bom desempenho pessoal e para a compreensão da realidade em que vivemos”. Sendo assim, para melhor inserir os alunos no contexto da pesquisa, no primeiro encontro, o professor-pesquisador fez comentários sobre o significado dos termos “autonomia” e “heteronomia”, com o propósito de prepará-los. O objetivo desta ação foi destacar aos participantes a importância de fortalecer a busca ativa pelo conhecimento, evitando a simples recepção de informações prontas e promovendo a reconstrução crítica.

Consideramos essencial, nesse estudo, que o aluno compreenda que a construção de sua autonomia o capacita a resolver tanto situações no ambiente escolar quanto problemas cotidianos que surgem ao longo de sua vida em sociedade. Em contextos de sala de aula onde prevalece a heteronomia, forma-se uma base para indivíduos que argumentam pouco, são subservientes e facilmente manipuláveis, tornando-se, no futuro, suscetíveis a servir como massa de manobra para minorias burguesas detentoras dos meios de produção. Nesse sentido,

o Estado, a instituição que se apresenta como representante dos interesses do coletivo, é controlado pela classe dominante, portanto, com objetivos burgueses de manutenção do sistema capitalista. É este Estado que organiza o sistema educacional de um país. As normas do Estado possibilitaram a formação de dois tipos de escola, uma para os filhos da burguesia (a privada) e outra (a pública) para os filhos do proletariado. Partindo desta consideração, a educação escolar pública no Brasil está formalmente voltada para a manutenção da ordem de exploração burguesa, de modo que nela se reproduza a ideologia dominante (Silva, 2009, p. 129).

Durante a aplicação das atividades, percebemos que os alunos desenvolveram várias capacidades, como realizar experimentos, escrever, coletar dados, desenhar, transformar os dados em tabelas, construir gráficos, argumentar com os colegas e realizar questionamentos. Assim, as atitudes observadas nos grupos de trabalho são fatores que enriquecem este estudo, interligando-se às concepções dos autores trazidos no referencial teórico e conferindo credibilidade à proposta pedagógica de introduzir a pesquisa em sala de aula, tornando os alunos protagonistas na construção do conhecimento. Em consonância, Moraes, Ramos e Galiazzi (2004, p. 17) afirmam que auxiliar os alunos “[...] na construção de seus projetos pessoais de vida e estimulá-los a ter iniciativas próprias poderia ser uma das funções da escola. Isso significa contribuir para a construção de sua autonomia”.

Na entrevista realizada com os participantes do estudo, foram realizadas perguntas tais como: no desenvolvimento das atividades, um dos objetivos foi promover a autonomia de vocês. Nesse sentido, você julga que isso ocorreu? Como as atividades contribuíram para essa autonomia? Várias foram as respostas obtidas, dentre elas identificamos as vinculadas à autonomia na aprendizagem, mostrando que na percepção dos alunos o realizado contribui para sua própria evolução. Um exemplo significativo é o relato do Aluno A17, que destaca como a participação em atividades baseadas em situações-problema e investigação contribuiu para a construção de sua autonomia, permitindo-lhe atuar ativamente no processo de aprendizado:

Sim, me senti seguro e com autonomia ao pesquisar sobre o que foi proposto. Gostei de pesquisar sobre o conteúdo das Leis de Kepler. Meu grupo não precisou de ajuda do professor para entender como os planetas giram em torno do Sol. Quando o professor pediu pra fazer aquela atividade individual que tinha uma pergunta sobre desenhar o Sol e os planetas girando eu consegui fazer os desenhos sem ajuda de ninguém. Acho que aprendi bem o conteúdo. Desenhei e escrevi as leis no cartaz com o grupo e também no meu caderno (Diário de Bordo, 22/08/2024).

A fala deste aluno corrobora com a teoria defendida por Demo (2015), que ao proporcionar aos alunos a condição de pesquisar, permite-se que desenvolvam a capacidade de serem autores que reconstroem conhecimentos com autonomia. No planejamento da atividade, com o título: *Leis de Kepler—As três leis que descrevem os movimentos dos planetas sem se preocupar com suas causas*, propomos que os grupos de trabalho assistissem ao vídeo de 4:24 minutos, disponível no site³², que ensina como traçar uma elipse utilizando dois alfinetes, cartolina, cordão e lápis. Após analisarem o conteúdo do vídeo, os alunos foram capazes de adaptar o apresentado à sua realidade, sem a necessidade de interferência direta³³ do professor.

Nessas atividades, o professor atuou como mediador, criando estratégias capazes de instigar a curiosidade dos alunos, encorajando-os a levantar e refutar hipóteses, além de buscar informações que serviram de subsídios para a resolução das situações-problema. Em vista disso, podemos afirmar que o professor foi o agente que planejou os meios didáticos que permitiram aos alunos desenvolverem as atividades propostas. De acordo com Faria (2002, p. 67), “[...] espera-se do educador a competência para ser o mediador de todo processo de construção do conhecimento, com recursos tecnológicos, favorecendo a interação e a autonomia num clima de cooperação e colaboração [...]”. Os alunos trabalharam com responsabilidade e assumiram

³² <https://www.youtube.com/watch?v=sHWbjFSen7U>

³³ Notamos que, após os encaminhamentos e a apresentação da situação-problema a ser investigada, os alunos tendem a partir em busca do objetivo, necessitando da interferência do professor somente quando surgem dificuldades mais complexas. O papel do professor é incentivar a busca pelo conhecimento, evitando fornecer respostas prontas sobre o conteúdo em estudo.

o compromisso de desenvolver seu conhecimento por meio da investigação científica. Para o bom funcionamento pedagógico nas aulas de investigação, foi necessário estabelecer regras coletivas como forma de organização da aprendizagem, colaborando para atingir melhores resultados ao longo do percurso da pesquisa.

Outro exemplo de atividade que demonstrou a presença da autonomia na aprendizagem aconteceu na atividade que previa calcular o valor da constante da aceleração da gravidade por meio do experimento do pêndulo simples. Após realizarem o experimento e calcularem a gravidade utilizando a equação do período de oscilação, com os dados coletados, instigamos os alunos a investigar as concepções defendidas por Aristóteles (século III a. C) sobre a queda dos corpos e o pensamento científico de Galileu Galilei (século XVI). Por meio de investigações, os alunos pesquisaram em diversas fontes conhecimentos relacionados ao tema e ampliaram a forma de pensar. Para expressar sua compreensão, cada um escreveu um texto abordando a transição do pensamento filosófico para o científico. Essa atividade evidenciou que, ao incentivar os alunos a realizar experimentos, extrair e analisar dados, coletar informações, possibilita surgir uma expansão na capacidade cognitiva e um maior domínio sobre o objeto em estudo. Além disso, à medida que os alunos constroem conhecimentos, adquirem mais segurança, facilitando o seu aprendizado.

O exemplo citado vai ao encontro da ideia de possibilitar aos alunos a pesquisa e a elaboração como,

[...] condensação do esforço de fomentar autoria, em especial a capacidade de resolver problemas por iniciativa própria. O senso por autonomia é fundamental, embora deva sempre ser entendido no contexto social: autonomia não é disposição *contra* os outros, mas *com* os outros. A arte pedagógica é produzir gente tão autônoma que saiba conviver bem, em redes dinâmicas complexas e não lineares, fomentando a individualidade e a cooperação ao mesmo tempo (Demo, 2015, p. 41).

Ser autônomo não significava fazer o que quer em aula e a qualquer momento, mas sim aproveitar a possibilidade para construir conhecimentos científicos na posição de autor, respeitando limites, exercendo a cidadania, argumentando com discernimento, respeitando as regras do contexto escolar, sendo democrático e tratando com respeito professores e colegas de classe. Em relação aos limites, regras e disciplina, de forma geral e no contexto escolar. Tiba (1996) enfatiza que um conjunto de regras é fator fundamental para alcançar os objetivos estabelecidos como metas existenciais. Essas normas devem ser seguidas para garantir o sucesso tanto no aprendizado vital quanto no escolar.

A atuação pedagógica do professor durante as atividades foi pautada no diálogo, oportunizando que eles exercitassem sua autonomia, sempre considerando os limites e o respeito às regras definidas pela escola. Portanto, com todos os envolvidos cientes de seus papéis na escola, as atividades ocorreram dentro da normalidade. Vale destacar que, no contexto da educação pela pesquisa, o professor é o indivíduo mais experiente e tem a responsabilidade de garantir que as aulas prossigam com sucesso. Isso permite que todos tenham direitos iguais e um ambiente de discussão democrático.

Destacamos a seguir uma atividade apresentada em um pequeno evento organizado pelo professor com a participação de todos os grupos. Durante o evento, um dos grupos se prontificou a apresentar o experimento do Pêndulo de Foucault no laboratório Maker para uma turma da escola. Esse momento, registrado no diário de bordo, se revelou marcado pela autonomia dos alunos ao apresentar e argumentar sobre o experimento.

O grupo de alunos apresentou o experimento para uma turma de colegas da escola, para o professor monitor do laboratório, para a professora Fabiana Tres (palestrante mencionada na aplicação do produto educacional) e para o diretor da escola. A apresentação destacou-se pela destreza e pelo domínio do conteúdo demonstrados pelos alunos mentores da atividade. Esse momento foi registrado em vídeo, posteriormente editado e publicado no TikTok. O trabalho também foi reconhecido como inovador e de destaque, sendo publicado na revista Inova³⁴ da Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina. A plateia aplaudiu os alunos pelo desempenho excepcional. Esse momento pedagógico gerou uma forte emoção no pesquisador, pois evidenciou que a sigla SEI-RCP-ACP estava alcançando excelentes resultados nos níveis escolar, regional e estadual (Diário de Bordo, 01/08/2024).

O registro evidencia a presença da autonomia não restrita à busca do conhecimento com independência, mas também como uma transformação na percepção sobre o papel do professor no processo. O professor passou a ser reconhecido como um sujeito experiente, portador de um amplo repertório de saberes, que atua no contexto de sala de aula como mediador no processo de reconstrução do conhecimento, enquanto os alunos se tornam parceiros ativos nesse percurso.

Na sequência dos encontros, permanecemos atentos à busca de dados, realizando observações criteriosas e registrando, no diário de bordo, atitudes e falas dos participantes, o que se tornou um elemento marcante da pesquisa. Durante a circulação pela sala, enquanto os grupos elaboravam uma atividade, observamos um trabalho que se destacou pela qualidade na construção de um cartaz. Em uma conversa informal com um dos integrantes do grupo, que demonstrava grande motivação na realização da tarefa, o estudante, como representante,

³⁴ Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1JVWYL0mH3GlbPtID3h9q_GA6UHgkFkAW/view

assumiu o compromisso de apresentar o material de pesquisa no seminário da aula seguinte. Esse aluno foi identificado como A06 e ao ser indagado sobre o que mais lhe chamou a atenção em sua pesquisa, manifestou o que foi registrado no diário de bordo:

Professor, entendi que os planetas giram em torno do Sol em órbitas elípticas e o Sol ocupa um dos focos da elipse. Eu assisti ao vídeo e desenhei a elipse com dois alfinetes que preendi na cartolina, usei um cordão e o lápis, só foi um pouco difícil fixar os alfinetes, precisei segurá-los firme enquanto desenhava a elipse. Eu entendi também que, quanto mais perto do Sol, maior será a velocidade do planeta (Diário de Bordo, 27/08/2024).

A expressão deste aluno mostra que, ao investigar e realizar a atividade prática, conseguiu compreender o comportamento dos planetas girando em torno do Sol em órbitas elípticas e seguindo uma proporção entre os planetas. Ele e seu grupo estariam descobrindo a primeira Lei de Kepler. Em seguida, continuando a conversa, relatou que se sentia seguro para continuar a escrever sobre as Leis de Kepler, e disse: *“Agora vou desenhar e escrever sobre a Lei das Áreas”* (A06). Essa fala nos levou a compreender que seria o momento de iniciar o desenho e a escrita da Segunda Lei de Kepler. As literaturas que serviram de base para a busca de informações incluíram os sites sugeridos no roteiro da atividade referente a essa atividade, apresentados nos Apêndices D, E e F, nos sites encontrados pelos alunos durante as investigações e o livro didático.

Este relato exemplifica o surgimento de um sentimento de conexão com o ambiente, o objeto do conhecimento, o professor e, principalmente, com a autonomia de elaborar um trabalho de pesquisa de sua autoria. A pesquisa, como princípio educativo, favorece, em vários aspectos, a construção de cidadãos mais capazes de resolver problemas. Lima (2002, p. 278) ressalta que “[...] ao colocar os estudantes na posição de sujeitos, auxilia para a construção de uma sociedade também mais autônoma porque constituída por sujeitos emancipados, com condições de crítica e tomada de decisões capazes, portanto, de intervir no mundo em que vivem”.

No dia do seminário, este aluno lançou um questionamento aos colegas, assim descrito: *“Como Kepler conseguiu escrever essas leis, sem o auxílio de telescópios sofisticados? E como elas foram aceitas pelos cientistas da época? Tem como provar, professor?”* (Diário de Bordo, 06/09/2024). Na continuidade das apresentações dos trabalhos, surgiram outras indagações, como a do aluno A10: *“Professor, como saber se a lei dos períodos realmente funciona? Kepler escreveu essas leis sozinho?”* (Diário de Bordo, 06/09/2024). Essas indagações demonstraram que os alunos investigaram com profundidade a situação-problema proposta nesta atividade.

Sobre isso, Faundez (2021) enfatiza que a pergunta e o questionamento são elementos fundamentais no processo educativo e podem surgir como representações da realidade em contextos que permitem pensar livremente, estimulam e propiciam o despertar da criatividade. Acreditamos que o surgimento desses questionamentos ocorreu, possivelmente, devido à liberdade proporcionada pela educação baseada na pesquisa, em situações que incentivam os alunos a levantar hipóteses, argumentar e investigar. Esse método os encoraja a buscar informações, questionar, indagar e duvidar, gerando incertezas sobre as nossas certezas, verdades científicas determinísticas e o absolutismo, frequentemente presentes na abordagem de professores da área de Ciências da Natureza, cuja prática muitas vezes se apoia na concepção epistemológica empirista.

Diante disso, o aluno A02, ao ser questionado sobre a contribuição das atividades investigativas para a construção de sua autonomia, expressou-se da seguinte forma:

Sim, eu me senti muito autônoma fazendo esse projeto. Um dos trabalhos que eu me senti mais pertencente e autônoma fazendo foi aquele trabalho que a gente teve que fazer em normas da ABNT e entregar escrito. Depois daquele trabalho, eu fiz muita pesquisa, escrevi bastante e eu senti que eu entendi aquele conteúdo e eu me senti pertencente e autônoma com aquele projeto (A02).

É possível perceber que, por meio da categorização das expressões verbais dos alunos, que as atividades a promoção de uma autonomia vinculada a aprendizagem e a iniciativa de diálogo com os colegas, como já explicitado, porém também foi possível identificar uma autonomia no sentido da autoconfiança na aprendizagem, na habilidade de resolver problemas e na competência para realizar investigações e pesquisas de forma independente.

A autoconfiança percebida pelas manifestações dos alunos ao demonstrarem maior segurança ao explorar novos conceitos e para resolver problemas referentes ao objeto em estudo, pode ser identificada em passagens como a expressa no diário de bordo:

[...] quando apresentei o roteiro da primeira atividade aos grupos de trabalho, de imediato, notei um sentimento de ansiedade. No entanto, à medida que os grupos iniciaram a construção do experimento em diferentes locais da escola, a motivação aumentou. Observei que os alunos construíram pêndulos com comprimentos e massas variadas, colocando-os para oscilar. Ao compreenderem a dinâmica da atividade, os alunos demonstraram interesse e empenho em desvendar a situação problema apresentada. Durante a aula, coletaram dados sobre o período de oscilação e o comprimento do pêndulo, além de testarem diferentes massas e tamanhos. Esse momento de liberdade para realizar o experimento, aliado à interação entre colegas e ao envolvimento com o objeto de estudo, mostrou-se essencial para o fortalecimento da autoconfiança (Diário de Bordo, 02/07/2024).

No prosseguimento do registro no diário aparece:

Na etapa seguinte, os grupos solicitaram a minha orientação para poder isolar a variável 'g' que representa a constante da aceleração da gravidade na equação do período de oscilação. No decorrer da pesquisa, com os dados coletados disponíveis, os alunos calcularam o valor de g, demonstrando segurança em sua execução. Ao compararem seus resultados com aqueles encontrados na literatura, a maioria dos alunos vibrou e ficaram impressionados com a proximidade dos valores (Diário de Bordo, 02/07/2024).

O registro do diário de bordo possibilita inferir que a realização de atividades a partir do Educar pela Pesquisa promove momentos de autoconfiança dos alunos de modo a favorecer a exploração e transformação de novos conceitos científicos. A internalização desses novos conceitos é melhor construída quando oportunizam aos alunos as condições necessárias para poderem interagir livremente com o objeto em estudo, estimulando a reflexão.

A habilidade de resolver problemas foi trazida nos relatos sobre a capacidade de adaptar o conhecimento a diferentes contextos e a habilidade de tomar decisões com mais desenvoltura. Como exemplo dessa autonomia, mencionamos a situação que ocorreu na resolução individual da atividade somativa sobre as Leis de Kepler, em que a maioria dos alunos demonstrou compreensão da dinâmica do movimento dos planetas. No dia da aplicação, testamos a autonomia ao estabelecer que os exercícios deveriam ser resolvidos sem trocas de informações entre os alunos ou com o professor. Os alunos tinham plena consciência que, naquele momento, a interação seria exclusivamente entre eles e o objeto de estudo. Ao corrigirmos as atividades, observamos que os problemas foram resolvidos pela maioria dos alunos com autonomia e capacidade individual de decisão, refletindo num bom índice de acertos. Além disso, notamos avanços na habilidade de escrita, com respostas discursivas bem elaboradas e fundamentadas na sua maioria. A desenvoltura dos alunos ficou evidente tanto na argumentação escrita quanto nos cálculos das questões que abordavam o comportamento dos planetas ao se aproximarem do Sol, as áreas descritas ao longo da trajetória elíptica e os cálculos da Terceira Lei de Kepler, que trata dos períodos de rotação. Também verificamos que os alunos compreenderam com profundidade os fenômenos relacionados às estações do ano na Terra.

Acreditamos que a construção dessa capacidade autônoma se estenderá para outras situações ao longo da vida escolar e em sociedade. Após assimilarem os conhecimentos sobre o movimento dos planetas, esses alunos terão um novo olhar ao observarem o céu estrelado. Além disso, em possíveis discussões sobre esse tema, estarão melhor preparados para defender suas ideias e argumentar com embasamento teórico e científico.

Por fim, temos a competência para realizar pesquisas de forma independente, o que entendemos como um processo de autonomia. Isso fica evidente no estudo no momento em que quatro alunas da turma formaram um grupo de pesquisa independente das atividades propostas

e decidiram desenvolver um projeto para participar da **II Feira de Ciências e Curiosidades**, promovida pelo Instituto Federal de Santa Catarina, campus São Miguel do Oeste. As alunas trabalharam no contraturno e fora da escola para não comprometer os estudos durante as aulas regulares. Nossa escola participou da feira com dois grupos: um do 1º ano e outro do 3º ano do Ensino Médio, ambos acompanhados pela professora do laboratório, Fabiana Três. Uma das regras do evento estabelecia que os professores não poderiam interferir no desenvolvimento e na apresentação dos projetos, somente acompanhar o processo. O grupo do 3º ano conquistou o 1º lugar, enquanto o grupo das alunas do 1º ano alcançou o 3º lugar em sua categoria a nível regional. A atuação das alunas ficou evidenciado a presença da capacidade de autonomia e independência, desde a escolha do tema, levantamento de hipóteses, a experimentação em laboratório, a investigação e execução do projeto, culminando em sua apresentação ao grande público da região e aos avaliadores da feira. As fotos da premiação estão disponíveis no Anexo F.

Na sequência do ano, outro grupo participou do Concurso de Lançamento de Foguetes, promovido pelo SENAI de São Miguel do Oeste. Seguindo a mesma dinâmica da categoria autonomia, os alunos trabalharam com independência, tendo o professor como orientador do processo. O grupo alcançou a marca de 161,15 m, classificando-se em 10º lugar. A classificação geral e as fotos do evento estão disponíveis no Anexo G.

Essa iniciativa autônoma de fazer pesquisa, que surge do próprio interesse do aluno, contribui para que ele desenvolva o gosto pelas leis da ciência, pelas invenções tecnológicas e pelas aulas que estimulam a busca por novos conhecimentos. Em vista disso:

O que torna a ciência uma aventura espetacular é ser busca dinâmica, surpreendente, complexa e não linear, em constante autoquestionamento, para manter-se à altura de questões que a superam indefinidamente. Todo achado é menor que a pergunta. Há sempre o que perguntar, aprender e recomeçar (Demo, 2015, p. 83).

Ao longo da análise, as possibilidades de autonomia foram aparecendo e trazendo evidências concretas do desenvolvimento da autonomia dos alunos. Sendo assim, acreditamos que o Educar pela Pesquisa demonstrou-se uma metodologia com potencialidade para impulsionar a autonomia em variados sentidos.

Ainda sobre autonomia, foram indagados os participantes sobre o tipo de aula preferida por eles. Você prefere somente aulas expositivas e copiar o conteúdo ou investigar e ser autônomo na construção do conhecimento? O aluno A05 respondeu:

Com certeza investigar e eu ser autônoma, porque, como eu falei, eu não consigo entender o conteúdo se eu só copio, eu preciso que a pessoa explique de uma forma simples, que a pessoa faça atividades diferentes, dinâmicas, que foi o que você fez. E, tipo, foi um conteúdo que eu entendi e que se eu, tipo, quiserem conversar comigo, claro, eu não vou saber tudo, mas eu vou saber explicar o que eu aprendi (A05).

O mencionado traduz o entendimento de que os alunos anseiam por um ensino menos expositivo, com uma Ciência afastada da abordagem de conceitos prontos, diretiva, e se aproxima de um ensino mais aberto, significativo, que os inclua no processo de reconstrução do conhecimento científico, com mais experimentação e investigação.

Em vista disso, nosso estudo evidenciou que as atividades investigativas corroboraram no fortalecimento da autonomia e da competência, favorecendo na formação para o exercício da cidadania. Conforme Silva e Kodama (2004), para que isso ocorra, é necessário inverter o papel do professor, que tradicionalmente comunica os conceitos científicos diretamente, levando o aluno a copiá-los no caderno sem questionamentos. O papel do professor, segundo esses autores, deveria ser o de: “[...] observador, organizador, consultor, mediador, interventor, controlador e incentivador da aprendizagem, do processo de construção do saber pelo aluno [...]” (Silva; Kodama, 2004, p. 5).

Percebemos que os alunos gostam de serem desafiados com questões voltadas para temas atuais, que estão presentes em suas vidas cotidianas e no meio em que vivem. É necessário, portanto, oferecer aos alunos um ensino inovador e significativo, que desperte seu interesse, envolvendo-os com os temas de cunho científico. Nessa direção, Freire (1996, p. 38) nos faz refletir: “A tarefa coerente do educador que pensa certo é, exercendo como ser humano a irrecusável prática de entender, desafiar o educando com quem se comunica e a quem comunica, produzir sua compreensão do que vem sendo comunicado”. Quando questionado sobre a autonomia nas aulas de Ciências da Natureza realizadas no contexto desta pesquisa, o aluno A08 respondeu: “*Eu, por exemplo, sou uma aluna que presta bastante atenção. Se não entendo a pergunta, tiro dúvidas; e, caso não tenha dúvidas na aula, faço as atividades em casa, pesquisando e buscando maneiras de aprender de forma mais fácil, por assim dizer. Sim, eu me sinto autônoma*” (A08).

A mesma pergunta foi direcionada ao aluno A05, que respondeu da seguinte forma:

Olha, eu acho que sim, porque tive que entender e explicar, não apenas aprender com o professor, mas também buscar informações por conta própria. Como na atividade sobre Kepler, tivemos que pesquisar, compreender e depois explicar para os colegas. Eu me senti bem fazendo isso, porque, como aluna, acredito que consigo explicar de uma maneira mais simples para que os colegas entendam. Da mesma forma, os colegas também conseguem se expressar de maneira mais acessível para que eu compreenda (A05).

Após as falas dos alunos, concluímos a análise dos dados referentes à categoria de Autonomia, revisitando um dizer importante de Demo (2002) onde enfatiza que a influência que o educador exerce em sua ação pedagógica é servir para libertar, abrir novos horizontes aos alunos e, não apequenar. A principal função do professor é incentivar, orientar e avaliar.

Enfim, ao analisar os dados referentes à categoria autonomia no contexto do Educar pela Pesquisa relacionado ao Ensino de Ciências da Natureza, foram reveladas percepções interessantes de elevado valor pedagógico sobre como os alunos desenvolvem sua capacidade de agir de forma independente no processo de aprendizagem. Os resultados indicam que, quando são promovidas práticas pedagógicas que estimulam a investigação, a experimentação e a resolução de situações-problema instigantes, os alunos tendem a demonstrar maior segurança, aumentando sua confiança na busca e construção do conhecimento, portanto, desenvolvem sua autonomia. A possibilidade oferecida de formar os grupos de trabalho revelou, segundo o analisado nesse estudo, um aumento na confiança nas suas habilidades de explorar conceitos científicos por conta própria. A autonomia manifestou-se na capacidade de propor hipóteses e testar ideias na busca de informações.

Além disso, o realizado possibilitou identificar que o desenvolvimento da autonomia está ligado à ação do professor na forma de planejar e conduzir as atividades. O professor, ao organizar desafios adequados, oportuniza que os alunos tenham liberdade para explorar as atividades e construam conhecimento dentro de sua capacidade cognitiva e, com isso, possibilita que eles adquiram mais autoconfiança.

O Itinerário Didático organizado na forma de uma SEI- RCP-ACP demonstrou ser uma prática pedagógica que favoreceu a construção da autonomia e contribui para o desenvolvimento do senso crítico, preparando os alunos para o exercício da cidadania e para lidar com situações complexas de sua vida e sociedade no futuro. Essa inferência foi identificada ao longo da pesquisa, evidenciando que a relação entre professores e alunos se fortalece à medida que os alunos assumem maior participação e responsabilidade no contexto de busca dos saberes, reconhecendo a mediação do professor como essencial para o desenvolvimento de sua autonomia.

7.2 Competência

A segunda categoria a ser analisada no contexto de aplicação do estudo foi à relacionada a competência. Quando uma pessoa se propõe a realizar uma atividade, possivelmente a primeira ideia que vem à sua mente é a de atingir resultados satisfatórios. Qualquer atividade a

ser realizada pelo ser humano irá exigir um esforço físico ou mental, e, para isso, se faz necessário preparar-se por meio de estudos para compreender a melhor maneira de executar tarefas, aprender técnicas e, acima de tudo, criar estratégias capazes de tornar eficiente aquilo que se pretende construir. A constante conexão com as pessoas, com o ambiente em que estava inserido, pensando e criando modelos de ferramentas e o domínio das pequenas tarefas cotidianas da vida em sociedade fizeram com que o ser humano desenvolvesse conhecimentos e capacidades que, ao longo do tempo, o tornaram mais habilidoso em sua execução. Um dos propósitos da presente pesquisa está em identificar nos alunos participantes a construção de sua competência ao aplicar as atividades do Itinerário Didático. Segundo Perrenoud (2000), a competência no meio educacional é reconhecida como a faculdade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos, como informações, conhecimentos e habilidades, capazes de auxiliar o sujeito na solução eficaz de uma diversidade de situações. Com o intuito de coletar dados sobre essa categoria, atentamo-nos em observar as atitudes e sentimentos diante do objeto em estudo e apresentado aos alunos, bem como as elaborações individuais e coletivas dos participantes ao longo da aplicação das atividades. A construção da competência manifesta-se com mais intensidade quando se oportuniza ao aluno interagir com uma diversidade de possibilidades em sala de aula, tais como, fazer experimentos, pesquisar e elaborar. A aula do professor nem sempre repercute em aprendizagem, pois o indivíduo precisa interagir com o objeto de estudo, compreendendo e reconstruindo seu conhecimento. Nessa direção, Demo (2015, p. 44) evidencia que: “O mundo externo não entra em nossa cabeça diretamente, mas pela via da interpretação, através da qual procuramos ser protagonistas da observação, não referências passivas”. Sendo assim, percebemos na análise dos dados que, ao realizarem as atividades investigativas, os alunos assumiram uma postura mais independente na busca por interpretar as informações, desenvolvendo pontos de vista próprios e produzindo materiais de sua autoria, o que contribuiu com o desenvolvimento da competência almejada nas atividades.

O mencionado pode ser identificado na fala do aluno A07, que, ao ser entrevistado, respondeu:

Sim, pesquisar ajudou, porque a gente aprendia bastante, né, nas aulas. Sempre tinha as aulas teóricas, as práticas... Aprendi a fazer as contas como eu sabia, né, tanto que eu fui pedir para o professor ajuda, porque eu não estava entendendo, depois o professor me explicou, eu acabei entendendo, consegui fazer, achei bem interessante as contas, é isso. Achei muito legal a palestra que a professora Fabiana deu, o filme também, foi muito interessante, ... tanto que eu procurei para assistir em casa de novo, sobre os cartazes sobre as Leis de Kepler também, achei muito legal fazer eles, as aulas práticas que a gente fez também, são muito interessantes (A07).

A categoria competência mostrou-se relevante para este estudo, evidenciando o avanço dos alunos na realização de atividades envolvendo experimentos, interpretação de dados, construção de tabelas e gráficos e os conhecimentos próprios, o que fortaleceu sua autonomia, pensamento crítico e confiança na compreensão das práticas científicas.

Ao longo da aplicação das atividades, notamos que os alunos começaram a desenvolver a competência de realizar experimentos, interpretar dados e elaborar novos conhecimentos por meio da escrita de relatórios e textos, compreender conceitos científicos e quantificá-los por meio das fórmulas e do domínio em expressar com autonomia os resultados das investigações dialeticamente. Em vista disso, no livro *Aprender como Autor*, Demo destaca que:

A experiência tem mostrado que conteúdos trabalhados pela via da problematização, com pesquisa e elaboração, tem muito mais chance de serem aprendidos, não memorizados, porque, além de passarem pelo crivo crítico conceitual e teórico, são reconstruídos com mão própria, de modo autoral e com motivação intrínseca (Demo, 2015, p. 164).

A competência de realizar e interpretar os dados dos experimentos ficou evidenciada nas manifestações dos alunos ao apresentar suas pesquisas referentes ao objeto de estudo aos colegas e para outras turmas, podendo ser identificada em passagens como a expressa no diário de bordo do pesquisador:

Os grupos de trabalho apresentaram ao grande grupo o experimento do pêndulo simples para determinar o valor da aceleração da gravidade local. Destacamos aqui o grupo B que montou o experimento, mediu o comprimento do pêndulo e o colocou para oscilar dez vezes. Em seguida, foi registrado o tempo das oscilações, calcularam a média do período dividindo o tempo total por dez e com agilidade, inseriram os valores na equação do pêndulo simples com o auxílio da calculadora. O resultado obtido foi muito próximo de $9,80 \text{ m/s}^2$. Durante a apresentação, registramos o evento no diário de bordo e a professora do laboratório registrou o evento por meio de vídeos e fotografias³⁵. O desenrolar da atividade ocorreu sem a necessidade de intervenção do professor. Todos os alunos desse grupo demonstraram excelente capacidade em coletar os dados revertendo-se em resultados satisfatórios na aprendizagem. Por fim, demonstraram sua competência argumentativa no momento de expressar os conhecimentos aprendidos na apresentação dos resultados da pesquisa aos demais (Diário de bordo, 12/07/2024).

A palavra “competência” está representada pela letra C na sigla ACP, estando relacionada ao ato de pertencer e à autonomia, o que contribuiu para a efetivação de um processo voltado ao Educar pela Pesquisa numa proposta associada ao Ensino por Investigação. Ao iniciar as atividades, conversamos com os alunos sobre a importância da integração e participação de todos, para que se sentissem em conexão permanente com os colegas, professor,

³⁵ Os registros estão apresentados nas figuras 13 e 14, no capítulo referente à aplicação do produto educacional.

ambiente e com o objeto do conhecimento em estudo. Ao ser entrevistado sobre o sentimento de conexão no ambiente ao longo da aplicação das atividades, o aluno A19 assim respondeu: *“Possibilitou-me eu conseguir ir além, e compreender o que a gente sabe estudando, né? Consegui me conectar bastante (A19)”*. Do começo ao final da aplicação das atividades, estivemos comprometidos em planejar e mediar o andamento das pesquisas pelos grupos de trabalho, onde os alunos pesquisaram e elaboraram sob sua orientação e avaliação.

Em nosso estudo, a competência não foi vista como uma categoria isolada ao estar diretamente interligada a uma diversidade de fatores presentes no contexto em que se desenvolveu. Um aspecto fundamental foi que, ao longo de todas as atividades, utilizamos uma intervenção didática que priorizou a criação de espaços para os alunos participarem como parceiros de trabalho e pequenos autores na reconstrução de novos saberes.

Em relação à construção da competência para a investigação científica e escrever conhecimentos da Ciência, o Aluno 07 assim respondeu ao ser entrevistado: *“A gente sabe que a gente não é cientista, mas a gente pode, né, buscar coisas”*. Como já destacamos em momentos anteriores, e em consonância com Demo (2015), ao nos referir à pesquisa no contexto deste estudo, vemos ela como um ato educativo. Na mesma linha de pensamento, Moraes (2002, p. 136) enfatiza que: *“Na educação pela pesquisa, o professor transforma sua forma de considerar os alunos, vendo neles sujeitos autônomos, capazes de questionamento, argumentação e produção próprias”*. A competência emerge sendo percebida no aluno quando o professor, em sua ação pedagógica, permite e oferece a oportunidade para ele participar como sujeito no processo reconstrutivo da Ciência. Ao longo da aplicação das atividades, notamos também que ocorreu uma interação mútua entre todos os envolvidos no processo e principalmente com o objeto do conhecimento a ser desvendado e aprendido.

Os resultados obtidos ao longo da aplicação do produto educacional revelaram que, quando os alunos foram desafiados por meio de uma situação-problema, despertaram para a curiosidade, sentindo-se instigados a buscar informações, levantaram hipóteses e realizaram experimentos com a finalidade de encontrar a solução do problema a ser resolvido. Tudo isso vem ao encontro de Libâneo (1994, p. 69) onde enfatiza que *“[...] o professor é o coordenador ou animador das atividades que se organizam sempre pela ação conjunta dele e dos alunos”*. Constatamos que as atividades investigativas, com participação ativa dos alunos, contribuíram para o desenvolvimento de habilidades associadas à capacidade cognitiva, em uma contínua construção de sua competência.

A habilidade de compreender conceitos científicos e quantificá-los por meio das fórmulas ficou evidenciada na observação em relação à capacidade de, a partir da realização

dos experimentos, os alunos conseguiram contextualizá-los em diferentes objetos de estudo. Como exemplo dessa competência, mencionamos a situação que ocorreu no laboratório Maker no dia 5 de agosto de 2025, onde um grupo de alunos realizou com independência, o experimento do Pêndulo Simples³⁶ para descobrir o valor da aceleração gravitacional, visto na atividade anterior e na do Pêndulo de Foucault³⁷. Ficou evidenciado para eles nos resultados dos dois experimentos que o valor da aceleração gravitacional não depende do valor da massa e, ainda, que no Pêndulo de Foucault também não há interferência do comprimento do pêndulo, mas sim do valor do grau da latitude local. Acreditamos que esse olhar holístico e de competência emergiu do contexto que oportunizou a liberdade de investigar e interagir. Por meio dessa atividade, percebemos que o experimento permitiu que os alunos compreendessem melhor o fenômeno físico em estudo para, em seguida, por meio de fórmulas, quantificar³⁸.

Vale destacar aqui que durante a realização das atividades também existem alunos que participam de tudo o que é proposto nas aulas. Gostam de subir na escada e nas cadeiras para amarrar os fios e construir os materiais necessários para a realização dos experimentos com muita autonomia, disposição, tornando o momento descontraído e da presença de satisfação e alegria. Um desses alunos é o A19, que assim respondeu na entrevista ao ser perguntado sobre o experimento realizado no laboratório MAKER e descrito anteriormente. “Comente o teu sentimento de participar dessa pesquisa, o que você fez? Como que você mediu? Como foi tudo isso? Do pêndulo? Como começou?”

O sentimento que eu tive sobre estudar física foi uma nova emoção, um novo sentimento de aprendizado. Foi uma experiência ótima até então e quero estar estudando mais sobre física... A gente pegou os materiais necessários, o pêndulo, uma corda e uma régua. Aí a gente fez as medições para deixar nos tamanhos corretos, tipo 1 metro, 60 centímetros, 43 e assim por diante. E aí foi feita a medição, foi largado 10 vezes o pêndulo, foi medido no tempo de 10 segundos e depois de tudo isso foi feito os cálculos para chegar no resultado. Melhoraram nas contas, me ajudaram a entender mais, a compreender (A19).

No decorrer da aplicação das atividades, observamos, também que por meio das atitudes e das falas como a do aluno A19 mencionada, o desenvolvimento de capacidades como elaborações textuais, experimentais e científicas produzidas pelos grupos de trabalho e

³⁶ A fórmula para calcular o valor da gravidade é $g = 4 \pi^2 L / T^2$.

³⁷ A fórmula para calcular o valor do período é $T(\theta) = 2\pi / \sin\theta$.

³⁸ O professor de matemática da turma acompanhou, cedeu aulas para aplicação do produto educacional. Devido a matemática ter maior número de aulas, solicitamos a ele trabalhar com os alunos concomitantemente a ideia de direta e inversamente proporcional para facilitar o entendimento das equações. Por exemplo, na equação do Pêndulo Simples, quanto maior for o comprimento do pêndulo, maior o período de oscilação por serem diretamente proporcionais. Essa parceria com o professor auxiliou no bom andamento das atividades.

individualmente; que o ensino por meio dessa postura pedagógica, gerou nos alunos situações instigantes, levando-os a buscar e se comprometerem a atingir os objetivos propostos. Ao ser questionado sobre o fato de se sentir competente no desenvolvimento das atividades investigativas, o Aluno 07 respondeu: *“Ah, me senti, porque eu fiz pesquisas, aí depois teve as apresentações, então a gente aprendeu bastante com isso”*. Oliveira e Carvalho (2005, p. 348) destacam ser função fundamental do professor assegurar que, durante o desenvolvimento das aulas, “[...] os alunos possam experimentar, hipotetizar e argumentar sobre conceitos científicos”. Nesse contexto, o professor deve ser um incentivador, inovador e criador de situações-problema interessantes, que provocam nos alunos uma motivação intrínseca³⁹.

O depoimento do aluno A19 descrito anteriormente mostra que, quando oportunizamos aos alunos o contato direto com o objeto a ser aprendido, eles se sentiram incluídos no processo de busca das informações necessárias para responder a um problema. Ao se sentirem pertencentes, os alunos motivaram-se e aproximaram-se junto ao professor como parceiros num processo ativo, sujeitos capazes de intervir com senso crítico, com autonomia que os auxiliou na permanente construção da competência de tornarem-se no decorrer da vida escolar, no mercado de trabalho e na sociedade como agentes de transformação do meio e capacitados para a elaboração própria de novos saberes. Segundo Demo (2006), é fundamental que o professor se dedique a incentivar os alunos a desenvolverem a capacidade de elaboração própria, tornando isso um objetivo central no processo educativo. Caso contrário, os alunos acostumam-se a conviver com situações de dependência do professor, dos pais, da sociedade, vivendo na condição da superficialidade das informações que chegam a eles, sendo capazes somente de ler sem interpretar profundamente os fenômenos que se apresentam diariamente em suas vidas. Escrever corretamente em português, ler com fluência e saber interpretar os materiais pesquisados são habilidades fundamentais que influenciaram consideravelmente o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Esse domínio é o suporte para conseguirem realizar sua elaboração própria dos textos de suas pesquisas, contribuindo para a construção e aprimoramento de suas competências (Perrenoud, 2000).

Notamos ainda que durante as atividades em grupo, em sua minoria, alguns alunos tendem a se acomodar e esperar que os colegas façam, por eles, as produções escritas. Para melhor avaliar o desempenho e o desenvolvimento de cada participante, optamos por incluir

³⁹ A **motivação intrínseca** é aquela que brota de dentro do sujeito, impulsionada pelo interesse de fazer algo com prazer, sem influências externas de outros indivíduos. É como se uma força interior que provoca interesse de realizar alguma coisa. Quando um aluno está motivado intrinsecamente, ele estuda e realiza tarefas por se sentir desafiado e desperta a curiosidade em buscar ou reconstruir algum tipo de conhecimento. O sujeito motivado realiza um esforço por iniciativa própria para alcançar um certo objetivo (Nérici, 1983).

momentos de elaboração textual individual, o que nos permitiu perceber com maior clareza o desenvolvimento das competências de cada aluno. Demo (2006) argumenta que, embora o trabalho colaborativo seja importante para discutir e explorar temas, a elaboração de trabalhos deve ser realizada individualmente, a fim de permitir uma avaliação mais precisa das habilidades de cada aluno. Durante a aplicação da atividade sobre as Leis de Kepler, propomos que os alunos criassem um cartaz sobre as órbitas planetárias, escrevessem um texto científico sobre o tema pesquisado e, finalmente, realizassem atividade somativa individualmente e sem consulta. Assim, os alunos alternaram entre momentos de trabalho colaborativo e atividades individuais.

A necessidade de relacionamento também pode ser satisfeita pelas interações estabelecidas com os colegas nos trabalhos em grupo e com o professor, durante as orientações e ajudas buscadas junto a ele. Afora isso, todo processo de apropriação conceitual, procedimental e atitudinal contribuirá de forma significativa para o desenvolvimento da competência dos estudantes (Clement *et al.*, 2015, p. 117-118).

Durante a execução das atividades, observamos também que os estudantes, inicialmente habituados a usar uma linguagem cotidiana e de senso comum para investigar teorias científicas, realizar experimentos e estudar conceitos e leis físicas presentes nos livros didáticos, passaram a dominar novos conhecimentos científicos e a se expressar de forma mais apropriada, aprimorando sua linguagem científica. A passagem da linguagem cotidiana para a científica é um processo contínuo a ser praticado em sala de aula e que a longo prazo poderá contribuir significativamente para o desenvolvimento de suas competências científicas. Demo (2006, p. 111) destaca que: “É preciso motivar o aluno a se tornar competente em termos de domínio da instrumentação científica. Deve saber de fato a matéria. A ferramenta mais importante, todavia, é aprender a aprender, ou seja: criar a capacidade de inventar soluções próprias”.

Os autores Moraes (2003), Demo (2015) e Carvalho (2022), engajados em estudos sobre Pesquisa em Sala de Aula, Educação pela Pesquisa e Ensino por Investigação, defendem que, se o professor de Ciências da Natureza criar condições para a aplicação da pesquisa em sala de aula, desde o Ensino Fundamental, valorizando os conhecimentos prévios dos alunos, será possível desenvolver sua aprendizagem e sua percepção sobre a Ciência. Tudo isso favorece a compreensão dos fenômenos naturais, das leis científicas, das inovações tecnológicas e do objeto de conhecimento do currículo escolar a ser investigado, promovendo o desenvolvimento da autonomia dos alunos, colaborando para a construção da competência de pensar e elaborar conhecimentos científicos. Logo, os alunos se alfabetizam cientificamente e se preparam para

serem, no futuro, cidadãos capazes de resolver problemas mais complexos em suas vidas, na sociedade e no mundo do trabalho (Sasseron, 2022).

Tudo isso é evidenciado pelo depoimento da aluna A13, que, ao ser questionada sobre como as atividades investigativas contribuíram para a construção de sua competência investigativa, respondeu:

De você não só investigar na hora do experimento, mas a tua experiência de repente lá fora pesquisar... A do pêndulo também foi uma dessas situações. Eu gostei bastante porque, por exemplo, a gente fazia o cálculo, né? Daí, quando a gente fazia o cálculo, ah, estava errado? Tá, então vamos tentar descobrir o que faz esse cálculo estar errado. E eu acho que isso também traz um pouco de interesse para a nossa vida pessoal... Tipo assim, por exemplo, ah, eu preciso resolver um problema. Tá, agora vamos procurar a raiz desse problema para tentar resolvê-lo (A19).

Com base nas falas dos alunos e nas contribuições dos autores, os resultados desta pesquisa evidenciam que as atividades investigativas aplicadas ao longo do estudo promoveram avanços significativos no desenvolvimento das competências científicas dos participantes.

O estudo apresentado nesta tese pretende oportunizar que os alunos compreendam a importância de desenvolver a sua competência nas atividades realizadas durante os meses em que a pesquisa foi conduzida com a aplicação de atividades investigativas. No entanto, a competência, categoria explorada neste estudo, constitui um suporte essencial que deve estar em constante aperfeiçoamento, preparando os alunos para se tornarem cidadãos capazes de alcançar melhores resultados em todas as funções⁴⁰ que desejam realizar ao longo da vida.

Encerramos a exploração dos dados dessa categoria, mesmo conscientes de que os argumentos sobre o tema não se esgotam, com a resposta do Aluno 03 à pergunta: Como as atividades investigativas contribuíram para tornar-te mais competente, para, no futuro, ter uma vida melhor? *“Com certeza. De todas as formas, professor, porque a física é muito importante. Então, a gente vai aprendendo cada vez mais e tudo aqui na escola vai contribuindo para o nosso futuro” (A13).*

Os resultados obtidos nessa análise indicam que a competência é um processo em constante desenvolvimento. As atividades investigativas aplicadas permitiram um maior envolvimento dos alunos com os objetos do conhecimento em estudo, colegas e professor. Essa interação proporcionou uma base sólida para que, ao longo da vida, os alunos possam construir

⁴⁰ Consideramos que se tornar competente em uma determinada área do conhecimento significa dominar, profundamente, os conhecimentos necessários para executar uma tarefa com máxima eficiência. O objetivo de explorar essa categoria em nosso estudo foi levar os alunos a compreenderem a importância de aprofundar o objeto de estudo, com o propósito de adquirir um conhecimento embasado e científico, capaz de ser reconstruído e transformado em novos saberes.

novos conhecimentos, desenvolver novas competências e adquirir habilidades que contribuam na aprendizagem. Essa concepção converge com o pensamento de Demo (2006), que defende uma formação capaz de garantir aos alunos o desenvolvimento de habilidades que promovam a construção de sujeitos críticos e autônomos, assegurando, no contexto educativo, a competência humana muito necessária para enfrentar desafios sociais.

7.3 Pertencimento

O pertencimento, essencial para atender à necessidade psicológica de conexão⁴¹, foi um dos elementos centrais observados durante a aplicação das atividades. Esse sentimento promoveu confiança e fez com que os alunos se sintam acolhidos no contexto de sala de aula. Durante a reunião inicial, explicamos a dinâmica na qual as aulas seriam ministradas e a importância da participação de todos. Neste sentido, convidamos os participantes a atuarem como parceiros de trabalho em todo o percurso da pesquisa e em conexão permanente com o objeto de conhecimento de cada atividade proposta, com o ambiente, colegas e professor.

A abordagem metodológica trazida no estudo e vinculada ao Educar pela Pesquisa, permitiu que os alunos assumam uma postura mais autônoma em relação ao objeto em estudo. Neste sentido, Clemente *et al.* (2015, p. 120) afirmam que “é também sob este contexto que defendemos o ensino por investigação, pois isso terá grande significado para o estabelecimento e fortalecimento de vínculos, satisfazendo a necessidade de pertencimento”. Nessa orientação, ao propor as atividades investigativas, fomentamos a curiosidade dos alunos e permitimos que busquem informações, criando um compromisso e um maior envolvimento no processo de aprendizagem. Esse processo foi registrado no diário de bordo, incluindo relatos dos participantes, suas atitudes e falas ao longo da aplicação das atividades.

Os relatos dos alunos evidenciam a importância de incluí-los no processo de construção do conhecimento como sujeitos parceiros no processo de ensino-aprendizagem. Observamos uma mudança significativa de atitude, além de um ganho pedagógico importante, especialmente ao proporcionar condições que tirassem os alunos da posição de espectadores passivos, característica da pedagogia da heteronomia e os colocassem como protagonistas no centro do

⁴¹ Por conexão entendemos ser uma relação coerente ou um vínculo com ligações que o indivíduo estabelece com as outras pessoas, com o ambiente, com as experiências vividas em sociedade. No contexto educacional, a conexão é uma necessidade que os alunos sentem de estarem ligados ao ambiente, colegas, professor e objeto do conhecimento a ser aprendido.

processo de aprendizagem, como preconiza a pedagogia libertadora⁴² desenvolvida pelo educador Paulo Freire. Esse movimento fortaleceu a autonomia e permitiu que se sentissem incluídos e conectados ao ambiente, à medida que realizavam as atividades investigativas que auxiliou na reconstrução de novos conhecimentos com elaboração própria. Inicialmente, um aluno demonstrou resistência em participar e desconforto ao interagir com o grupo. No entanto, ao longo do processo e por meio do diálogo, ele começou gradualmente a interagir com os colegas e a participar das atividades. Com o apoio do setor pedagógico, tratamos o caso com cuidado e, após uma conversa longa e acolhedora, conseguimos integrá-lo ao grupo de trabalho. O acolhimento por parte do grupo e a interação gradual com o contexto proporcionaram sua conexão significativa com os experimentos e as investigações. A identidade do indivíduo na maioria das situações se desenvolve por meio de contextos de convivência, de fazer parte da família, comunidade de um grupo e ser respeitado, e assim, entendemos que a escola deveria ser o lugar ideal para que isso ocorra (Silva, 2018).

A primeira atividade desenvolvida no estudo envolvia o cálculo da aceleração gravitacional, por meio do experimento⁴³ do Pêndulo Simples. Nela percebemos a presença do pertencimento desse aluno, que foi realçado pela interação entre os colegas no grupo de trabalho na realização das atividades. Sobre isso, ele respondeu na entrevista e falou sobre o sentimento de pertencimento trazido pelas atividades realizadas:

Elas contribuíram para me esforçar mais. Depois dessas atividades, eu comecei a correr atrás e realmente entender, não só pegar o papel para ler, mas sim poder explicar, e isso está, tipo, refletindo em outras matérias, porque minhas notas estão aumentando, porque estou correndo atrás de ser uma aluna melhor. Então, uma coisa, quando o professor só explica e você copia, como é a aprendizagem, o professor oferece essa opção de investigar novos conhecimentos (A05).

A fala desse aluno vem ao encontro de sua atuação durante a realização da pesquisa, sempre motivado e em conexão e interação de forma dinâmica tanto com o objeto em estudo quanto com o grupo de trabalho, o que impactou positivamente o contexto da pesquisa. A situação vivenciada no momento da primeira atividade, nos faz acreditar que possivelmente se o conteúdo tivesse sido abordado na perspectiva de ensino tradicional, provavelmente seu envolvimento seria menor e ele não teria tido a oportunidade de participar e interagir como

⁴² Ela foi desenvolvida por Freire (1996) com o propósito de promover nos alunos a apropriação do conhecimento com autonomia, estimular o pensamento crítico, valorização da diversidade cultural, preparar para serem agentes de transformação da sociedade e formação do desenvolvimento integral. A sua aplicação em sala de aula exige que o professor, ao planejar suas aulas, desenvolva estratégias com atividades problematizadoras dos conteúdos, instigando a curiosidade e a participação ativa dos alunos, levando-os a refletirem e buscarem soluções (Silva, 2018).

⁴³ O registro das fotos de realização desta atividade está registrado na figura 13 do relato da aplicação do PE.

sujeito ativo na reconstrução do conhecimento. Ao falar, o aluno revela que, ao sentir-se parte do ambiente e em conexão com o contexto da sala de aula, ele se tornou mais receptivo para aprender o que o professor pretendia ensinar.

Ao proporcionar atividades investigativas, fomentamos a curiosidade dos alunos e permitimos que busquem informações, criando um compromisso e senso de pertencimento. O objetivo de incluir esta categoria em nossa pesquisa foi demonstrar o quanto é importante para os alunos sentirem a emoção de estarem conectados e ser parte integrante do contexto escolar, tendo um impacto positivo em sua autoestima, autoconfiança, motivação e bem-estar. Neste sentido, Carvalho (1998, p. 20-21), revela que:

Uma atividade para desenvolver conhecimento parte da proposição de um problema pelo professor. O problema é a mola propulsora das variadas ações dos alunos: ele motiva, desafia, desperta o interesse e gera discussões. Resolver um problema intrigante é motivo de alegria, pois promove a autoconfiança necessária para que o aluno conte o que fez e tente dar explicações.

O sentimento de pertencimento é fundamental em diversos contextos, como nas escolas, nos locais de trabalho, nas comunidades locais e, de forma geral, na sociedade. As pessoas que se sentem parte de algo maior tendem a ser mais engajadas, motivadas e resilientes, contribuindo para a criação de um senso de unidade e cooperação nos grupos.

Durante a aplicação das atividades, percebemos que o ambiente de sala de aula tornou-se mais interativo e comunicativo. Notamos nos alunos uma sensação de liberdade por sentirem-se parte do processo, favorecendo o engajamento e o movimento de busca pelo conhecimento, tornando-se sujeitos ativos de sua aprendizagem.

O aluno A05 ao perguntar qual o sentimento de participar das atividades propostas, respondeu:

No início, eu não estava muito empolgada, porque eu nunca tinha visto física e essas coisas. E tipo, eu achei que não ia ser muito minha praia. Mas como a gente começou a fazer algumas atividades diferentes, isso acabou me deixando mais empolgada em aprender. E como você não só escreve, você explica, você faz atividades fora da escola, você faz dinâmicas, é mais fácil a gente aprender. E isso me deixou mais entusiasmada em aprender física (A05).

Acreditamos que o ato de pertencer está presente em todas as situações da vida da pessoa e na maioria dos ambientes que frequenta, logo entendemos que a escola precisa contribuir para a construção deste sentimento.

Os alunos precisam ser vistos, ouvidos, acolhidos, valorizar conhecimentos prévios que possuem por todo o contexto escolar para conseguirem se conectar mais e consequentemente se

abrirão novas janelas na aprendizagem. Dito isto, destacamos que as imagens trazidas na seção do relato da aplicação do produto educacional mostram este sentimento, visível no semblante dos alunos. Ressaltamos que, enquanto pesquisador e professor, tivemos o privilégio de sentir presencialmente a força deste sentimento. Essa valorização transformou-se durante a pesquisa num ambiente nos quais os alunos, ao lado do professor, caminharam juntos na reconstrução de novos conhecimentos fundamentados no Educar pela Pesquisa, que foi nossa inspiração para a construção da sigla SEI – RCP – ACP. A seguir destacamos mais uma resposta sobre o sentimento de participar das atividades investigativas.

Eu gostei muito das aulas do professor Altair. Foi muito boa, teve uma boa desenvoltura, ajudou muito a gente. Isso vai ser uma coisa muito boa para o nosso futuro, principalmente. E a gente se sentiu muito, eu, vamos dizer assim, se sentiu muito acolhida nessa nova aula. Um experimento que foi muito bom, porque a gente fez as fórmulas, as atividades, as pesquisas. Também os resumos que a gente fez sobre Aristóteles e Galileu, foram muito proveitosas as atividades (A08).

Esse engajamento intensifica-se quando o professor oportuniza a realização de atividades experimentais, sendo que a maioria dos alunos participa ativamente dessas atividades, de modo a resultar em ganho pedagógico no desenvolvimento do pensamento científico daquilo que se pretende ensinar. Destacamos um fator que, em 2024, a nova grade curricular passou a contemplar apenas uma aula de Física por semana nas turmas de Primeiro Ano do Ensino Médio, e isso foi um fator negativo para a aplicação das atividades investigativas, o que nos deixa preocupado. No decorrer das aulas, o fator tempo foi amplamente comentado pelos participantes, como destacado na fala do Aluno A9: “*Professor, se não der tempo de fazer o experimento hoje, podemos vir no sábado e terminar*”. Essa fala nos mostra que o aluno estava completamente envolvido e motivado para chegar ao resultado proposto na atividade de pesquisa, mas o fator tempo é determinante para a conclusão das tarefas propostas. A escola não funciona aos sábados, então foi proposto que a atividade fosse concluída na aula seguinte.

Outro fato que chamou a atenção durante a realização da atividade e relacionada ao pertencimento, foi o momento em que os alunos escolheram os instrumentos (objetos) para serem colocados como a massa do pêndulo, pois embora tenhamos fornecido itens que estavam disponíveis no laboratório da escola, os alunos decidiram usar itens adicionais, como pedras, tubos de cola e estojos. Isso revela que os alunos entenderam o propósito da atividade e assumiram uma hipótese confiável com competência e autonomia na busca de um resultado satisfatório em relação à situação-problema apresentada. Sendo assim, ficou evidente para os

alunos que a forma geométrica e a massa do pêndulo não interferem no resultado do valor⁴⁴ da aceleração gravitacional.

Como resultado da aprovação da proposta pelos grupos, notamos um ambiente de trabalho agradável, onde a maioria trabalhou sem problemas significativos de indisciplina. Neste sentido, outro evento importante registrado em nosso diário de bordo foi quando convidamos um aluno a apresentar sua produção aos colegas, com base em suas interpretações sobre o experimento do Pêndulo de Foucault, que visava demonstrar que a Terra gira em torno de seu próprio eixo. Essa situação mexeu com as emoções dos alunos, pois raramente em contextos de aulas diretivas o professor oportuniza aos alunos serem protagonistas, e assim, ao convidá-los a fazer explanações com argumentação que incentivam a dialética dos conhecimentos e compartilhá-lo ao grande grupo. Motivado pelas suas produções, esse aluno, de posse de um canetão foi a frente da turma e começou a explicar os conhecimentos que elaborou, e assim demonstrou a equação de Foucault sobre como calcular o período T utilizando o valor da latitude na cidade de São Miguel do Oeste. Dando continuidade aos acontecimentos registrados no contexto em que ocorreu essa pesquisa, registramos outro fato importante que merece destaque, que foi no começo da aula seguinte, onde o Aluno A11 se aproximou e falou: *“Professor, se precisar de mim hoje para explicar alguma coisa para turma pode me chamar”*. Por quê? *“Porque eu gostei de ir ao quadro falar daquilo que aprendi, então se precisar ir de novo eu vou”*. Essa declaração mostrou que, ao ser convidado a sair da plateia e subir no palco para explicar suas elaborações referentes ao conteúdo estudado, o aluno passou a se sentir parte importante do processo, não somente como receptor, mas como colaborador ativo num contexto de sujeitos. Esse tipo de experiência reforça o sentimento de pertencimento, pois o aluno percebe que sua participação é essencial para ele e para o grupo de trabalho que pertence. Nota-se que, ao sentir-se incluídos no processo educativo, os alunos desenvolvem a autoconfiança, impactando diretamente em seu bem-estar, segurança, autonomia, inteligência emocional e na qualificação de seus conhecimentos epistemológicos. Por conseguinte, esses recursos repercutem em ações na vida adulta e em sociedade, favorecendo sua inserção no mercado de trabalho, pois:

O mercado de trabalho exige pessoas mais qualificadas, com mais conhecimentos, mas também com muito mais espírito de investigação, iniciativa e criatividade, o que nos faz pensar na pesquisa como um ato social cotidiano no fazer pedagógico, e não algo dissociado do que vivemos e experimentamos (Faria, 2003, p. 86).

⁴⁴ Os alunos compreenderam que as variáveis que interferem no experimento ao aplicar a equação do pêndulo simples são o comprimento L e o período de oscilação T .

O professor e os grupos de trabalho estiveram em constante conexão ao longo de todo o percurso, pois a finalidade era atingir as metas previstas nas atividades, nas quais levantaram hipóteses, investigaram, realizaram experimentos, coletaram dados, aprenderam com os erros, elaboraram novos conhecimentos, fundamentados em literaturas especializadas e reconhecidas pela comunidade científica. Ainda sobre o pertencimento, temos a fala do aluno A02 no momento da entrevista:

Sim, eu acho que o modo como elas foram organizadas foi um ótimo modo. Durante as aulas do período da manhã, a gente conseguiu participar e se sentir pertencente. E durante a tarde, aquela tarde que eu pude ficar e por mim, também foi uma ótima tarde com muitos aprendizados e que fizeram nos envolver bastante no projeto e junto com o grupo realizar as atividades (A02).

Ao concluir a atividade, solicitamos para os alunos descreverem o que aprenderam e como se sentiram diante da atividade proposta. Um grupo realizou o experimento para encontrar o valor da aceleração gravitacional e percebemos motivação e dedicação ao realizado. Um resultado surpreendente⁴⁵, $g = 9,8554 \text{ m/s}^2$, foi obtido, considerando a margem de erro esperada para este experimento. Diante disso, por meio das observações registradas pelo pesquisador e pelas falas dos participantes do estudo, inferimos que essas interações saudáveis no contexto escolar favoreceram a socialização, refletindo-se positivamente na aprendizagem e no desenvolvimento cognitivo dos alunos participantes. Sendo assim,

No ambiente escolar, a identidade de aluno que pertence ao contexto, ativo e valorizado no microssistema escolar, passa pelas relações coletivas que estabelecem os critérios para o pertencimento a esse lugar social. O pertencimento nas comunidades escolares permite aos alunos uma interação favorecedora de novas relações (Bruniera *et al.*, 2018).

Em síntese, as atividades investigativas aplicadas no contexto desta pesquisa evidenciam que estratégias pedagógicas que valorizam a participação dos alunos promovem um sentimento de pertencimento e conexão com o ambiente, o professor, os colegas e o objeto de estudo, alcançando resultados significativos na aprendizagem. As elaborações individuais e coletivas demonstraram contribuir para o desenvolvimento de habilidades científicas, como formular perguntas, conduzir investigações, interpretar resultados, comunicar descobertas, pesquisar em fontes confiáveis e estimular o senso crítico na maioria dos alunos. Além disso, a apresentação

⁴⁵ O resultado encontrado está registrado na figura 15 do relato da aplicação do PE. Este grupo destacou-se em todas as atividades desenvolvidas, com excelente domínio na realização dos experimentos, tabulação de dados, construção dos gráficos, capacidade de calcular e bom desempenho na escrita e comunicação de suas elaborações.

de situações-problema instigantes despertou a curiosidade e incentivou o envolvimento dos alunos na busca por soluções, utilizando diversos materiais, como a internet, livros didáticos, artigos científicos, experimentos práticos, vídeos e revistas científicas.

7.4 Reconstrução do conhecimento

A quarta categoria a ser analisada no contexto de aplicação da pesquisa é a reconstrução do conhecimento. O aluno, inserido em um contexto que permite a exploração de informações por meio de perguntas interessantes, encontra um ponto de partida para a construção de condições favoráveis que despertam o interesse pela busca, motivando-o a investigar com profundidade os conteúdos previstos no currículo. Esse processo transforma seu estado cognitivo, elevando o grau de entendimento dos entes científicos e despertando a capacidade de reelaborar novos conhecimentos que se aproximam daqueles encontrados nas literaturas, portadores de um certo grau de credibilidade científica. Contudo, quando o conhecimento é apresentado descontextualizado e somente transmitido, perde-se o vínculo com a sua produção original, o que pode desmotivar os alunos em seu aprendizado. Sobre isso, Chassot (2022, p. 235) enfatiza: “O saber escolar é o saber que a Escola transmite, e a ação de transmitir já descaracteriza este saber, pois se estabelece a diferença entre o produzir e o transmitir”. Em vista disso, o estudo teve a proposição de proporcionar aos alunos condições para construir o seu conhecimento por meio de situações-problema instigantes, permitindo também a valorização dos conhecimentos prévios como ponto de partida para a reconstrução dos novos.

Quando questionados sobre se as atividades investigativas propostas estimularam sua capacidade de elaborar e reconstruir novos conhecimentos, os alunos forneceram respostas que trouxeram dados importantes, os quais corroboram com os objetivos deste estudo. A aluna A9, por exemplo, respondeu:

Sim. Eu percebi que quando a gente faz os experimentos, como aquele do pêndulo simples... que achamos o valor da gravidade, a gente consegue ver melhor as teorias funcionando de verdade. Na prática, entendi melhor. Eu aprendi a usar a fórmula também porque às vezes, só lendo no livro, eu não conseguia imaginar como essas coisas acontecem (A09).

Os relatos dos participantes desse estudo revelaram anseios e necessidades relacionadas à maneira como a maioria das aulas dos componentes curriculares é conduzida em sala de aula, principalmente na área de Ciências da Natureza. Dentre as várias falas dos alunos, destacamos a do aluno A05 que assim expressou: “Eu acho que os professores deviam ter mais uma visão

como a sua, de fazer atividades fora de sala de aula, sem ser só explicativa, só slides. O aluno vai entender mais com dinâmicas”. Observamos com essa fala que os alunos demonstraram maior engajamento e motivação quando convidados a participar ativamente do processo de aprendizagem, assumindo o papel de agentes capazes de buscar informações, interpretá-las e transformá-las em novos conhecimentos. Em concordância, Sasseron (2022, p. 49) destaca que “[...] a motivação pode ocorrer quando o professor oferece oportunidades para que todos os alunos participem”.

Evidenciamos ser essencial investir numa proposta de ensino mais dialógica. Essa mudança de postura ficou perceptível à medida que os alunos realizavam as atividades. Sentiram-se parte do processo e envolveram-se na busca de informações, na discussão com os colegas, na análise de dados e na realização dos experimentos, culminando na elaboração própria de relatórios e textos. Nesse contexto, temos que:

Na educação pela pesquisa, o professor transforma sua forma de considerar os alunos, vendo neles sujeitos autônomos, capazes de questionamento, argumentação e produção próprias. Assim, a utilização dos princípios da educação pela pesquisa possibilita transformar os alunos de objetos da relação pedagógica, que são na pedagogia tradicional, em sujeitos do processo de sua aprendizagem (Moraes, 2002, p. 136).

Este processo exige que o professor desenvolva um planejamento com atividades que envolvam situações-problema interessantes e desafiadoras, que estimulem os alunos a desvendar o objeto do conhecimento em estudo. Para alcançar resultados satisfatórios, sugerimos que o professor faça a mediação tanto nos grupos de trabalho quanto individualmente. Moraes (2002, p. 137-138) ressalta que: “Esse trabalho de produção, adequadamente mediado, possibilita atingir resultados muito positivos, tanto em termos de qualidade formal das produções, como de qualidade política e de transformação dos envolvidos”. Nesse sentido, a aluna A08, expressou-se da seguinte forma:

Nessas atividades a gente começou a fazer muitas pesquisas que ajudam muito a gente, porque no ensino fundamental a gente não fazia tanta pesquisa, era mais coisa que o professor explicava. Com o professor Altair, a gente pesquisou mais, a gente foi atrás de livros e coisa do tipo, então foi uma coisa muito boa (A08).

A análise das falas dos alunos durante a aplicação das atividades, aliada aos dados coletados nas entrevistas, revelaram que eles entendem haver uma necessidade de mudanças na abordagem de ensino das disciplinas de Ciências da Natureza, especialmente ao longo do ano letivo. Em concordância,

Aprender a aprender requer, antes de qualquer coisa, uma pedagogia centrada em situações didáticas favorecedoras a ela. Não se aprende a aprender apenas ouvindo, escrevendo, memorizando e reproduzindo conhecimentos em provas, é preciso algo mais dinâmico, que ative os alunos, não apenas fisicamente, mas acima de tudo, intelectualmente. É necessário que ele, o aprendiz, ponha em funcionamento toda a sua estrutura cognitiva durante o ato de aprender, e consiga ir além dela, refletindo e retomando cada ação efetivada em busca do conhecimento (Rosa; Rosa, 2012, p. 12).

De forma geral, os professores da área de Ciências da Natureza ao longo dos anos vêm relatando o desinteresse dos alunos em aprender os conteúdos previstos para estas disciplinas. Como consequência, os resultados da aprendizagem, de modo geral, mostram-se insuficientes, o que acaba por contribuir para o aumento da indisciplina. Em relação a esse contexto, existe uma certa preocupação dos pesquisadores na área de Educação Científica e, em vista disso, entendem que se faz necessário mudanças na maneira de ensinar, logo,

[...] propor alternativas para desenvolver habilidades intelectuais e estratégias de aprendizagem, já que os estudantes precisam aprender a gerenciar sua aprendizagem como forma de ter acesso às informações e delas fazer uso. Ou seja, o significado de aprendizagem mudou da memorização para a busca do conhecimento (Rosa; Rosa, 2012, p. 22).

As aulas puramente transmissivas e mecanicamente reproduzidas são geralmente cansativas, desmotivadoras e improdutivas, além de pouco, estimularem a criatividade, impedindo os alunos de se sentirem participantes ativos no processo de reconstrução do conhecimento, dando a impressão de que suas contribuições são irrelevantes diante de uma dinâmica que ainda prevalece a heteronomia. Nérici (1983, p. 169) destaca que: “O fracasso de muitos professores está em não motivarem suas aulas. Desse modo, professor e alunos ficam em setores estanques, sem comunicação, o professor querendo dirigir a aprendizagem e os alunos não querendo aprender”. Em vista disso, o presente estudo tratou de mostrar que, para o processo de aprendizagem e reconstrução do conhecimento, a metodologia de ensino adotada pelo professor em sua prática pedagógica faz diferença.

Um exemplo que demonstra o impacto das atividades fundamentadas em situações-problema na reconstrução do conhecimento ocorreu na pesquisa sobre as Leis de Kepler. Nessa atividade, os alunos investigaram o movimento dos planetas em torno do Sol, explorando aspectos como suas posições, períodos das órbitas, áreas varridas em tempos iguais, proporções, velocidade de translação e a influência das estações do ano. Os grupos de trabalho produziram cartazes por meio de ilustrações trazendo os enunciados das Leis de Kepler e representaram as órbitas elípticas através da atividade prática descrita na Figura 22 do capítulo do relato da aplicação do produto educacional. Além disto, individualmente, registraram suas pesquisas no

caderno e, ao final, apresentaram os resultados de suas descobertas científicas ao professor e aos colegas.

Essa abordagem contrastou com o modelo tradicional de aulas expositivas e diretivas, promovendo um ambiente mais dinâmico, onde os alunos se tornaram sujeitos ativos e elaboradores na construção de saberes científicos. O Educar pela Pesquisa e o Ensino por Investigação transformaram a posição do professor em sala de aula. O “dador” de aulas e o transmissor de conteúdos passa para uma posição de um sujeito criador de situações-problema, inovador, mediador, orientador e avaliador, gerando um contexto de conexão direta dos alunos pesquisadores com o objeto em estudo. Esse novo papel estimulou os alunos a participarem ativamente do processo como parceiros, elaboradores e comunicadores de suas produções, além de motivá-los para a realização de pesquisas que resultaram na reconstrução de conhecimentos próprios. Nesse processo, professor e alunos assumem o papel de sujeitos críticos, onde o aluno torna-se pesquisador e elaborador de conhecimentos, sob orientação e avaliação do professor (Demo, 2015).

Nessa direção, o Educar pela Pesquisa consolida-se como uma alternativa de ensino capaz de impulsionar os alunos para que, no futuro, saibam lidar com problemas cotidianos e enfrentar situações mais complexas em seu futuro, local de trabalho e na sociedade. Sendo assim, percebemos que as atividades fortaleceram para a construção da autonomia, favoreceu na aprendizagem individual e estimulou o desenvolvimento de habilidades que, segundo Nérici (1983, p. 293), promovem “[...] a realização plena de sua personalidade, explicitando-lhes todas as virtualidades”. O aluno A02, ao ser entrevistado sobre a importância das aulas com pesquisa, expressou: *“Eu achei que as aulas de pesquisa e os experimentos fizeram a gente entender melhor o conteúdo e transformar algo mais teórico em algo mais lúdico e interativo entre a turma”*. Na continuidade da entrevista em relação à sua aprendizagem e à reconstrução do conhecimento, o mesmo aluno expressou ainda que:

Eu acho que as aulas com pesquisa contribuíram muito para o meu aprendizado, pois eu aprendi a fazer os cálculos, eu aprendi o valor da gravidade, eu aprendi as três leis de Kepler, como elas são aplicadas hoje, como é a relação das formas elípticas dos planetas, e eu acho que isso contribuiu muito para o meu conhecimento interno quanto para os meus estudos, que vão me ajudar a ter um bom desempenho futuro (A02).

Esse depoimento se conectou com a visão de Moraes (2012, p. 66), que acredita que o Educar pela Pesquisa tem a finalidade de “[...] incentivar o questionamento dentro de um

processo de reconstrução do conhecimento inovador que inclui interpretação própria, formulação pessoal, saber pensar e aprender a aprender”.

O ensino por meio da pesquisa e investigação é um meio pedagógico que favorece também para a construção de alunos, sujeitos da inserção⁴⁶, da ação que os capacita a discernir conhecimentos da Ciência, verdades científicas, preparando-os para aprenderem e, ao saírem da escola, saibam discutir com os outros sobre fatos científicos e defender pontos de vista em relação a uma diversidade de fatos e não aceitem situações de submissão e exploração de seu trabalho por grupos minoritários da sociedade, como a burguesia detentora e dominadora dos meios de produção. Nérici (1983, p. 293) destaca: “O ponto de vista mais importante, talvez, do ensino ativo, esteja em habituar o educando ao esforço da busca, da pesquisa, da elaboração e da reflexão”. O ensino ativo sugerido por Nérici (1983) tem forte relação com a teoria do Educar pela Pesquisa (Demo, 2015), o Ensino por Investigação (Carvalho, 2022) e a Pesquisa em Sala de Aula (Moraes, 2003). Esses autores fazem parte da fundamentação teórica de nosso estudo e defendem o pressuposto que ao possibilitar aos alunos participarem junto ao professor na busca do conhecimento, os mesmos saem da posição de expectadores para um lugar de autores. Neste sentido,

o Educar pela Pesquisa em sala de aula é uma proposta que se distancia da simples reprodução de conteúdos prontos e cópia de informações e resultados. Ao contrário, ao pressupor a participação do aluno, de seus saberes prévios e reflexões sobre os mesmos, proporciona a reconstrução de conhecimentos (Delord, 2012, p. 76).

O processo de aprender abrangeu a construção e a reconstrução permanente do objeto do conhecimento a ser internalizado. O “reconstruir” explorado neste estudo significou que, embora não tenha havido algo inédito para o avanço das teorias e Leis da Ciência já comprovadas pela comunidade científica internacional, foi inédito para o aluno, que avançou na aprendizagem e gradualmente vai reaprendendo, reconstruindo e substituindo saberes do senso comum que utiliza a linguagem cotidiana para um novo pensar que usará uma linguagem mais sofisticada para expressar seus conhecimentos, a linguagem científica, com elaborações próprias e coletivas de novos saberes, elevando sua capacidade cognitiva e sua compreensão de uma diversidade de situações. Demo (1991, p. 16) acentua: “Pesquisa é processo que deve aparecer em todo trajeto educativo, como princípio educativo que é, na base de qualquer

⁴⁶ Freire (1996, p. 54) acredita que o resultado da ação pedagógica do professor deveria ser de permitir a transformação no sujeito de tal forma que a “minha presença no mundo não é a de quem a ele se adapta, mas a de quem nele se insere. É a posição de quem luta para não ser apenas objeto, mas sujeito também da História”.

proposta emancipatória”. Em relação ao crescimento da capacidade individual de reconstruir conhecimento, o aluno A04, ao ser entrevistado, expressou:

Bom, isso aconteceu, mas pelo fato de, como eu tinha falado antes, de eu entender o conteúdo, foi mais fácil de eu conseguir fazer sozinho, sem precisar muito da ajuda tanto do professor quanto dos outros alunos, e é mais isso, eu meio que posso dizer que foi mais por eu gostar do conteúdo e já ter pesquisado, ouvido sobre isso. As atividades foram boas, eu tenho que dizer, tanto como falei, eu gostar do conteúdo, achar interessante, isso foi bom, que eu pude tanto aprender coisas que eu já não sabia, como colocar em prática as coisas que eu sabia (A05).

Esse aluno, em todas as atividades, agiu com autonomia na exploração dos objetos do conhecimento, que foram investigados, demonstrando estar mobilizado para a aprendizagem. No decorrer da aplicação das atividades, observamos que ele assumiu as investigações juntamente com seu grupo de trabalho com muito empenho, compromisso e participação em todas as etapas das pesquisas. Foi possível observar seu desempenho nas atividades coletivas e seu crescimento intelectual nas elaborações individuais. Em concordância sobre um dos princípios do Educar pela Pesquisa, Frison (2002, p. 147) destaca a importância de: “[...] utilizar o que já está construído, reconstruindo de forma pessoal e criativa”.

Foram disponibilizados diversos recursos, meios pelos quais os participantes pudessem buscar informações para a realização das pesquisas, tais como: laboratório de informática, tablet, celular, biblioteca, laboratório de Ciências e Maker. Quando a situação problema foi apresentada, os grupos levantaram várias hipóteses e, após discussão, assumiram a mais conveniente. Em seguida, coletaram e tabularam dados que serviram de base para a construção de tabelas, relatórios e textos com os resultados das pesquisas. A reconstrução do conhecimento, por meio da escrita de textos, ocorreu tanto coletivamente quanto individualmente. Pedagogicamente, foi gratificante observar o grande empenho dos grupos na realização das atividades. Podemos afirmar que, quando o aluno está em conexão com o ambiente, sentindo-se pertencente, autônomo e competente em relação ao que pretende fazer, as produções se tornam surpreendentes, fortalecendo a aprendizagem. Neste sentido, o aluno A01, ao ser entrevistado, declarou:

Eu me senti bastante acolhido no trabalho e foi um ótimo aprendizado para mim. Eu acho que contribuiu bastante, tanto pela questão da procura, da pesquisa, foi algo que me incentivou a me interessar pelo estudo, algo que cada vez mais que eu gosto de física, eu adoro, mas esses trabalhos que o professor acabou passando aumentaram muito o meu interesse de estudar e reconstruir novos conhecimentos (A01).

Outro fator observado foi o crescimento cognitivo de cada participante, evidenciado pela qualidade das elaborações individuais. Na mesma direção, Demo (2015, p. 24) afirma: “supõe-se que cada um apareça no grupo com elaborações próprias, pesquisa prévia, argumentação cuidadosa, propostas fundamentadas, dados concretos”. Sendo a escola um meio acadêmico, devemos prezar para os alunos utilizarem uma linguagem mais sofisticada, fundamentada cientificamente, a fim de aprimorar permanentemente a escrita e aumentar seus argumentos ao comunicar os resultados das pesquisas. Diante disso, recolhemos os materiais elaborados pelos participantes e, após leitura e avaliação, em alguns casos, houve a necessidade de devolvê-los para os alunos reelaborarem as atividades, revisando a escrita dos textos com o propósito de melhorar a qualidade das produções. Em relação ao procedimento de observar o rendimento individual dos alunos, Nérici (1983, p. 294) destaca que: “É preciso dar atenção às dificuldades que o educando encontra nos estudos, de modo a socorrê-lo em suas fraquezas e estimulá-lo em seus pontos fortes”. A atividade somativa (item 10) do Itinerário Didático foi aplicada individualmente visando verificar aspectos do conteúdo que precisam ser retomados. As atividades aplicadas individualmente foram fundamentais para analisar a reconstrução do conhecimento por parte de cada aluno.

Com base nos dados desta pesquisa, a reconstrução do conhecimento se mostrou transformadora para o professor e os alunos. A metodologia ativa, centrada na pesquisa, permitiu que os alunos se tornassem protagonistas, aprimorando habilidades cognitivas e argumentativas. A presença de um professor mediador foi essencial para criar um ambiente que promovesse condições para os alunos realizarem suas elaborações próprias. A colaboração de autores como Chassot (2022), Carvalho (2022), Demo (2015), Moraes e Galiazzi (2002) e Nérici (1983), entre outros, citados neste estudo, forneceu o suporte teórico necessário para compreender a importância do envolvimento ativo dos alunos. Sendo assim, ao ser entrevistado, o aluno A05, expressou também que:

As pesquisas me ajudaram a reconstruir conhecimento. Eu fui pesquisar para entender mais sobre os conteúdos, aí quando eu fiz o trabalho sobre As Leis de Kepler, eu tive que entender, eu tive que pesquisar, eu vi vídeos aulas, para entender, para conseguir ter uma noção disso, e isso me fez ter mais interesse em fazer isso em outras matérias também (A05).

Por fim, podemos afirmar que o ensino de Ciência da Natureza fundamentado na pesquisa, que incentiva a investigação por meio de situações-problema, consolidou-se como uma prática apropriada no contexto de sala de aula, estimulando a construção da autonomia que

auxilia os alunos no aperfeiçoamento da sua competência, capacidade de interpretar conceitos e leis científicos, elaboração de novos saberes, contribuindo para sua aprendizagem.

7.5 Comunicação

A quinta e última categoria analisada neste estudo é a comunicação, termo que deriva do latim *communicare*, cujo significado abrange compartilhar, trocar opiniões, associar e dialogar. A comunicação é essencial para a interação humana, permitindo a troca de ideias, emoções, conceitos e experiências, e desempenha um papel central na construção de significados coletivos em diferentes contextos. Segundo Bertolini (2019), ela é um processo indispensável para toda sociedade, seja primitiva ou contemporânea, ao viabilizar a expressão de intenções, saberes e vivências. Wright (1968) complementa essa perspectiva ao afirmar que a comunicação aumenta as chances de sobrevivência em diversas espécies, ressaltando sua relevância como uma habilidade vital. Assim, compreender a comunicação é fundamental para explorar as interações humanas e os processos de aprendizagem em ambientes educativos.

Em um estudo qualitativo, a comunicação é compreendida não apenas como a troca de informações, mas como um processo dinâmico e contínuo, que envolve escuta ativa, interpretação e adaptação das mensagens num contexto social específico. De acordo com Berelson e Steiner (1964), a comunicação pode ser entendida como o processo de transmissão de informações, ideias, emoções e habilidades por meio de diferentes símbolos, como palavras, imagens, gráficos e outras representações visuais. Gerber (1967) sugere que a comunicação pode ser entendida como um processo de interação social mediado por mensagens. Nos animais, a comunicação surge como uma necessidade instintiva para atender a diversos objetivos, incluindo a defesa do território, o acasalamento, a integração social e o cuidado parental. Essas interações ocorrem por meio de odores, sons, movimentos, toque, bioluminescência, eletrocomunicação, feromônios e outras formas. Tal comportamento visa à sobrevivência e à troca de informações entre membros da mesma espécie ou até entre espécies diferentes. Transpondo essa ideia para a vida cotidiana humana, observamos que a comunicação é fundamental para estabelecer conexões e interações em qualquer contexto. Sem ela, seria inviável a construção de relações interpessoais e sociais, indispensáveis para o desenvolvimento individual e coletivo.

Os seres humanos são os animais que mais evoluíram na criação de novas formas de comunicação. Com isso, desenvolvemos diversas maneiras para transmitir e receber informações, ideias e emoções. A invenção da escrita e a evolução da linguagem foram marcos

fundamentais no aprimoramento da comunicação humana. Atualmente, os principais meios de comunicação incluem a escrita, como jornais, revistas e livros, além de tecnologias como o correio, telefone, celulares, smartphones, televisão, rádio, computadores e a internet.

As atividades investigativas desenvolvidas e aplicadas permitiram que os alunos assumissem um papel ativo na reconstrução do conhecimento. Ao serem desafiados por meio de situações-problemas, eles sentiram-se instigados a buscar informações, construir experimentos e extrair dados e tabulá-los, resultando na produção de material de pesquisa com elaboração própria.

Essas produções adquiriram mais sentido no contexto de sala de aula, quando o professor permitiu que os grupos de trabalho compartilhassem com os colegas de turma os resultados de suas produções, e então entrou em cena a capacidade de **comunicação**. No momento em que o aluno comunicou, socializando aquilo que aprendeu por meio da pesquisa, ele colaborou na construção da aprendizagem no coletivo e no seu desenvolvimento cognitivo, além de ter fortalecido sua capacidade de autonomia e competência para reconstruir novos conhecimentos e, por meio de sua dialética, transformar conhecimento, aumentando a interação entre todos os sujeitos envolvidos no processo. Na parte final do Itinerário Didático, das atividades aplicadas do produto educacional, os alunos foram estimulados a comunicar os resultados de suas elaborações aos colegas, à comunidade escolar ou por meio de vídeos postados nas mídias para divulgar à sociedade como forma de valorizar suas produções. Dessa forma, o aluno A01, respondeu ao ser perguntado sobre sua segurança em comunicar aos demais aquilo que pesquisou:

Sim, eu senti bastante segurança porque eu sabia que eu tinha um assunto na cabeça, eu fiz a pesquisa, fui atrás, eu sabia tudo, meio de cor e salteado, então eu tive essa segurança de poder falar e não sentir medo, fora que eu sou uma pessoa que não tem problema para falar em apresentações, ainda mais quando eu tenho conhecimento na ponta da língua, aí que eu saio muito bem (A01).

Essa afirmação veio ao encontro do propósito da presente tese, que foi projetar, desenvolver e aplicar no contexto de sala de aula um ensino de Ciências da Natureza que oportunizasse aos alunos, investigar e serem protagonistas na construção do conhecimento, adquirir autonomia para comunicar os resultados de suas produções, tornando-se sujeitos autores capazes de elaborar novos conhecimentos por meio de textos, desenhos, relatórios, tabelas, gráficos e vídeos. A capacidade de comunicar os resultados elaborados pelos grupos de trabalho e na individualidade foi uma excelente sinalização da importância de proporcionar aos

alunos as condições necessárias para investigar o objeto do conhecimento, transformá-los em novos saberes e comunicá-los com competência e autonomia aos demais.

Entendemos que a boa comunicação dos resultados das pesquisas vem acompanhada da capacidade de reconstruir e dominar conhecimentos, capacitando o sujeito a argumentar com propriedade, embasamento teórico presente na literatura especializada, utilizando a linguagem científica. Os resultados do presente estudo evidenciaram que, no entendimento dos participantes, a educação por meio da pesquisa possibilitou o desenvolvimento de novas capacidades, pois as perguntas trazidas pelo professor foram instigantes e mobilizaram os alunos a participarem ativamente como sujeitos pertencentes, competentes, autônomos, além de os considerar como parceiros de trabalho na busca de informações e reconstrução de novos saberes.

Sendo assim, em concordância com a proposta para um ensino de Ciências da Natureza fundamentado nos referenciais trazidos pelo modelo de Itinerário Didático, temos a pergunta como uma ação essencial a partir de um contexto pautado pela investigação e pesquisa. Neste sentido, encontramos uma importante contribuição pedagógica, em que Faundez responde a Freire:

Insisto em que a educação em geral é uma educação de respostas, em lugar de ser uma educação de perguntas. Uma educação de perguntas é a única educação criativa e apta a estimular a capacidade humana de assombrar-se, de responder ao seu assombro e resolver seus verdadeiros problemas essenciais, existenciais. E o próprio conhecimento (Freire; Faundez, 1998, p. 27).

No contexto do desenvolvimento da habilidade de comunicação, fizemos a seguinte pergunta para a aluna A08: você sentiu segurança ao comunicar os resultados de suas pesquisas? E assim respondeu:

Foi muito bom porque a gente conseguiu pesquisar, a gente conseguiu se sentir assim, acolhidos, então a gente conseguia apresentar, a gente conseguia conversar com outra professora, que é a professora Cleci, então foi muito bom. Eu adorei por enquanto tudo, até agora (A08).

Durante a aplicação das atividades, os participantes foram orientados e estimulados a investigar e elaborar conhecimentos para depois comunicar os resultados de suas produções, sempre considerando a ideia de se expressar de maneira fundamentada. Demo (2015, p. 40) ressalta que: “[...] o discurso escolar difere dos outros, porque questiona com lógica e argumentação; não vale jogar ideias soltas, inventar o que não consegue sustentar, dizer

qualquer coisa, supor ou repetir o que se ouviu dizer, etc.”. Essas habilidades emergiram nos alunos, sendo aperfeiçoadas por meio das estratégias elaboradas no planejamento das aulas.

Destacamos que a capacidade de comunicação dos alunos se manifestou em diversos momentos ao longo da aplicação das atividades. Três desses momentos, registrados no diário de bordo, evidenciam como os alunos demonstraram desenvoltura e habilidade argumentativa ao apresentar suas produções.

O primeiro momento destacado foi a apresentação dos resultados da pesquisa sobre o Pêndulo de Foucault, realizada diante de uma turma da escola, dos colegas, do diretor e da professora monitora do laboratório Maker. Durante essa apresentação, os alunos demonstraram domínio do tema, boa capacidade de argumentação e clareza na comunicação. Essa experiência evidenciou que uma comunicação bem elaborada tem ligação direta com o domínio do conhecimento. A partir do aprofundamento e compreensão do conteúdo, os alunos sentiram mais segurança e preparados para expressar aos demais os resultados de suas elaborações, sentindo-se confiantes diante do contexto. A atividade foi registrada em vídeo, editada e publicada no *TikTok* (Diário de bordo, 01/08/2024).

O segundo momento aconteceu durante a apresentação dos resultados da atividade sobre as Leis de Kepler. A maioria dos alunos participou ativamente com importantes contribuições, compartilhando suas pesquisas com os colegas. Foi um momento marcado por intensa interatividade, no qual cada aluno mostrou aos demais os conhecimentos investigados e reconstruídos (Diário de bordo, 06/09/2024).

O terceiro momento foi o dia em que um grupo de alunas participou da II Feira de Ciências e Curiosidades promovida pelo Instituto Federal de Santa Catarina, campus São Miguel do Oeste. Esse momento evidenciou a presença de todas as categorias exploradas neste estudo, da autonomia, competência, pertencimento, reconstrução de conhecimento e arte de comunicação. O grupo de alunas, acompanhadas pela professora do Laboratório, alcançou o 3º lugar em sua categoria ao nível regional. Para a construção desta atividade, o grupo partiu de uma situação-problema de cunho experimental.

A habilidade de comunicação está diretamente associada ao aprimoramento de várias competências, como letramento, escrita, leitura, interpretação, alfabetização científica, argumentação, fala e aprimoramento da linguagem. A linguagem surge como um produto da ação humana, moldada ao longo da história das sociedades, em resposta às necessidades, interações e trocas entre os indivíduos. Os alunos participantes do presente estudo demonstraram, ao longo da aplicação das atividades investigativas, uma evolução significativa na capacidade de construir experimentos, executá-los, extrair dados, desenhar, escrever textos

utilizando a linguagem científica, falar e argumentar com discernimento sobre fatos e teorias científicas, além de desenvolver a habilidade de comunicar os resultados de suas pesquisas. Percebemos que, ao pesquisar, a maioria dos alunos reconstruiu conhecimento e adquiriu autonomia e segurança para comunicar os resultados de seus trabalhos. O Educar pela Pesquisa, como um princípio educativo, fundamentou-se no diálogo crítico, na leitura, na escrita e na linguagem. Nesse sentido, Galiazzi (2002, p. 300-301) enfatiza que: “A proposta da pesquisa como princípio didático se afasta dessa disciplinaridade e assume a escrita e a leitura como dois dos princípios articuladores do ensino e da aprendizagem”. No processo de pesquisa, a leitura e a escrita autônoma nunca terminam, pois ao longo do tempo, na vida escolar, os alunos compreendem de forma mais aprofundada sua complexidade.

Observamos que a maioria dos participantes manifestou segurança em comunicar os resultados de suas pesquisas, possivelmente, graças à oportunidade oferecida de terem a liberdade de investigar informações, realizar experimentos, coletar e analisar dados que geraram a reconstrução de conhecimentos que os habilitaram a construir cartazes, tabelas, gráficos, redigir textos, editar vídeos e divulgá-los à comunidade escolar e à sociedade. Na entrevista, o aluno A02 expressou-se da seguinte forma ao ser perguntado sobre sua segurança em comunicar os resultados de suas pesquisas:

Sim, eu senti segurança, pois fiz muita pesquisa para chegar até o meu trabalho descritivo sobre as Leis de Kepler e outros estudos. E também senti que esses resultados foram positivos, tanto para mim quanto para a turma, para podermos comunicar para eles. E o meu desenho também, achei que pesquisei bastante e que tirei um bom resultado (A02).

Constatamos com isso que as atividades investigativas realizadas com os participantes deste estudo, em sua maioria, contribuíram para a formação de sujeitos aptos a converter a variedade de informações presentes no dia a dia em novos conhecimentos científicos. Ao longo do tempo, os alunos foram estimulados a pensar e foram aprimorando a habilidade de identificar a veracidade de fatos e notícias que liam ou ouviam, capacitando-os a entender as complexidades da Ciência. Esse processo resultou em um progresso significativo na habilidade de comunicação devido ao aprimoramento da linguagem científica. Em concordância, Moraes (2002, p. 138) destaca que o “conjunto de princípios da educação pela pesquisa, mais do que possibilitar a aquisição de conhecimentos, possibilita a aprendizagem de modos de aprender por conta própria, viabilizando o aprender a aprender, base da competência e autonomia”. Portanto, permitir que os alunos participem ativamente em todo o percurso do objeto de estudo por meio de atividades de pesquisa se comprovou uma estratégia pedagógica relevante, que

pode resultar em melhorias significativas na cognição e na habilidade de comunicação, refletindo-se no aprimoramento do aprendizado.

Por fim, destacamos que a análise dos resultados que contemplou as categorias de pertencimento, competência, autonomia, reconstrução do conhecimento e comunicação evidenciaram a complexidade e a interdependência dos elementos envolvidos no processo educacional. O pertencimento destaca a importância de um ambiente receptivo que favorece uma conexão entre os alunos participantes, o ambiente, o objeto do conhecimento e o professor como elementos motivadores para um engajamento mais eficaz nas investigações pretendidas nesse estudo. A competência evidencia o papel ativo dos alunos na construção de um aprendizado relevante e significativo. A autonomia ressalta a necessidade de capacitar os alunos para tomar iniciativas e fazer escolhas conscientes, fortalecendo sua capacidade de aprender de forma independente e crítica. A reconstrução do conhecimento aponta a aprendizagem como um processo contínuo, dinâmico e duradouro, no qual os alunos, instigados por uma situação-problema levantam hipóteses, investigam e buscam informações, realizam experimentos quando necessário para extrair dados, construir tabelas e gráficos, analisam a veracidade de suas pesquisas em literaturas especializadas, visando a reconstrução de novos conhecimentos por meio de suas elaborações próprias.

Em relação à comunicação dos resultados das pesquisas, o aluno assume a responsabilidade de compartilhar suas descobertas utilizando a linguagem científica, argumentando com propriedade, promovendo a reflexão crítica e o diálogo construtivo que enriquecem o conhecimento coletivo. Enfim, acreditamos que esses elementos, quando trabalhados integradamente, estabelecem um contexto educacional que não só reconhece e valoriza a particularidade de cada indivíduo, mas também fortalece suas habilidades de cooperação e solução coletiva de problemas.

A análise dos dados referentes às cinco categorias definidas *a priori* mostrou que a presença dessas categorias no contexto escolar, quando o ensino de Ciências da Natureza é conduzido por meio da Educação pela Pesquisa, desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de novas habilidades. Sendo assim, essas habilidades contribuem na formação de cidadãos mais autônomos, competentes e criativos, capazes de argumentar com criticidade sobre fatos cotidianos e conhecimentos científicos com ética e responsabilidade, contribuindo na construção de um mundo melhor para si e para a sociedade.

7.6 Postura crítica

A categoria emergente identificada no contexto da pesquisa foi a postura crítica. Essa categoria apareceu por meio da análise das falas dos participantes ao longo da aplicação das atividades investigativas e das entrevistas, mesmo assim, não se constituiu como categoria *a priori*, mas no decorrer do percurso as expressões dos alunos mostravam sua presença. Ao serem colocados como sujeitos ativos do processo, os alunos foram desenvolvendo certas capacidades, tais como, questionar, argumentar, analisar dados a partir dos experimentos, construir sentidos e comunicar resultados de suas produções aos outros. Esses indícios observados mostram que a pesquisa corroborou na construção de sujeitos da inserção, capazes de, a partir do objeto do conhecimento em estudo, transformar em novos conhecimentos e assim, refletir com criticidade sobre a realidade social, ambiental e científica no meio em que vivem. Na perspectiva da ATD, no momento que isso acontece, nasce uma categoria por meio dos dados, chamada de emergente. Por esta razão, devido à expressiva recorrência dos dados colhidos através dos instrumentos utilizados na sua coleta, admite-se sua importância, classificando-a como “emergente”.

Ao possibilitar a participação ativa na reconstrução do conhecimento por meio das atividades investigativas, os alunos foram modificando sua forma de compreender os conceitos e leis científicos que fundamentam a Ciência. Passaram a entender que o conhecimento científico é dinâmico e que sua construção resulta da busca contínua por informações, construídas e acumuladas ao longo da história por meio de pesquisas rigorosas realizadas por cientistas, cujos registros estão presentes na literatura especializada. As atividades investigativas apresentadas aos alunos sugeriram um maior envolvimento, proporcionando aos participantes desenvolver um novo olhar, portador de um pensar crítico sobre a aprendizagem dos conteúdos nas disciplinas de Ciências da Natureza. Este entendimento revela-se na fala do aluno A01, registrado no momento da entrevista.

A forma que a gente vê que nem tudo é como a gente pensa que é, nem tudo segue a lógica, nem tudo é como as pessoas dizem que funciona. Isso mostra que o que ensinam para a gente desde criança e se a gente ir atrás e pesquisar, vai perceber que não está completamente certo. Isso me fez perceber que tudo é necessário a base de estudo, nada é como a gente realmente acha que é. Com toda essa pesquisa, eu fui atrás do conhecimento, busquei ele e aprendi coisas que eu não sabia, eu reli coisas que eu já sabia, mas aperfeiçoei meu conhecimento, tanto eu quanto o grupo e acabei buscando e me aperfeiçoando no assunto (A01).

A fala do aluno acima evidencia que ele passou a entender que o conhecimento científico não é estático, tampouco é construído, adquirido somente por meio da transmissão diretamente do professor para o aluno, mas sim reconstruído continuamente por meio da investigação e com auxílio de ferramentas como as atividades experimentais, que favorecem na reelaboração do conhecimento científico pelos próprios alunos. Em concordância, Demo (2015) enfatiza que o ensino é algo que vem de fora, repassado por alguém, um terceiro, enquanto na aprendizagem existe o envolvimento de um sujeito mais experiente que tem a função de ser um facilitador que promove, instiga, mediador, mas o fenômeno acontece na mente do aluno. A aprendizagem ocorre no momento em que os alunos pesquisam, investigam, leem, estudam e elaboram.

Entendemos que, ao propor atividades investigativas, estamos incentivando os alunos à construção da formação crítica que estimula para o aperfeiçoamento da aprendizagem dos conceitos científicos de forma contínua e duradoura. O senso de criticidade tornou-se perceptível ao longo da aplicação das atividades. Como exemplo, temos que os participantes passaram a dominar elementos de pesquisa, relacionados à busca e reconstrução do conhecimento, com mais autonomia. Seguidamente, no começo das aulas, surgiam perguntas: Qual a situação problema que iremos investigar hoje? Que teoria vamos comprovar com a realização deste experimento? Ao perceberem que os conhecimentos cientificamente comprovados são construídos por rigorosas investigações, os alunos compreenderam que experimentos e observações isoladas, muitas vezes superficiais, são insuficientes para validar e consolidar verdades científicas, mesmo que temporárias, presentes na literatura especializada e nas invenções tecnológicas produzidas ao longo da história pela humanidade. O aluno A05, ao ser entrevistado, assim expressou-se:

As atividades realizadas nas aulas de física, contribuíram bastante. A maioria dos professores não faz atividades assim, de pesquisa. Quando a gente foi lá no Maker, a gente fez o pêndulo, foi ali fora, mediu, fez com pesos diferentes, fomos descobrir a gravidade. Isso foi muito interessante, então me fez gostar mais e aí eu aprendi (A05).

Foram diversas as situações em que se evidenciou o desenvolvimento da criticidade nos participantes. Um exemplo que merece destaque dessa construção ocorreu no momento da realização do experimento do Pêndulo de Foucault. Nesta atividade, os participantes foram desafiados a entender, por meio de observações e análise dos dados, que nosso planeta está em um movimento rotacional constante. Neste sentido, as atividades investigativas não oferecem espaço para a passividade diante do contexto por exigirem dos alunos a ação de montagem do experimento, o levantamento de hipóteses, observação dos movimentos do pêndulo

mobilizando diferentes habilidades científicas, tais como, desenhar, medir, calcular, argumentar, analisar, elaborar e comunicar os conhecimentos aos demais, gerando importantes discussões entre os grupos de trabalho. Nesta direção, Frison (2002, p. 149) entende que a educação pela pesquisa em sala de aula propicia o “desenvolvimento da criatividade e do posicionamento crítico-reflexivo”. O estudo evidenciou que as situações desafiadoras elevaram a capacidade da independência de pensar, tornando os alunos protagonistas de sua aprendizagem. O aluno A11 assim expressou-se no momento da entrevista: *“Quando acabam as aulas de física, eu vou para casa e tento mostrar para minha família o que aprendi nas pesquisas, e eles ficam meio chocados de como eu tenho aquele conhecimento. Mas é legal esse momento de poder explicar aos seus pais ou qualquer outra pessoa”* (A11). Essa fala indica que essa vivência pedagógica fortaleceu nos alunos participantes a autonomia intelectual e a capacidade crítica de reconstrução do conhecimento científico e comunicá-lo com propriedade aos outros. Por esta razão, é importante salientar que

Como manifestação presente à experiência vital, a curiosidade humana vem sendo histórica e socialmente construída e reconstruída. Precisamente porque a promoção da ingenuidade para a criticidade não se dá automaticamente, uma das tarefas precípuas da prática educativo-progressista é exatamente o desenvolvimento da curiosidade crítica, insatisfeita, indócil (Freire, 1996, p. 32).

Além da criticidade, os alunos despertaram também o senso de responsabilidade na comunicação dos resultados de suas investigações, agindo com discernimento para não divulgar aos demais conhecimentos desprovidos de verdade científica. Sendo assim, o aluno A11 expressou o seguinte:

Acredito que a verdade científica não vem só da experiência, mas você se dedicar máximo possível naquilo que buscar, porque se você expor conhecimento a alguém, você tem que ter a certeza, você tem que saber da verdade para você não cometer, não falar, abranjer fake news para a pessoa, que hoje em dia acontece muito, então acho que é isso (A11).

O estudo revelou que a maioria dos alunos, ao longo da aplicação das atividades, adquiriu um senso crítico mais refinado e abrangente em relação à construção dos conhecimentos de Ciências da Natureza. Eles reconhecem⁴⁷ que é necessário investigar com

⁴⁷ No conselho de classe no final de 2024, os professores comentaram que na turma 101 os alunos têm alto senso crítico. Houve um comentário de que eles são alunos questionadores e que não aceitam explicações como a única verdade. Uma professora comentou que, após a conclusão das atividades investigativas realizadas pelo professor da pesquisa, a turma mudou de comportamento em relação à forma como as aulas são ministradas (Anotações do pesquisador, 12/2024).

profundidade os objetos de conhecimento, realizar atividades experimentais, mas também fazer rigorosas observações e extrações de dados em fontes de pesquisa confiáveis que produzam os resultados que se transformam em conhecimentos, portadores de credibilidade científica. Sendo assim, o aluno A10, ao ser entrevistado, assim respondeu: *“Algo que a experimentação faz com que você consiga ter uma maior certeza, você fazer experimentos, a maioria dos físicos, eu acredito, que fizeram experimentos para comprovar aquilo que hoje a gente conhece”*.

Nesta perspectiva

Todo conhecimento científico precisa destruir a opinião. Mesmo quando a ciência concorda com um conhecimento empírico, suas razões são outras, isto é, o conhecimento científico se processa, destruindo conhecimentos mal estabelecidos pelo cotidiano, superando vários obstáculos (Costa, 2000, p. 86).

Acreditamos que o sucesso⁴⁸ nos resultados do estudo está diretamente relacionado à estratégia adotada desde o início até o final das atividades. O cronograma de aplicação, apresentado no Quadro 7, demonstra a organização de cada aula realizada durante a aplicação do produto educacional. Fatores como a escolha do filme Estrelas Além do Tempo e a palestra sobre Pesquisa Científica com a professora Fabiane Tres serviram como um impulso inicial motivacional, contribuindo positivamente para o processo educativo mediado pela pesquisa em sala de aula. Na entrevista, o aluno A13 declarou:

Nossa, eu acho que eu daria cinco estrelas para o filme. Eu adorei aquele filme, muito lindo. Eu acho que tudo foi muito significativo para o meu aprendizado. Eu adorei tudo. A palestra da professora Fabi também, eu gostei muito. Tudo foi muito significativo. E quando a gente sai para o mundo afora, a gente tem muito mais facilidade de procurar os problemas e investigá-los. Então, eu acho isso muito importante (A13).

Este cidadão compreendeu que as atividades fundamentadas no Educar pela Pesquisa cooperaram para o desenvolvimento de habilidades fundamentais à resolução de problemas, não apenas em sala de aula, mas também em sua vida cotidiana, no seu futuro local de trabalho, nas futuras pesquisas universitárias e sua atuação na sociedade.

Por fim, a pesquisa foi ao encontro do verdadeiro papel da educação, que é formar sujeitos críticos, capazes de analisar, avaliar, questionar, elaborar, reconstruir e transformar a realidade. Mais do que se adaptar ao meio, o aluno deve aprender a interagir ativamente com o mundo que o rodeia, exercendo sua cidadania não somente por adaptação, mas por meio da

⁴⁸ Considerando todas as atividades desenvolvidas durante a aplicação do produto educacional, observou-se que a maioria dos alunos participou ativamente em todo o processo, resultando num ganho pedagógico, contribuindo significativamente para sua própria aprendizagem.

inserção, sujeito reflexivo e consciente, sendo essas as ferramentas essenciais para a construção de sua liberdade e autonomia (Freire, 1996).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chegando ao final desse estudo investigativo, começamos as considerações finais do estudo realizando uma reflexão crítica em relação aos resultados obtidos e aos avanços alcançados ao longo do processo. Avaliamos ser essencial essa reflexão, considerando especificamente as percepções e as experiências vivenciadas com os participantes deste estudo. Ao longo da investigação, na voz dos alunos, foram fornecidos valiosos elementos que contribuíram significativamente para o levantamento de dados que serviram para avaliar os impactos da Educação pela Pesquisa para o Ensino de Ciências da Natureza. Essa análise fundamenta-se no referencial teórico que busca no Educar pela Pesquisa (Demo, 2015) e no Ensino por Investigação (Carvalho, 2022) elementos epistemológicos, sendo os pilares que sustentam e avalizam o presente estudo. Sendo assim, trazemos em evidência a questão de pesquisa por meio da qual essa investigação desenvolveu-se: Quais as contribuições de uma proposta de ensino apoiada no Educar pela Pesquisa para o desenvolvimento da autonomia, da competência e do senso de pertencimento dos estudantes em relação ao objeto de estudo?

Visando responder a esta questão por meio de uma pesquisa qualitativa, analisamos os meios necessários em que realizamos estudos teóricos relacionados ao tema, determinação do local e dos sujeitos da pesquisa, definimos os instrumentos de coleta de dados, planejamento das aulas com a utilização dos itinerários didáticos, acompanhadas de diversas ações necessárias no contexto geral da pesquisa. Ao longo do processo investigativo, procuramos coletar, selecionar minuciosamente as informações que produziram os recursos necessários para encontrar respostas à questão de pesquisa. Todos esses fatores contribuíram para alcançar o objetivo geral proposto, que consistiu em investigar uma proposta didática elaborada para a área de Ciências da Natureza no Ensino Médio e apoiado no Educar pela Pesquisa, em termos da contribuição para o desenvolvimento da autonomia, da competência e do senso de pertencimento dos estudantes em relação ao objeto de estudo.

O Produto Educacional desenvolvido no estudo e que foi objeto de investigação na tese, é composto por um Itinerário Didático que apresenta aderência com os referenciais e a revisão de literatura trazidos no estudo. Desenhamos seis atividades fundamentadas numa sequência de passos com fundamentação teórica na Educação pela Pesquisa e Ensino por Investigação. Por meio das atividades desenvolvidas e aplicadas numa turma de Primeiro Ano do Ensino Médio, buscamos oportunizar que os alunos participassem como sujeitos ativos na busca e reconstrução do conhecimento. A ideia central do estudo foi de ensinar os conteúdos de Ciências da Natureza numa perspectiva metodológica investigativa fundamentada no Educar pela Pesquisa a partir

de uma situação-problema capaz de despertar a curiosidade dos alunos num contexto de sala de aula de pertencimento, que prioriza uma conexão com o ambiente, aluno-objeto do conhecimento, aluno-aluno, professor-aluno. Tal perspectiva visou a construção de sujeitos autônomos, competentes na reconstrução de novos conhecimentos e na comunicação dos resultados das elaborações.

Baseado nos resultados analisados, avaliamos que o Produto Educacional elaborado atingiu integralmente as metas pedagógicas buscadas, demonstrando sua eficiência no processo de ensino e de aprendizagem. As falas dos alunos, ao serem entrevistados, revelaram que as atividades propostas despertaram a curiosidade e a autonomia de buscar, experienciar e elaborar conhecimentos científicos. Reconhecemos, contudo, que a aplicação desse Produto Educacional, especialmente em outros contextos, novas ideias poderão surgir e serem agregadas à sua estrutura, uma vez que ele se mostrou flexível a mudanças, sem, contudo, perder seu objetivo principal.

Constatamos que a aplicação do Produto Educacional em sala de aula impactou positivamente a aprendizagem dos conteúdos de Ciências da Natureza. Nos capítulos 5 e 7, que abordam respectivamente o relato dos encontros da aplicação do produto e a análise dos resultados, percebemos o impacto positivo, evidenciado, tanto pela observação das atitudes dos alunos ao serem convidados a interagir como protagonistas no contexto de sala de aula, quanto por suas falas durante as entrevistas, destacando avanços em diversos aspectos. Esta proposta incentivou os alunos (acostumados com metodologias de ensino que priorizam aulas expositivas e diretivas) a deixarem de ser meros espectadores ou receptores passivos do conhecimento para assumir o papel de sujeitos ativos, com valorização dos saberes prévios. Isso possibilitou que eles atuassem como parceiros do professor na busca e reconstrução de novos conhecimentos por meio do ensino pela pesquisa.

Os trabalhos que constituíram o *corpus* de investigação para a busca de compreensão do tema de estudo desta tese, num intenso trabalho de busca junto ao Catálogo de Teses, Dissertações e Produtos Educacionais da CAPES, empregando os seguintes descritores: “educar pela pesquisa”; “educar pela pesquisa” AND “investigação”; “educar pela pesquisa” AND “ensino por investigação” e “pesquisa em sala de aula”. Este recorte abrangeu os estudos publicados no período de 2002 a 2022. Os descritores buscaram estabelecer um recorte nas pesquisas, identificando aquelas que trazem a aproximação e o diálogo entre as duas temáticas. Dos 24 estudos analisados, selecionamos 10 que apresentaram maior proximidade com nossa pesquisa. Pesquisamos uma grande variedade de produtos educacionais e dentre eles três foram selecionados por sua relevância para o aprimoramento de nosso trabalho.

Em relação às teses, dissertações e produtos educacionais revisados, o estudo avançou em vários aspectos, trazendo tanto no campo teórico quanto nas práticas pedagógicas significativas contribuições. Em meio às propostas analisadas, o diferencial que se destaca na pesquisa é a importância, compreensão e aplicação das letras que compõem a sigla SEI-RCP-ACP (Sequências de Ensino Investigativas - Reconstrução do Conhecimento pela Pesquisa - Autonomia, Competência e Pertencimento), criada para introduzir uma abordagem metodológica de ensinar um novo olhar no contexto de sala de aula para ocorrer a aprendizagem dos conteúdos de Ciências da Natureza. Tudo isso pode servir como um estímulo para o professor (com a função de orientar e avaliar) observar de forma mais ampla a sala de aula (homem holístico), elevando a qualidade de sua ação pedagógica por meio de atividades investigativas. É possível alcançar este objetivo, quando oportuniza-se aos alunos (sujeitos ativos, com a função de pesquisar e elaborar) sentirem-se pertencentes, valorizando sua linguagem cotidiana e seus conhecimentos prévios como ponto de partida (sujeito histórico), objetivando a construção de um cidadão da inserção que exercita sua mente para pensar, desenvolvendo habilidades que os capacitam a reconstruir e comunicar os conhecimentos elaborados recorrendo a uma linguagem mais elaborada, a linguagem científica que vai sendo construída, adquirida e aperfeiçoada ao longo do processo investigativo com autonomia e competência.

Os limites para o uso do Produto Educacional nos ambientes escolares estão relacionados à resistência de diversos docentes em adotar novas metodologias e práticas pedagógicas. Muitos professores preferem ministrar suas aulas somente no ambiente restrito da sala de aula, com aulas expositivas e fazendo uso exclusivamente do livro didático. Essa metodologia pode até facilitar seu trabalho, especialmente em salas superlotadas, e evitar a geração de movimentações e ruídos nos corredores e pátio da escola. Contudo, essa postura pode contribuir para a manutenção do silêncio no ambiente escolar, limitando as diversas possibilidades de interação entre os alunos, deles com o professor e com o objeto de conhecimento, o que poderia contribuir para o seu desenvolvimento integral.

Diversos são os fatores que podem limitar a implementação de metodologias inovadoras, como a proposta de Itinerário Didático presente no Produto Educacional voltado a um ensino mais investigativo que prioriza a pesquisa em sala de aula, por parte dos educadores, como o receio de experimentar novas abordagens, entre as quais se destaca a insuficiência de tempo para o planejamento das aulas, o elevado número de alunos por turma, a sobrecarga de trabalho, a falta de incentivos, desmotivação, o desânimo, a baixa autoestima profissional, oferta

insuficiente de cursos de formação continuada de qualidade e a desvalorização da carreira docente, tornando o processo ainda mais desafiador.

As possibilidades de aplicação do produto educacional em sala de aula são amplas e diversificadas. As sequências de passos disponíveis na proposta permitem ao professor adaptar as atividades de forma flexível, especialmente nas disciplinas de Ciências da Natureza. A eficiência de sua aplicação requer que o professor organize previamente o planejamento, antecipando prováveis obstáculos e organizando os recursos imprescindíveis, principalmente nas aulas em laboratório. Além disso, para melhor potencializar os resultados aconselha-se realizar atividades integrativas com professores da mesma área do conhecimento que favorecem a construção de atividades interdisciplinares que ampliam as possibilidades de aprendizagem e preparação para a participação de eventos científicos como as Feiras de Ciências. Portanto, entendemos que existem certas limitações e dificuldades pedagógicas, enfrentadas pelos professores de praticamente todas as escolas do Brasil, mas, em contrapartida, se faz necessário um esforço no sentido de superar estes empecilhos, e assim, arriscar-se a novas possibilidades, e uma delas vem ao encontro da aplicação das atividades propostas no Itinerário Didático, presente no produto educacional que poderá agregar mais subsídios pedagógicos em suas aulas, tornando-as mais interessantes e produtivas, favorecendo para a socialização dos alunos e melhorando sua aprendizagem.

A ideia central do Itinerário Didático proposto no Produto Educacional emergiu da diversidade de experiências vivenciadas ao longo de nossa trajetória docente, especialmente ministrando aulas nas disciplinas de Ciências da Natureza. Além disso, sua concepção fundamenta-se em importantes contribuições teóricas presentes no referencial teórico que sustenta esta proposta.

Cada etapa do Itinerário Didático, foi minuciosamente desenvolvida com o propósito de tornar a sala de aula um ambiente de investigação e curiosidade para todos os alunos e conseqüentemente elevando sua capacidade de pesquisar e elaborar novos conhecimentos, tornando as aulas mais produtivas, contribuindo na aprendizagem. A questão de pesquisa formulada nos conduziu a uma intensa busca, na qual, como professor, adotamos uma postura de neutralidade diante dos dados coletados, com o propósito de encontrar as respostas fidedignas capazes de solucionar o problema investigado.

Diante da aceitação da proposta pela turma participante deste estudo e dos resultados positivos obtidos na aprendizagem ao longo da sua aplicação, julgamos pertinente ampliá-la a todas as turmas que ministramos aulas, ao longo do ano letivo, abrangendo os conteúdos a serem trabalhados nas disciplinas de Ciências da Natureza.

Para que o Produto Educacional se torne conhecido pelos professores do estado de Santa Catarina e sua aplicação tenha continuidade, entraremos em contato com a Secretaria de Estado da Educação, colocando-nos à disposição para realização de encontros de formação com os professores da área de Ciências da Natureza. O objetivo desta ação é apresentar aos professores o Itinerário Didático e orientá-los na elaboração de Sequências de Ensino Investigativas, seguindo os 11 passos propostos da SEI – RCP – ACP, ampliando as possibilidades de exploração de novos temas, para além daqueles abordados no Produto Educacional.

Por fim destacamos que em termos dos resultados da pesquisa identificamos que para as categorias dadas *a priori*, as análises evidenciaram que as atividades investigativas, fundamentadas na educação pela pesquisa e orientadas por situações problema, possibilitaram um ambiente de participação ativa dos alunos. As práticas propostas aos grupos de trabalho desafiaram os participantes e estimularam sua imaginação, tornando as aulas mais interessantes e atrativas, despertando a curiosidade para investigar e desvendar os fenômenos da ciência.

Esses elementos contribuíram significativamente para a reconstrução do conhecimento e para o desenvolvimento da capacidade de elaborar e comunicar leis e conceitos científicos da ciência. Os resultados obtidos nesta pesquisa dialogam com os escritos de Clement *et al.* (2015), que defendem que, ao incentivar os alunos a investigarem objetos do conhecimento das Ciências da Natureza, fortalece-se três necessidades psicológicas fundamentais do ser humano: autonomia, competência e pertencimento. Neste estudo, sintetizamos essas categorias na sigla ACP, que representa os pilares fundamentais para a motivação autônoma, promovendo nos participantes dessa pesquisa a capacidade de tornar-se independente na busca dos conhecimentos em literaturas especializadas, capacidade de autoconfiança na reconstrução ativa de saberes científicos, cooperando na construção de uma postura crítica.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Fernanda Cabral Nascimento de. **O ensino por investigação criando possibilidades para os professores de Ciências e Biologia em formação inicial a partir da pesquisa-ação**. 2021. 177 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2021.
- ALMEIDA, Ana Caroline de. **Ensino Fundamental de nove anos: alfabetização e letramento com crianças de seis anos**. 2012. 155 f. Dissertação (Mestrado em Processos Socioeducativos e Práticas Escolares) - Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei, 2012.
- ALMEIDA, Mirian de Abreu. Seguindo pressupostos da Pesquisa na Aula Expositiva. In: MORAES, Roque; LIMA, Valderez Marina do Rosário (Org). **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002, p. 237-274.
- ALVES, Francisco Cordeiro. **Diário** – um contributo para o desenvolvimento profissional dos professores e estudo dos seus dilemas. Viseu, Portugal: Instituto politécnico de Viseu, 2001. p. 222-239. Disponível em: <https://repositorio.ipv.pt/entities/publication/3e616813-e846-468d-9d51-b8002424ea59>. Acesso em: 15 fev., 2024.
- AMARAL, Ionara Barcellos. **O educar pela pesquisa e a aprendizagem significativa crítica: uma união a favor do aluno na construção da autonomia e de conhecimentos**. 2010. 172 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- ANA, Wallace Pereira Sant; LEMOS, Glen César. Metodologia científica: a pesquisa qualitativa nas visões de Lüdke e André. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**. Mossoró, v. 4, n. 12, p. 531-541, 2018.
- ANDRADE, Julia Pinheiro; SARTORI, Juliana. O professor autor e experiências significativas na educação do século XXI: estratégias ativas baseadas na metodologia de contextualização da aprendizagem. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (Orgs). **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. Cap. 8. (Edição do Kindle).
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BACHELARD, Gaston. **O novo espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução Estrela dos Santos Abreu. Rio de janeiro: Contraponto, 1996.
- BACICH, Lilian; MORAN, José (Orgs). **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. (Edição do Kindle).
- BAGNO, Marcos. **Pesquisa na escola: o que é, como se faz**. 26. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2014.

BASTOS, Cleverson Leite; KELLER, Vicente. **Aprendendo a aprender**. Petrópolis: Vozes, 1995.

BATISTA, Eraldo Carlos; MATOS, Luís Alberto Lourenço; NASCIMENTO, Alessandra Bertasi. A entrevista como técnica de investigação na pesquisa qualitativa. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v. 11, n. 3, p. 23-38, 2017.

BEAUD, Stéphane; WEBER, Florence. **Guide de l'enquête de terrain**: produire et analyser des données ethnographiques. Paris: La Découverte, 1998.

BECKER, Fernando. Freire e Piaget em Relação: um ensaio interdisciplinar. **Educação e Debate**, Mauá, v. 1, p. 46-53, mar., 1998.

BENDER, William N. **Aprendizagem baseada em Projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014.

BERELSON, Bernard; STEINER, Gary. **Human Behavior**. New York, Holt, 1964.

BERNARDO, Nívio. **Altura máxima e alcance máximo**. 2025. Disponível em: <https://vamosestudarfisica.com/altura-maxima-e-alcance-maximo/>. Acesso em: 17 out. 2024.

BERTOLINI, Jeferson. Comunicação humana, comunicação de massa e efeitos da comunicação de massa. **Revista Temática**, v. 15, n. 4, abr., 2019. Disponível em: <http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/temática>. Acesso em: 5 mar. 2025.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

BOMBONATO, Felício. **"A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original" Albert Einstein**. 2013. Disponível em: <https://www.revive.com.br/blog/felicio-bombonato/mente-que-se-abre-uma-nova-ideia-jamais-voltara-ao/>. Acesso em: 20 jul. 2025.

BRANDOLT, Thelma Duarte Delgado. **(Re)construção de conhecimentos dos alunos da educação de jovens e adultos por meio do educar pela pesquisa**. 2013. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

BRASIL, CAPES. **Documento de Área – Ensino**. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-deconteudo/ENSINO.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Política Nacional de Assistência Farmacêutica**: CNS destaca a importância da PNAF para qualidade de vida da população brasileira. Brasília, 2012. Disponível em: https://conselho.saude.gov.br/ultimas_noticias/2012/08_nov_resolucao_n_196.html#:~:text=Conselho%20Nacional%20de%20Sa%C3%BAde&text=H%C3%A1%2016%20anos%20a%20Resolu%C3%A7%C3%A3o,em%20pesquisa%20com%20seres%20humanos. Acesso em: 30 abr. 2024.

BRICCIA, Viviane. Sobre a natureza da Ciência e o ensino. *In*: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2022. p. 111-128.

BROWN, Andrew; DOWLING, Paul. **Doing research/Reading research**: Re-Interrogating Education. Londres: Routledge Falmer, 2001.

BRUNIERA, David Salvador; OLIVEIRA, Francismara Neves de; GODOI, Guilherme Aparecido; BIANCHINI, Luciane Guimarães. Pertencimento à escola: sentidos atribuídos por alunos do Ensino Fundamental II. **Educação em Análise**, Londrina, v. 3, n. 1, p. 133-154, jan./jun., 2018. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/educanalise/article/view/34375>. Acesso em: 11 fev. 2025.

CAPES. **Documento de área 2013**. Brasília: CAPES, 2013. https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/Administracao_doc_area_e_comisso_16out.pdf. Acesso em: 2 mar. 2025.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, dez., 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 26 fev. 2025.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In*: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In*: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: CENGAGE, 2022.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Um ensino fundamentado na estrutura da construção do conhecimento científico. **Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**, v. 9, n. especial, p. 131-158, 2017. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/scheme/article/view/7144>. Acesso em: 27 fev. 2025.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; VANNUCCHI, Andréa Infanton; BARROS, Marcelo Alves; GONÇALVES, Maria Eliza Rezende; REY, Renato Casal de. **Ciência no Ensino Fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 1998.

CAVALCANTI, Marilda do Couto; MOITA LOPES, Luiz Paulo da. Implementação de pesquisa na sala de aula de línguas no contexto brasileiro. **Trabalhos em Linguística Aplicada**. Campinas, n. 17, p. 133-144, jan./jun. 1991.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização Científica**: questões e desafios para a educação. 8. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2018.

CLEMENT, Luiz. **Autodeterminação e ensino por investigação**: construindo elementos para promoção da autonomia em aulas de Física. 2013. 334 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

CLEMENT, Luiz; CUSTÓDIO, José Francisco; ALVEZ-FILHO, José de Pinho. Potencialidades do Ensino por Investigação para Promoção da Motivação Autônoma na Educação Científica. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 101-129, maio 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2015v8n1p101/29302>. Acesso em: 11 set. 2023.

COÊLHO, Ildeu Moreira. Graduação: Rumos e perspectivas. **Avaliação**, Campinas, v. 3, n. 3, p. 9-19, set. 1998.

CRUZ, Carlos Henrique Carrilho. **Competências e habilidades**: da proposta à prática. São Paulo: Edições Loyola, 2001.

DANI1801. **Velocidade Orbital**. Pub. 12 de Agosto de 2016. Disponível em: <https://pir2.forumeiros.com/t117027-velocidade-orbital>. Acesso em: 18 mar. 2023.

DEBOER, George E. Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. In: FLICK, Lawrence B.; LEDERMAN, Norman G. (Ed.). **Scientific Inquiry and Nature of Science**: implications for teaching, learning and teacher education. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2006. p. 17-35.

DECI, Edward L.; RYAN, Richard M. **Intrinsic motivation and self-determination in human behavior**. New York. Plenum Press, 1985.

DECI, Edward L.; RYAN, Richard M. The “What” and “Why” of Goal Pursuits: human needs and the Self-Determination of Behavior. **Psychological Inquiry**, v. 11, n. 4, p. 227-268, 2000.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2009.

DELORD, Gabriela Carolina Cattani. **O ensino de Ciências e a pesquisa em sala de aula na perspectiva de pais e alunos**. 2012. 190 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

DEMO, Pedro. **Aprender como autor**. São Paulo: Atlas, 2015.

DEMO, Pedro. Cuidado metodológico: signo crucial da qualidade. **Sociedade e Estado**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 349-373, jul./dez. 2002.

DEMO, Pedro. **Desafios modernos da Educação**. 11. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. 10. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2015.

DEMO, Pedro. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000.

DEMO, Pedro. **Pesquisa princípio Científico e Educativo**. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

DEMO, Pedro. **Pesquisa: princípio científico e educativo**. São Paulo: Cortez; Autores Associados, 1991.

DEZIN, Norman Kent; LINCOLN, Yvonna Sessions. (Orgs.). **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. Porto Alegre: ArtMed, 2006.

DEZIN, Norman Kent; LINCOLN, Yvonna Sessions. A disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. *In*: DEZIN, Norman Kent; LINCOLN, Yvonna Sessions. **O Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. Porto Alegre: ArtMed, 2006, p. 15-41. Disponível em: <https://corpoemtransito.wordpress.com/2015/04/08/denzin-lincoln-2006/>. Acesso em: 3 mar. 2025.

DIAS, Isabel Simões. Competências em Educação: conceito e significado pedagógico. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 73-78, jan./jun. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pee/a/XGgFPxFQ55xZQ3fXxctqSTN/>. Acesso em: 23 dez. 2024.

DICIONÁRIO PORTO EDITORA. **Comunicação**. Porto: Porto Editora. Disponível em <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/comunicação>. Acesso em: 13 fev. 2025.

ELLIOT, John. **Action research for educational change**. Filadélfia: Open University Press, 1991.

ENRICONE, Délcia (Org.). **Ser professor**. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002.

FANTINEL, Mirian. **O ensino pela pesquisa em Ciências: comparação de abordagens em uma perspectiva internacional**. 2013. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

FARIA, Elaine Turk. O Professor e as Novas Tecnologias. *In*: ENRICONE, Délcia (Org.). 3. ed. **Ser professor**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

FAUNDEZ, Antônio. **Por uma pedagogia da pergunta**. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra: 2021.

FREIRE, Paulo. **A Educação na Cidade**. São Paulo: Cortez, 1991.

FREIRE, Paulo. **A importância do ato de ler: em três artigos que se completam**. 50. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

FREIRE, Paulo. **Cartas a Guiné-Bissau**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978.

FREIRE, Paulo. **Educação e mudança**. 9. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Esperança**: um reencontro com a pedagogia do oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2021.

FRISON, Lourdes Maria Bragagnolo. Pesquisa como superação da aula copiada. *In*: MORAES, Roque; LIMA, Valdevez Marina do Rosário (Orgs.). **Pesquisa em sala de aula**: tendências para a educação em novos tempos. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002, p. 143-157.

GALIAZZI, Maria do Carmo. O professor na sala de aula com pesquisa. *In*: MORAES, Roque; LIMA, Valdevez Marina do Rosário (Orgs.). **Pesquisa em sala de aula**: tendências para a educação em novos tempos. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002, p. 293-316.

GALLIANO, Alfredo Guilherme. **O Método Científico**: teoria e prática. São Paulo: Ed. Harbra, 1979.

GERBNER, George. **Violence in television drama**: trends and symbolic functions. Pennsylvania: University of Pennsylvania, 1971. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/225985125/ViolenceinTelevisionDrama-TrendsandSymbolicFunctions>. Acesso em: 5 mar. 2025.

GERHARDT, Tatiana Engel; RAMOS, Ieda Cristina Alves; RIQUINHO, Deise Lisboa; SANTOS, Daniel Labernarde dos. Estrutura do projeto de pesquisa. *In*: GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Orgs.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p. 65-88.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Orgs.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre. Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/slideshow/metodos-de-pesquisapdf/259122891>. Acesso em: 3 mar. 2025.

GESSINGER, Rosana Maria. Teoria e Fundamentação teórica na Pesquisa em Sala de Aula. *In*: MORAES, Roque; LIMA, Valdevez Marina do Rosário (Orgs.). **Pesquisa em sala de aula**: tendências para a educação em novos tempos. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002, p. 189-202.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed., São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa tipos e fundamentos. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, maio/jun. 1995.

GONCALVES, Carmen Érica Lima de Campos; OLIVEIRA, Carolina de Souza; MAQUINÉ, Gilmar Oliveira; MENDONÇA, Andréa Pereira. (Alguns) desafios para os Produtos

Educacionais nos Mestrados Profissionais nas áreas de Ensino e Educação. **Educitec – Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, v. 5, n. 10, p. 74-87, mar. 2019. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/500>. Acesso em: 2 mar. 2025.

GUITARRARA, Paloma. Meios de comunicação. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/meios-de-comunicacao.htm>. Acesso em: 16 fev. 2025.

HAIDT, Regina Célia Cazaux. **Curso de Didática Geral**. 7. ed. São Paulo: Ática, 2000.

HELLINGER, Bert. **Conflito e Paz**: uma resposta. Tradução Newton A. Queiroz. São Paulo: Cultrix, 2007.

HERNÁNDEZ, Fernando. A importância de saber como os docentes aprendem. **Pátio Revista Pedagógica**. Porto Alegre, a. 1, n. 4, p. 1-7, fev./abr., 1998.

HERNÁNDEZ, Fernando; VENTURA, Montserrat. **A organização do currículo por projetos de trabalho**: o conhecimento é um caleidoscópio. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

HERNANDEZ, Ivane Reis Calvo. Avaliação numa Proposta Construtivista. *In*: ENRICONE, Délcia; GRILLO, Marlene (Orgs.). **Avaliação**: uma discussão em aberto. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003, p. 119-130.

KANT, Immanuel. **Sobre a Pedagogia**. Trad. Francisco Cock Fontanella. Piracicaba: Editora UNIMEP, 1996.

KIEREPKA, Janice Silvana Novakowski. **Problematização e reconhecimento de teorias e práticas de professores em formação para o ensino de Ciências com foco no Educar pela Pesquisa**. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação nas Ciências) - Universidade Regional do Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2017.

KIEREPKA, Janice Silvana Novakowski; GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. O desencadeamento do diálogo formativo pelo compartilhamento de narrativas em um contexto colaborativo de formação de professores. *In*: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2014, Rio Grande. **Anais [...]** São Leopoldo: Casa Leiria, 2014.

KNECHTEL, Maria do Rosário. **Metodologia da pesquisa em educação**: uma abordagem teórico-prática dialogada. Curitiba: Intersaberes, 2014.

L'ECURYER, Catherine. **Educar na curiosidade**: a criança como protagonista da sua educação. Tradução: Angela Cristina Costa Neves e Carlos Alberto Della Paschoa. 3. ed. São Paulo: Fons Sapientiae, 2016.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas 2003.

LALANDE, André. **Vocabulário Técnico e Crítico da Filosofia**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

L'ÉNONCÉ, Revoir. **Differencier Longitude et Latitude**. 2025. Disponível em: <https://www.kartable.fr/ressources/enseignement-scientifique/exercice/differencier-longitude-et-latitude/40833/135816>. Acesso em: 10 jun. 2024.

LEWIN, Kurt. Action research and minority problems. **Journal of Social Issues**, Malden, v. 2, n. 4, p. 34-46, 1946.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.

LIMA, Valderez Marina do Rosário. Pesquisa em Sala de Aula: um olhar na direção do desenvolvimento da Competência Social. In: MORAES, Roque; LIMA, Valderez Marina do Rosário (Orgs.). **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002, p. 275-291.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MANETTA, Marco Antônio. **Dinâmica: Lançamento Oblíquo**. Pub. Agosto. 2013. Disponível em: <http://www.dinamica.com.br/2013/08/lancamento-obliquo.html>. Acesso em: 17 mar. 2023.

MARTINS, Ieda Cristina; TRENTIN, Marco Antônio Sandini **A Física no parque de diversão: sequência de ensino por investigação na construção dos conhecimentos científicos relacionados às Leis de Newton**. 2023. 46 f. Produto Educacional (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

MATUI, Jiron. **Construtivismo: teoria construtivista sócio-histórica aplicada ao ensino**. São Paulo: Moderna, 1995.

MATURANA, Humberto. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001.

MEDEIROS, Emerson Augusto de; AMORIM, Giovana Carla Cardoso. Análise textual discursiva: dispositivo analítico de dados qualitativos para a pesquisa em educação. **Laplage em Revista**, Sorocaba, v. 3, n. 3, p. 247-260, set./dez. 2017.

MERTINS, Simone; AMARAL-ROSA, Marcelo Prado; LIMA, Valderez Marina do Rosário. Metanálise Qualitativa sobre a Pesquisa-ação na Formação de Professores de Ciências. **Comunicações Piracicaba**, v. 28, n. 3, p. 39-53, set./dez. 2021. Disponível em: <https://revistas.metodista.br/index.php/comunicacoes/article/view/749>. Acesso em: 3 mar. 2025.

MIGUEL, Fernanda Valim Côrtes. A entrevista como instrumento para investigação em pesquisas qualitativas no campo da linguística aplicada. **Revista Odisseia**, n. 5, p. 1-11, 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/odisseia/article/view/2029>. Acesso em: 8 fev. 2024.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.). **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. Rio de Janeiro: Hucitec, 2014.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.). **Pesquisa social**. 22. ed. Petrópolis: Vozes, 2003.

MONDADA, Lorenza. A entrevista como acontecimento interacional: abordagem linguística e conversacional. **Rua**, v. 3, n. 1, p. 59-86, 1997.

MORAES, Márcia Cristina. Do ponto de interrogação ao ponto: a utilização dos recursos da Internet na educação pela pesquisa. *In*: MORAES, Roque; LIMA, Valderez Marina do Rosário (Orgs.). **Pesquisa em sala de aula**: tendências para a educação em novos tempos. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002, p. 87-101.

MORAES, Roque. Aprender e pesquisar: reconstruções propiciadas em sala de aula e em grupos de pesquisa. *In*: STECANELA, Nilda (Org). **Diálogos com a educação**: intimidades entre a escrita e a pesquisa. Caxias do Sul: EDUCS, 2012, p. 33-122.

MORAES, Roque. É possível ser construtivista no ensino de Ciências? *In*: MORAES, Roque (Org.). **Construtivismo e ensino de Ciências**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000. p. 123-129.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-210, 2003.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wvLhSxkz3JRgv3mcXHBWSXB/?format=pdf&lang=pt>.

Acesso em: 29 fev. 2024.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2007.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo; RAMOS, Maurivan. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. *In*: MORAES, Roque; LIMA, Valderez Marina do Rosário (Orgs.). **Pesquisa em sala de aula**: tendências para a educação em novos tempos. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 9-23.

MORAES, Roque; RAMOS, Maurivan Güntzel; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Pesquisar e aprender em Educação Química**: alguns pressupostos teóricos. 2004. Mimeo.

MORAES, Roque; RAMOS, Maurivan; GALIAZZI, Maria do Carmo. A epistemologia do aprender no educar pela pesquisa em Ciências: alguns pressupostos teóricos. *In*: MORAES, Roque; MANCUSO, Ronaldo (Orgs.). **Educação em Ciências**: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004. p. 85-108.

MOREIRA, Marco Antonio; OSTERMANN, Femanda. Sobre o Ensino do Método Científico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 10, n. 2, p. 108-117, ago. 1993.

MOURÃO, Matheus Fernandes; SALES, Gilvandenys Leite. O uso do Ensino por Investigação como ferramenta didático pedagógica no Ensino de Física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 428-440, 2018. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID549/v13_n5_a2018.pdf. Acesso em: 14 set. 2023.

NÉRICI, Imídeo Giuseppe. **Didática geral dinâmica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 1983.

OLIVEIRA, Carla Marques Alvarenga de. O que se fala e se escreve nas aulas de Ciências? *In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2022. p. 63-75.

OLIVEIRA, Carla Marques Alvarenga de; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Escrevendo em aulas de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 3, p. 347-366, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/N6NJx3jrYjm5XFsqpBhJT3C/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 jan. 2025.

OLIVEIRA, Márcio Marques Lopes de. **O papel da experimentação no ensino pela pesquisa em Física**. 2010. 198 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

OLIVEIRA, Shismênia. **Pisa 2018 revela baixo desempenho escolar em Leitura, Matemática e Ciências no Brasil**. Portal MEC. Pub. Dezembro, 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/211-218175739/83191-pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil>. Acesso em: 20 maio 2023.

PAULA, Adriana Chilante de. **Educar pela pesquisa em ciências na prática de pesquisa no PPGEDUCEM/PUCRS: revisão de dissertações com olhar epistemológico**. 2014. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

PAULETTI, Fabiana. **A Pesquisa como princípio educativo no Ensino de Ciências: concepções e práticas em contextos brasileiros**. 2018. 131 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

PERRENOUD, Philippe. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre, Artes Médicas, 2000.

PERRENOUD, Philippe, THURLER, Monica Gather; MACEDO, Lino de; MACHADO, Nílson José; ALLESSANDRINI, Cristina Dias. **As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

PERRENOUD, Philippe. **Construir competências desde a escola**. Tradução Bruno Charles Magne. Porto Alegre: Artmed, 1999a.

PERRENOUD, Philippe. **Dix nouvelles compétences pour enseigner: invitation au voyage**. Paris: ESF (edição brasileira): Dez novas competências para ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PINTRICH, Paul R.; SCHUNK, Dale H. **Motivation in Education: Theory, Research and Applications**. New Jersey: Prentice Hall Editions, 2002.

QUIVY, Raymond; CAMPENHOUDT, Luc Van. **Manuel de recherche en sciences sociales**. Paris: Dunod, 1995.

RIBEIRO, Vera Masagão; LIMA, Ana Lúcia D.; BATISTA, Antônio Augusto Gomes.

Alfabetismo e letramento no Brasil: 10 anos do INAF. São Paulo: Autêntica, 2015.

ROCHA, Glauber Oliveira. **Ensino de Ciências por Investigação**: desafios e possibilidades para professores de Ciências. 2017. 181 f. Dissertação e Produto Educacional (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2017.

ROSA, Álvaro Becker da; ROSA, Cleci Werner da. **O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais**. Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação, Vol. 58 núm. 2, 2012. Disponível em: <https://rieoei.org/RIE/article/view/1446/2517>. Acesso em: 12 de julho de 2023.

ROSA, Miriam Debieux. O que é o sentimento de pertencimento?. **Jornal da USP**, São Paulo. Publicado em: 12/04/2023. Disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/sentimento-de-pertencimento-e-a-necessidade-de-manter-relacoes-estaveis-e-de-moldar-o-comportamento/>. Acesso em: 4 mar. 2025.

ROSITO, Berenice Alvares. O ensino de Ciências e a experimentação. *In.*: MORAES, Roque; LIMA, Valderéz Marina do Rosário (Org). **Pesquisa em sala de aula**: tendências para a educação em novos tempos. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002, p. 195-208.

SANTOS JÚNIOR, Gilson José Cavalcante dos. **Experimentos de eletroquímica ambiental**: atividades investigativas no ensino de química. 2020. 13 f. Produto Educacional (Mestrado em Química em Rede Nacional) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020.

SANTOS, Maria da Graça dos. **Mapa Conceitual**: Pensadores da Educação. 2020. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/GraaSantos3/mapa-conceitual-gracasantos>. Acesso em: 8 abr. 2023.

SANTOS, Nádia Bárbara de Andrade. **Limites e educação**: a formação do juízo moral. 2009. 39 f. Monografia (Graduação em Pedagogia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/32512>. Acesso em: 5 mar. 2025.

SASSERON, Lúcia Helena. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. *In*: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2022. p. 41- 61.

SASSERON, Lúcia Helena. **O Ensino por Investigação**: pressupostos e práticas. Licenciatura em Ciências, USP/UNIVESP, Módulo 7, p. 116-124. Disponível em: https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_12.pdf. Acesso em: 22 fev. 2025.

SASSERON, Lúcia Helena; MACHADO, Vitor Fabrício. **Alfabetização científica na prática**: inovando a forma de ensinar Física. São Paulo: Livraria de Física, 2017.

SCHEIN, Zenar Pedro. **Ensino de Ciências e Matemática nos anos iniciais**: análise da prática docente em escolas públicas. 2014. 169 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2014.

SILVA, Amanda Maria Soares. Sentimentos de pertencimento e identidade no ambiente escolar. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Campinas, v. 8, n. 16, p. 130-141, jul./dez., 2018. Disponível em: <https://www.revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/535>. Acesso em: 6 mar. 2025.

SILVA, Aparecida Francisco da; KODAMA, Helia Matiko Yano. Jogos no ensino da matemática. In: BIENAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MATEMÁTICA, 2, 2004, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: UFBA, 2004. p. 1-19. Disponível em: https://www.ibilce.unesp.br/Home/Departamentos/Matematica/labmat/jogos_no_ensino_da_matematica.pdf. Acesso em: 5 mar. 2025.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Eстера Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC/PPGEP/LED, 2000.

SILVA, Greiciane Grubert da. **Educar pela Pesquisa**: possibilidades de educação em saúde com alunos do oitavo ano em Cachoeirinha, RS. 2021. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2021.

SILVA, Micael Alvino da. Formação docente e a classe social: um pequeno ensaio. **Pleiade**, Foz do Iguaçu, v. 3, n. 6, p. 119-134, jul./dez. 2009. Disponível em: <https://pleiade.uniamerica.br/index.php/pleiade/article/view/21/500>. Acesso em: 5 mar. 2025.

SÓ FÍSICA. **Pêndulos Simples**. Virtuoso Tecnologia da Informação, 2008-2025. Disponível em: <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatoria/MHS/pendulo.php>. Acesso em: 15 jan. 2024.

TEIXEIRA, Jonny Nelson. **Experimentos surpreendentes e sua importância na promoção da motivação intrínseca do visitante em uma ação de divulgação científica**: um olhar a partir da teoria da autodeterminação. 2014. 258 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

TIBA, Içami. **Disciplina**: Limite na medida certa. 72. ed. São Paulo: Gente, 1996. Disponível em: <https://pdfcoffee.com/disciplina-limite-na-medida-certa-pdf-pdf-free.html>. Acesso em: 20 fev. 2025.

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. **Metodologia da pesquisa científica**. Curitiba: IESDE, 2007.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2024.

VASCONCELLOS, Celso dos Santos. **Construção do conhecimento em sala de aula**. 13. ed. São Paulo: Libertad, 2002.

VASCONCELLOS, Celso dos Santos. **Para onde vai o professor?** Resgate do Professor como Sujeito de Transformação. São Paulo: Libertad, 2003.

WHITE, Robert W. Motivation reconsidered: the concept of competence. **Psychological Review**, v. 66, p. 297-333, 1959. Disponível em: <http://greatquestion.com.au/wp-content/uploads/2023/09/White-Motivation-reconsidered-the-concept-of-competence-1959.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2024.

WRIGHT MILLS, Charles. **A imaginação sociológica**. Trad. Waltensir Dutra. 6. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1982. Disponível em: <https://tendimag.com/wp-content/uploads/2020/03/206030639-mills-charles-wright-a-imaginacao-sociologica-pdf.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2024.

WRIGHT, Charles. **Comunicação de massa**: uma perspectiva sociológica. Tradução de Mary Akier. Rio de Janeiro: Bloch editores, 1968. Disponível em: <https://buscaintegrada.ufrj.br/Record/aleph-UFR01-000053602>. Acesso em: 12 nov. 2024.

ZABALZA, Miguel Ángel. **Diários de aula**. Tradução de José Augusto Pacheco e José Machado. Porto, Portugal: Porto Editora, 1994.

ZATTI, Vicente. **Autonomia e educação em Immanuel Kant e Paulo Freire**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

ZURITA, Marcelo; SOARES, Lucas. **Pêndulo de Foucault**: o experimento que comprovou a rotação da Terra há quase 2 séculos. 2023. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2023/05/02/ciencia-e-espaco/pendulo-de-foucault-o-experimento-que-comprovou-a-rotacao-da-terra-ha-quase-2-seculos/>. Acesso em: 27 nov. 2024.

APÊNDICE A - Roteiro da primeira atividade do estudo piloto: cálculo da Aceleração Gravitacional

1. Meta a alcançar: Descobrir o valor da constante da aceleração da gravidade local por meio do experimento do pêndulo simples.

2. Metodologia da atividade: A atividade consiste que o professor desafie os alunos a investigarem por meio de um experimento a construção de dados e informações que possibilita a realização do cálculo do valor da constante da aceleração da gravidade no ambiente da EEBSJB. O professor precisa explicar bem o objetivo da atividade, pois ao ingressarem no primeiro ano do ensino médio os alunos ainda não dominam os conhecimentos relacionados a gravidade. É necessário situá-los no contexto para alcançar melhores resultados.

3. Situação-Problema: experimental

A constante da aceleração da gravidade é uma grandeza física vetorial que indica a velocidade em queda livre de um corpo por segundo em direção ao centro da Terra presente e perceptível no cotidiano das pessoas e com influência no comportamento e movimento de todos os corpos que compõem o Universo.

Pergunta desafiadora: Como proceder para descobrir o valor da constante da aceleração da gravidade da Terra por meio de um experimento?

4. Os alunos, organizados em grupos, levantam possíveis hipóteses e selecionam aquela que consideram mais adequada para ser assumida por todos, como base fundamental e confiável na continuidade da investigação para a construção da pesquisa.

5. Materiais utilizados na realização da atividade experimental

Diferentes objetos; cordinhas; régua; tesoura (sem ponta); cronômetro; caneta; lápis; borracha.

6. Tarefa do professor

- Propor aos alunos o problema a ser investigado;
- Dividir a classe em pequenos grupos;
- Organização e distribuição do material experimental;
- Explicar aos grupos a ideia central da situação - problema a ser resolvido;
- Criar um ambiente propício que estimule o aluno a pensar.

OBS. É relevante o professor saber que: “ao calcular a aceleração da gravidade o período de oscilação não depende da massa”.

7. Tarefa dos grupos de alunos

Seguir as instruções definidas para a realização da atividade experimental;

Realizar o experimento;

Anotar os dados no caderno;

Repetir o experimento se necessário.

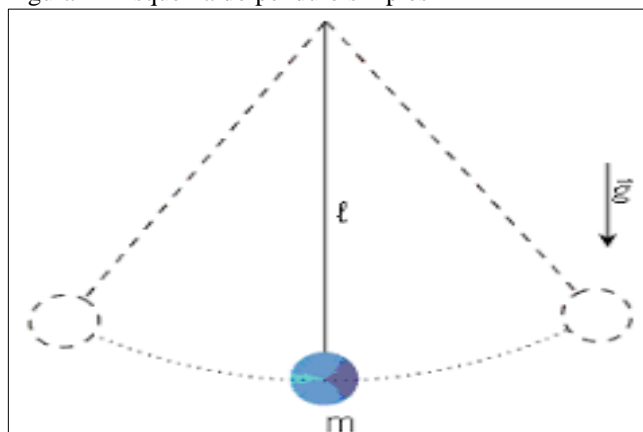
8. Procedimentos

Após as orientações do professor os grupos montam o pêndulo e amarram num suporte fixo (viga ou galho de árvore) e medem o comprimento do pêndulo. Em seguida soltam o pêndulo de uma determinada altura e o colocam a oscilar conforme a figura abaixo. Cronometrar 10 oscilações completas e em seguida dividir por 10 para encontrar o valor do período T com menor margem de erro. Anotar os dados do experimento no caderno para posteriormente aplicar a equação do pêndulo simples e encontrar o valor da gravidade.

Equação do período do pêndulo simples

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Figura 1 - Esquema do pêndulo simples



Fonte: Só Física (2025).

9. Com os dados extraídos do experimento preencher as tabelas e calcular os valores de g por meio da equação $g = 4\pi^2 L/T^2$ onde o g foi isolado matematicamente.

Atribuir $\pi = 3,14159$.

10. Propor aos alunos que comparem os valores de g encontrados experimentalmente com o valor existente na literatura em que a gravidade tem o valor fixado em: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ao nível do mar.

11. Comunicação dos resultados:

Realização de um seminário para que os grupos divulguem os resultados. Após a divulgação do valor real da gravidade cada grupo analisa o valor encontrado para constatar as possíveis causas que interferiram nos resultados do experimento.

Construção de um grande pêndulo no saguão da escola com a participação de todos os alunos da turma. O professor explica a plateia o objetivo do evento. Em seguida os alunos realizam o experimento e explanam para a plateia o que significou este experimento para o progresso da Ciência. Em seguida extraem os dados e calculam o valor de g ao mesmo tempo em que o pêndulo continua a oscilar.

12. Avaliação

Os alunos serão avaliados nos seguintes aspectos: participação individual na realização dos experimentos, construção de um pequeno texto no caderno que contemple os dados extraídos, análise dos dados, cálculos, desenhos, conhecimentos reconstruídos com embasamento nas literaturas pesquisadas (livro didático). Edição de um vídeo curto e postar no Instagram da EEBSJB e resolução de exercícios.

13. Sites de pesquisa:

- <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/acceleracao-gravidade.htm>
- <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatoria/MHS/pendulo.php>
- <https://infoenem.com.br/compreendendo-o-funcionamento-de-um-pendulo-simples/>
- https://pt.wikipedia.org/wiki/Equa%C3%A7%C3%A3o_do_p%C3%AAndulo

14. Atividade com propósito de diagnosticar a aprendizagem individual.

I. As questões abaixo contemplam a ideia central da atividade experimental e os conhecimentos que o aluno precisa dominar referentes a gravidade.

1) Desenhe o planeta Terra e um corpo de massa M a uma altura H em relação a superfície. Represente os vetores gravidade e força peso.

2) Das palavras propostas abaixo, escolha aquelas que melhor completam cada uma das frases. As palavras são: Centro, atraídos, massa, gravidade, proporcional.

a) Todos os corpos próximos a superfície do planeta são _____ em direção ao seu _____.

b) Todos os corpos são atraídos para o _____ do planeta com a mesma _____ independente de sua _____.

c) O período de oscilação de um pêndulo simples é diretamente _____ ao seu comprimento e inversamente proporcional a sua _____.

3) Um corpo tem massa de 60 kg na Terra. Qual o valor de sua massa na Lua? Qual o valor do seu peso na Terra e na Lua? Dada a fórmula $P = m \cdot g$

4) Qual é a influência da atmosfera no valor da aceleração da gravidade?

5) Qual é a grandeza física que influencia no valor da aceleração da gravidade de um Astro?

6) Imagine um astronauta repetindo o experimento que você fez referente à tabela 1, mas desta vez na Lua. Ele utilizou o mesmo período que você encontrou aqui na Terra. Sabendo-se que a constante da aceleração da gravidade da Lua é $1,60 \text{ m/s}^2$, calcule o comprimento do pêndulo utilizado pelo Astronauta. Fórmula $g = 4 \pi^2 L / T^2$.

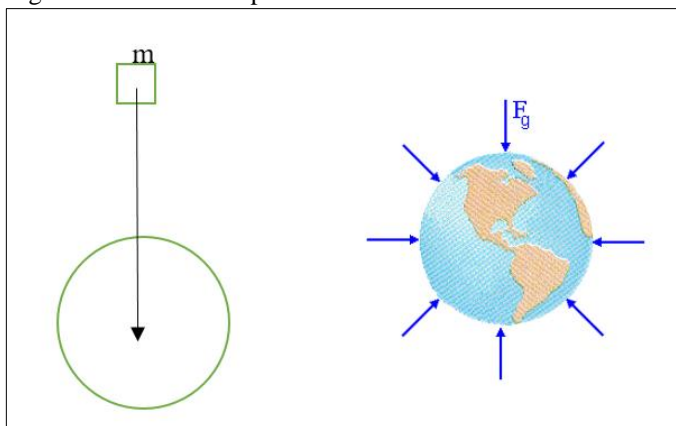
7) Uma pedra de 20 kg e uma pena de 2 gramas são soltas a partir da mesma altura, em um local com ausência de ar (vácuo). Desprezando-se a ação de quaisquer forças de atrito entre os objetos e o ar, podemos afirmar que a pena chegará ao chão depois da pedra?

Justifique sua resposta.

15) Respostas da atividade.

1.

Figura 2 - Pêndulo simples



Fonte: Autor (2025).

2)

- a) Atraídos; centro
- b) Centro; gravidade; massa
- c) Proporcional; gravidade.

3) 60kg; 588N; 96N.

4) O valor da aceleração da gravidade depende da massa do planeta. A atmosfera interfere na resistência de queda dos corpos e não da gravidade.

5) A massa

6) Espera-se que o aluno utilize a fórmula $g = 4 \pi^2 L / T^2$ isole o L e encontre o seu valor.

7) Chegarão juntas.

APÊNDICE B - Roteiro da segunda atividade do estudo piloto - Lançamento de Foguetes

Participação da EEBSJB na Mostra Brasileira de Lançamento de Foguetes – MOBFOG e da Olimpíada Brasileira de Astronomia – OBA

1. Metas a alcançar:

Construir a partir das regras do regulamento estabelecido pela comissão organizadora da MOBFOG um foguete que atinja a distância capaz de classificar para competição a nível nacional que acontece no Rio de Janeiro.

Resolver a prova da OBA com o propósito de aprender conteúdos relacionados a Astronomia e alcançar os resultados necessários para as premiações oferecidas pela instituição organizadora.

2. Metodologia da atividade: Tomada a decisão de participar da MOBFOG e a OBA o professor de Ciências disponibiliza aos grupos de alunos inscritos, o regulamento disponibilizado pela comissão organizadora do evento. No regulamento estão todas as instruções necessárias para a construção do foguete. Definiu-se na EEBSJB que cada grupo se responsabiliza na busca dos materiais necessários para a realização da atividade. O regulamento está disponível no endereço:

[http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/REGULAMENTO%20DA%2017%C2%AA%20MOBFOG%20PARA%20O%20N%C3%8DVEL%203%20\(1\).pdf](http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/REGULAMENTO%20DA%2017%C2%AA%20MOBFOG%20PARA%20O%20N%C3%8DVEL%203%20(1).pdf).

Com apoio da direção e equipe pedagógica da escola o professor de Ciências organiza um momento no contexto escolar para que os grupos de alunos trabalhem em conjunto na construção das bases de lançamentos e o protótipo de foguetes. Os alunos precisam de apoio pedagógico como forma de incentivo para manterem-se motivados a investigar e construir. Este experimento contempla o conteúdo do lançamento oblíquo.

3. Como proceder para que os alunos consigam atingir os resultados definidos pela MOBFOG para classificação na fase Nacional? Como preparar os alunos para a prova da OBA?

4. Os alunos, organizados em grupos, levantam possíveis hipóteses e selecionam aquela que consideram mais adequada para ser assumida por todos, como base fundamental e confiável na continuidade da investigação para a construção da pesquisa.

5. Materiais utilizados na realização da atividade experimental

Lista de materiais definida pela Comissão do concurso da Mostra Brasileira de Foguetes:

Contém as quantidades e as descrições:

- 2 Cano marrom, soldável, de 25mm x 35 cm apoio lateral no chão
- 4 Cano marrom, soldável, de 25mm x 10 cm apoio traseiro, do bico e do manômetro
- 5 Cano marrom, soldável, de 25 mm x 7 cm tubo de conexões
- 1 Cano marrom, soldável, de 32 mm x 14 cm alavanca do registro
- 2 Cano marrom, soldável, de 20mm x 10 cm enrolar as duas cordinhas
- 2 Cano marrom, soldável, de 20mm x 13 cm conexão no tarugo dos O-rings
- 2 Cano branco de 40 mm x 2,5 cm (metade em cada lado da luva branca)
- 1 LUVA ESGOTO - KRONA - 40mm
- 1 Cap Soldável 25mm, colocação da válvula de pneu
- 1 Registro marrom de 25 mm da HERC (não serve de outras marcas)
- 4 Joelho 90⁰
- Soldável de 25 mm
- 1 Joelho 45⁰
- Soldável de 25 mm
- 2 Cruzeta PVC Soldável 25mm
- 2 Bucha de redução curta soldável 25 x 20 mm (Fica debaixo dos lacres de nylon)
- 2 Bucha de redução curta, soldável 32x25mm (final da base)
- 1 Cano de 32 mm x 2 cm, fica sobre os lacres
- 1 Luva Soldável com Rosca (LR) -25x1/2” (para o Manômetro)
- 1 Válvula clamp-in para bicicleta para furo de 8,3 MM ZAMAK R4062B-291YI
- 2 Pedacos de câmara de ar de pneu de bicicleta de 2 x 2 cm
- 1 Manômetro Vertical 63mm 300 PSI 1/4 Pol. para Compressor de Pistão - ALF IMPORT-M11-63-V-4-300-REV2
- 1 Bucha De Redução 1/2 X 1/4 Bsp - Latão / Ar (fixar manômetro)
- 2 Cordinha de 6 m para gatilho e aborto
- 2 Abraçadeira Rosca sem fim 1 Polegada 16mm A 25mm Inox
- 4 Abraçadeira Rosca sem fim 1.1/2” (25 - 38 mm)
- 2 Meia Argola 16 mm Metal Niquelado
- 1 Tarugo PVC Natural 20mmx100mm para fixação dos O-rings
- 3 O-rings Anel O Ring Nbr 70shor 14.00 X 03.00
- 1 O-rings ANEL O RING - NBR 70 - 14,00 X 4,00 X 22,00 mm

- 14 Lacs de Nylon 3,6mm x 20mm
- 2 Saco Hermético Saquinho Fecho Zip Lock N05 10x14,3cm
- 2 Elástico Amarelo Liguinha Para Dinheiro/alimentos Número 18
- 1 Cola, adesivo pvc polytubes, 17g
- 1 Lixa d'água número 100
- 1 Fita Adesiva Transparente 45mm X 100 Metros
- 4 Estacas de Ferro (mão de obra)
- 4 Estacas de Ferro (matéria prima)
- 1 Sacolinha de pano para as estacas
- 1 Líquido preparador para colar pvc
- 1 Arame Galvanizado Nº16 (+/-59mt) 1,65 mm
- 1 Resina
- 1 “Seringa para Resina”

6. Tarefa do professor

Disponibilizar o regulamento aos grupos de alunos e tempo para leitura e esclarecimento de dúvidas; organizar os grupos inscritos no concurso da MOBFOG; orientar os alunos dos procedimentos utilizados no experimento para evitar acidentes e administrar o tempo tornando o ambiente de trabalho: investigativo e eficiente; mediar os grupos para que sejam coesos, responsáveis e que todos, sintam-se sujeitos pertencentes, ativos na execução da atividade experimental de construção do foguete com contribuições pessoais, despertando sua competência e autonomia; criar um ambiente propício que estimule o aluno a pensar.

No dia de uma reposição de aula no sábado, organizar o ambiente para que os alunos assistam ao filme: O céu de outubro. Este filme serve de inspiração para a construção da atividade.

7. Tarefa dos grupos de alunos

Sem a interferência direta do professor os alunos começam a construir a base de lançamento e o protótipo de foguete; estudar o regulamento disponibilizado para evitar acidentes e obter êxito no lançamento; entre os elementos do grupo deve haver discussões, análise crítica que levem a um consenso na construção do conhecimento que condiz com leis científicas já comprovadas pela ciência. O professor mediador do processo verifica o andamento da atividade experimental, mas deixando os grupos trabalharem livremente mesmo quando perceber possíveis hipóteses (descabíveis), conclusões errôneas e precipitadas, pois haverá um momento propício para esta finalidade. O foco da atividade experimental neste momento está nos alunos.

8. Como realizar a investigação por meio do experimento

Após a formação dos grupos o professor faz uma explanação geral sobre o objetivo da participação da escola na OBA e na MOBFOG. Orientar e permitir que os alunos trabalhem com autonomia na construção da atividade prática e experimental.

9. Procedimentos da atividade de investigação experimental

No regulamento da MOBFOG indica para alunos do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental o nível 3. A escrita a seguir está no regulamento MOBFOG.

“O foguete será construído pelos alunos a partir de duas ou mais garrafas pets de qualquer volume e será lançado numa base de lançamento presa no chão. O foguete terá como propelente somente ÁGUA E AR comprimido por uma bomba manual de encher pneus de bicicletas. Pode-se construir foguetes de mais de um estágio. Não pode usar compressores elétricos”.

Veja as instruções abaixo.

Assista ao vídeo no qual explicamos como fazer e lançar o foguete do nível 3:

<https://youtu.be/Q9xK0Ccrqk>;

Neste link temos uma “live” na qual explicamos como fazer o foguete do nível 3:

<https://youtu.be/7jnpxnQrrjc>;

Obrigatório assistir ao vídeo sobre **SEGURANÇA EM PRIMEIRO LUGAR**:

<https://youtu.be/Bp6O71fHFIg>

A construção do foguete de garrafa PET e sua base de lançamentos.

Assista ao vídeo no qual explicamos como fazer e lançar o foguete do nível 3:

<https://youtu.be/Q9xK0Ccrqk>

Neste link temos uma “live” na qual explicamos como fazer o foguete do nível 3:

<https://youtu.be/7jnpxnQrrjc>

Obrigatório assistir ao vídeo sobre **SEGURANÇA EM PRIMEIRO LUGAR**:

<https://youtu.be/Bp6O71fHFIg>

10. Análise dos dados:

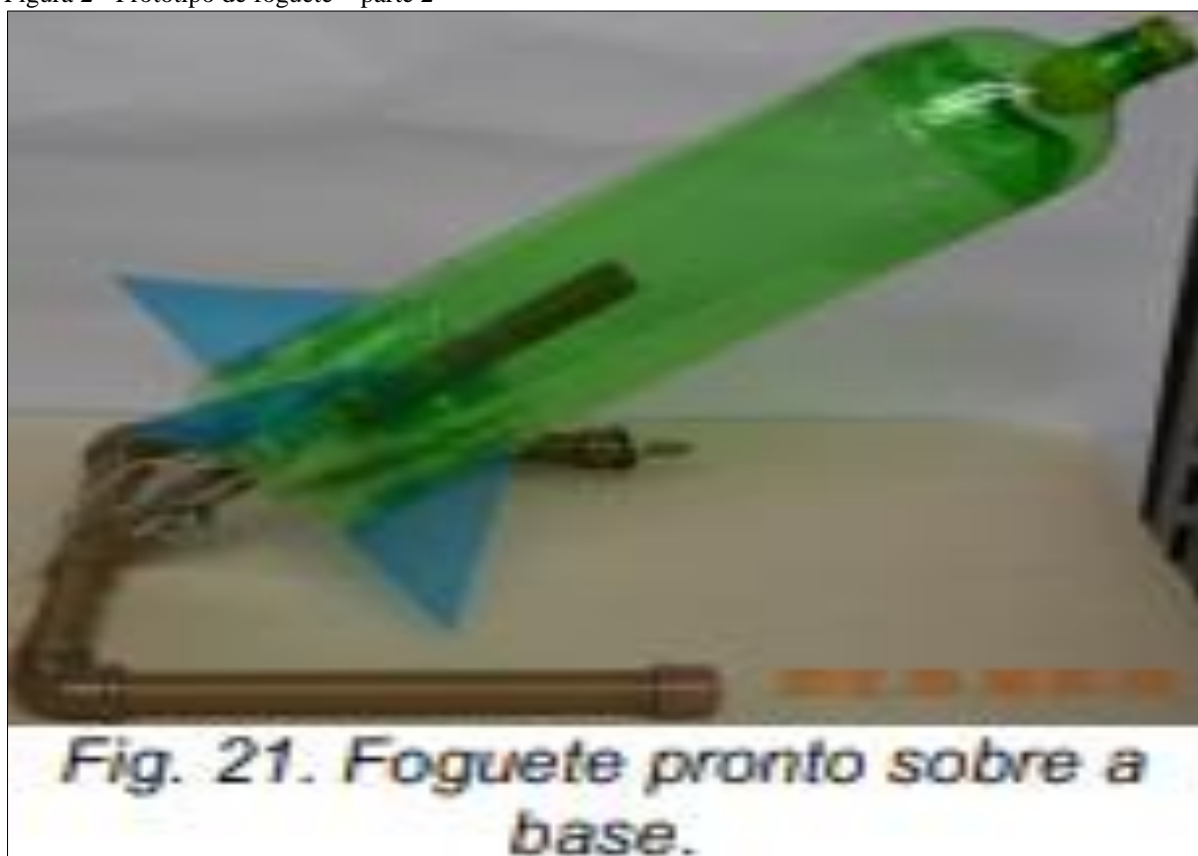
Nesse momento o professor reúne-se com os grupos para observar as construções das bases de lançamentos e os protótipos de foguetes. Os alunos neste estágio do experimento deverão apresentar a base e o protótipo de foguete conforme figura abaixo:

Figura 1 - Protótipo de foguete – parte 1



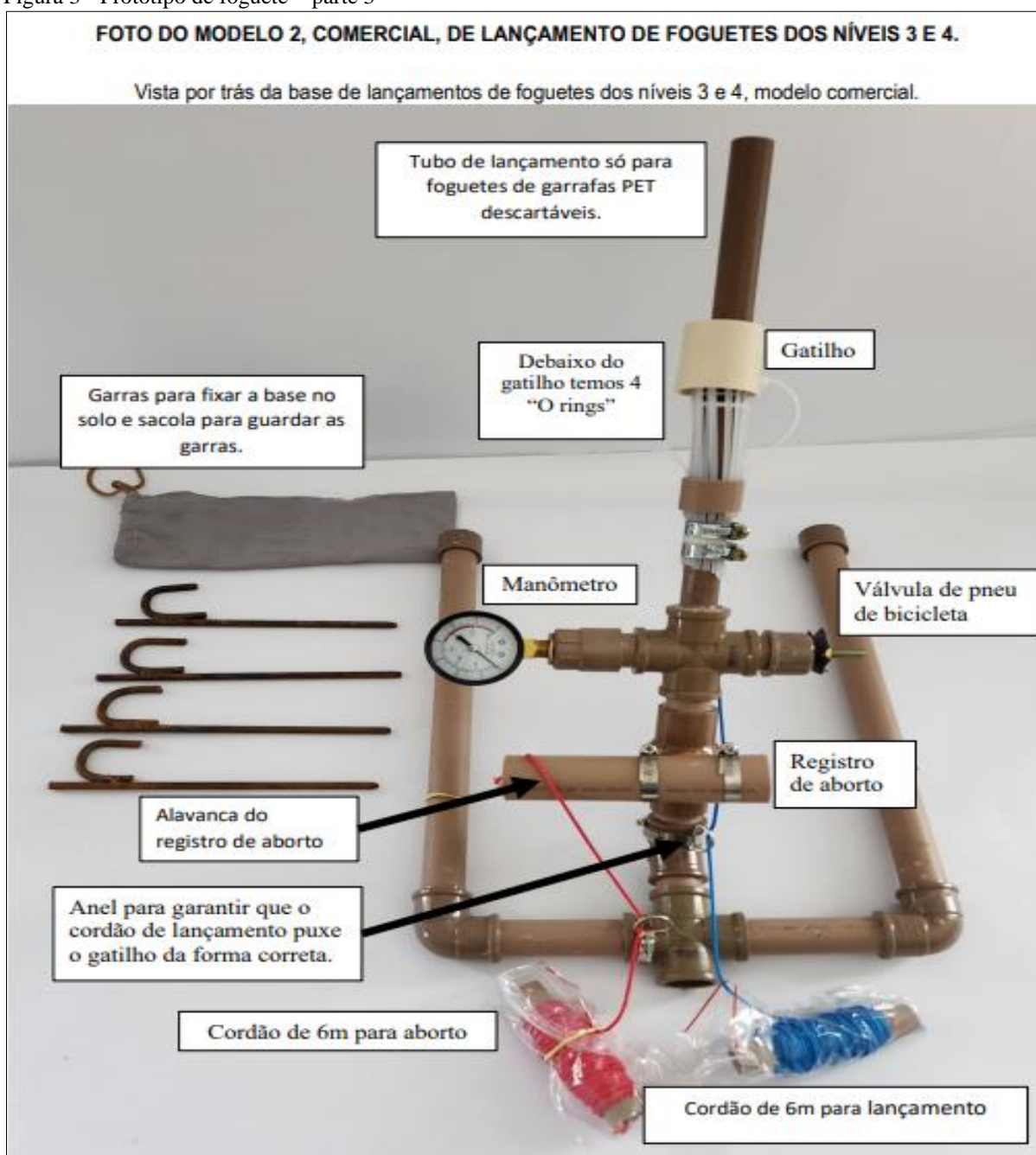
Fonte: Autor (2025).

Figura 2 - Protótipo de foguete – parte 2



Fonte: Autor (2025).

Figura 3 - Protótipo de foguete – parte 3



Fonte: Autor (2025).

11. Comunicação dos resultados experimentais, práticos, teóricos do trabalho de pesquisa no contexto escolar e sociedade.

No planejamento desta atividade a comissão organizadora, formada por professores e alunos designou ao professor da disciplina de matemática realizar as filmagens com o auxílio de um drone. Ao concluir a atividade a comissão edita o vídeo e posta no Youtube. Outra equipe fica encarregada na segurança e realizar as medições de cada lançamento. Os resultados só serão comunicados quando a comissão organizadora analisar minuciosamente todos os dados

coletados. Por se tratar de um evento nacional de excelente credibilidade, precisa-se tratar toda a atividade com muita seriedade e responsabilidade.

Haverá um momento em que os grupos apresentem seus projetos à comunidade escolar. Por fim, ao concluir todo processo, a direção da escola reúne todos os alunos para prestigiarem a entrega dos certificados de participação da MOBFOG e da OBA e as premiações aos classificados para o evento nacional em Rio de Janeiro.

12. Avaliação da aprendizagem:

Elaborar um texto sobre o lançamento de foguetes, a experiência vivida na prática e sua importância nos avanços tecnológicos da humanidade, contemplar nesse texto o conhecimento científico em comum acordo com aqueles presentes nas literaturas e comprovados pela comunidade científica internacional. Para a elaboração do texto poderá o professor desafiar os alunos a pesquisar por meio das seguintes perguntas: O que são os foguetes? Como funcionam? Qual sua função? Qual a função do centro de massa na eficiência da construção de um foguete? Quais os investimentos do Brasil nesta área de conhecimento? Qual a influência da ponta do foguete na distância atingida? O que vocês poderiam ter feito melhor para que o foguete atingisse maior distância?

Empenho e responsabilidade na coletividade na coleta de materiais, participação da construção do foguete e principalmente a eficiência do lançamento;

Desempenho na prova da OBA.

Desenvolvimento das capacidades de: investigar, reconstruir conhecimentos, elaboração própria, autonomia, competência de pesquisar e comunicação.

Resolução da atividade abaixo:

13. Atividade com propósito de diagnosticar na individualidade a aprendizagem do conteúdo em estudo.

As questões que elaboramos são aplicáveis em atividades de sala de aula com turmas do Ensino Fundamental e do Ensino Médio.

Obs. 1: A BNCC contempla no currículo de Ciências para o Ensino Fundamental II os conteúdos de Física.

Em algum momento no decorrer das investigações (ou na realização desta atividade) o professor pode apresentar aos alunos o simulador presente no link:

<http://www.dinamica.com.br/2013/08/lancamento-obliquo.html>

Por meio do applet é possível simular lançamentos oblíquo com qualquer ângulo em diferentes planetas e satélites naturais (Lua). Material importante para que os alunos compreendam a dinâmica do lançamento.

1) O enunciado original da Terceira Lei de Newton diz: “A toda ação há sempre uma reação oposta e de igual intensidade: as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos”.

Podemos afirmar que este princípio físico está presente no lançamento dos foguetes? Justifique.

2) Qual o melhor ângulo entre o solo e o foguete para atingir o maior alcance possível?

3) Quais as variáveis importantes que devemos observar na construção do foguete para fique em equilíbrio?

4) Após o lançamento percebemos que o foguete sobe forma uma curvatura e cai. Qual é o ente físico que provoca a queda (puxa o foguete para baixo)?

5) O regulamento mostra que na construção do foguete devemos colocar aproximadamente a quarta parte do volume do litro de água. O que aconteceria no momento do lançamento se colocássemos o dobro de água?

6) Um foguete construído por um grupo de estudantes do sexto ano foi lançado com uma velocidade inicial de $v_0 = 20 \text{ m/s}$. A base de lançamento foi regulada com 45° em relação ao solo num terreno plano. Sabendo se que a constante da aceleração da gravidade do local de $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, calcule o alcance ou distância máxima atingida. aplicar a equação $A = v_0^2/g$.

7) Se esse lançamento fosse realizado na superfície de Júpiter, qual seria o alcance do foguete? E na Lua? Dados: $g_{\text{Júpiter}} = 24,8 \text{ m/s}^2$ e $g_{\text{Lua}} = 1,63 \text{ m/s}^2$.

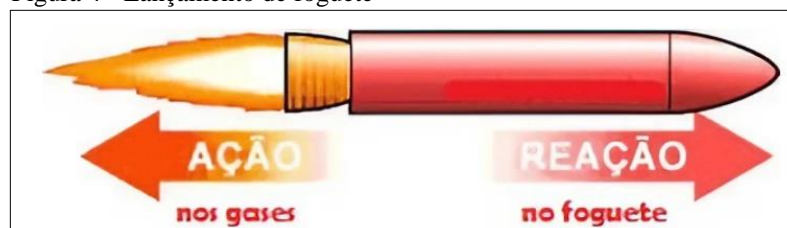
Obs. É impossível caminhar na superfície de Júpiter, pois é formado por gases, neste sentido, é importante fazer o aluno compreender que esse problema é fictício.

8) Qual é o planeta que tem o valor da aceleração da gravidade mais próximo da Terra? Use o simulador e observe se os valores do alcance e tempo de voo se assemelham.

14) Possíveis respostas da atividade proposta no item 13.

- 1) Sim. A toda ação gera uma reação entre dois corpos. A ejeção do combustível, ar e água comprimidos, (a ação) faz com que o foguete se mova para frente (a reação).

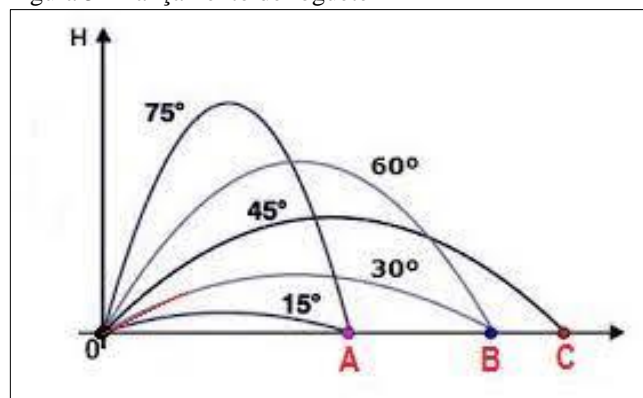
Figura 4 - Lançamento de foguete



Fonte: Engenharia 360 - Imagem reproduzida de INFRAVERMELHO

- 2) Os estudos físicos mostram que o maior alcance é atingido com ângulo de 45° . Conforma mostra a figura abaixo.

Figura 5 - Lançamento de foguete



Fonte: Vamos Estudar Física.

- 3) Para ter uma aerodinâmica e boa estabilidade é necessário colocar a quantidade de água ideal, peso na ponta do foguete, asas proporcionais para gerar o equilíbrio, ponta perfeita para vencer a resistência do ar, pressão colocada no interior e o ângulo de lançamento. O princípio físico que rege é o centro de gravidade ou massa e pressão.
- 4) É a aceleração da gravidade. Ela atrai os corpos para o centro da Terra e seu valor é $9,81 \text{ m/s}^2$. Obs. Sugerimos ao professor realizar o experimento da sequência didática 01 deste produto educacional.

5) O conjunto ficaria muito pesado e mesmo com o máximo de pressão introduzida no interior do foguete ele cairia antes e diminuiria o alcance.

6) Para ângulos de 45^0 basta aplicar a equação $A = v_0^2/g$.

$$A = 20^2/9,81 = 400/9,81 = 40,77 \text{ m.}$$

Sugerimos que após a resolução do problema o professor sugira aos alunos acessarem ao link: <http://www.dinamica.com.br/2013/08/lancamento-obliquo.html> e aplicar os valores no applet que simula e calcula os valores.

7) Em Júpiter:

$$A = 20^2/24,8 = 400/24,8 = 16,12 \text{ m.}$$

Na Lua


$$A = 20^2/1,63 = 400/1,63 = 245,39 \text{ m.}$$

8) Saturno. Sim se assemelham.

Obs.: A questão 6 envolve um cálculo simples. Ao realizá-lo e verificar, por meio do simulador, que os valores encontrados estão corretos, o aluno percebe que compreendeu a lei física que rege o fenômeno, o que o estimula a enfrentar novos desafios.

É fundamental que o professor proponha tarefas compatíveis com a capacidade cognitiva dos alunos, de modo que os mesmos se sintam motivados a investigar novas situações-problema e constantemente desafiados a reconstruir conhecimentos.

APÊNDICE C - Questionário sobre o filme

	<p>ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA SÃO JOÃO BATISTA Rua Barão do Rio Branco, 201, Bairro Agostini, São Miguel do Oeste - SC, 89900-000 Fone: (49) 3631-2995</p>
---	--

Professor: Altair José Fontana

Aluno: _____ **Data:** ____/____/____

APÓS ASSISTIR AO FILME “ESTRELAS ALÉM DO TEMPO”, EM GRUPOS, DISCUTA A MENSAGEM TRAZIDA PELO FILME, RESPONDA AS PERGUNTAS OU ELABORE UM TEXTO RELACIONADO AO TEMA.

- 1) Qual foi a contribuição de Katherine Johnson, Dorothy Vaughn e Mary Jackson para a NASA?
- 2) Como essas mulheres enfrentaram a discriminação racial e de gênero pela NASA?
- 3) Que desafios essas mulheres precisaram enfrentar para poderem permanecer trabalhando?
- 4) Elas tiveram resiliência para prosseguir?
- 5) Que relação tem o filme com a segregação racial e de gênero nos EUA nos anos 60?
- 6) Em que aspectos a luta das personagens do filme se assemelha às lutas que ainda existem hoje?
- 7) Quais as contribuições das mulheres afro-americanas no programa espacial americano?
- 8) Que lições podemos tirar do filme sobre a inclusão nos mais diversos locais de trabalho do mundo?
- 9) O filme ajudou você a superar possíveis obstáculos e preconceitos nas mais diversas situações da vida?
- 10) Você se identificou com algum personagem do filme?
- 11) Que inovações matemáticas, científicas e tecnológicas o filme apresentou?
- 12) De que maneira as personagens contribuíram para o avanço da Ciência e tecnologia?
- 13) Como a educação por meio da pesquisa contribui na busca de novos conhecimentos? Que contribuições o filme traz para no contexto escolar com aulas voltadas a investigação?

APÊNDICE D - Roteiro da atividade “Experimento do pêndulo simples – o valor da constante da aceleração da gravidade terrestre”

1. Meta a alcançar: Descobrir o valor da constante da aceleração da gravidade local por meio do experimento do pêndulo simples.

2. Metodologia da atividade: A atividade consiste em que o professor desafie os alunos a investigarem, por meio de um experimento, a construção de dados e informações que possibilita a realização do cálculo do valor da constante da aceleração da gravidade no ambiente da EEBSJB. O professor precisa explicar bem o objetivo da atividade, pois ao ingressar no primeiro ano do ensino médio, os alunos ainda não dominam os conhecimentos relacionados à gravidade. É necessário situá-los no contexto para alcançar melhores resultados.

3. Situação-Problema: Experimental

A constante da aceleração da gravidade é uma grandeza física vetorial que representa a variação da velocidade de um corpo em queda livre, por segundo, em direção ao centro da Terra. Essa constante está presente e perceptível no cotidiano das pessoas, influenciando o comportamento e o movimento de todos os corpos que compõem o Universo.

Pergunta desafiadora: Como determinar o valor da constante da aceleração da gravidade da Terra por meio de um experimento prático?

4. Os alunos, organizados em grupos, levantam possíveis hipóteses e selecionam aquela que consideram mais adequada para ser assumida por todos, como base fundamental e confiável na continuidade da investigação para a construção da pesquisa.

5. Sites sugeridos aos grupos de trabalho para a busca de informações para a realização da investigação:

- <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/aceleracao-gravidade.htm>
- Khan Academy – www.khanacademy.org
- Brasil Escola – www.brasilecola.uol.com.br
- Physics Classroom – www.physicsclassroom.com
- <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatoria/MHS/pendulo.php>
- <https://infoenem.com.br/compreendendo-o-funcionamento-de-um-pendulo-simples/>

➤ https://pt.wikipedia.org/wiki/Equa%C3%A7%C3%A3o_do_p%C3%AAndulo

6. Materiais utilizados na atividade experimental

Objetos de diversas formas, cordinhas, régua, tesoura sem ponta, cronômetro, caneta, lápis, borracha, calculadora.

7. Tarefa do Professor

- Propor aos alunos o problema a ser investigado.
- Dividir a turma em pequenos grupos para facilitar o trabalho colaborativo.
- Organizar e distribuir os materiais necessários para o experimento.
- Apresentar aos grupos a ideia central da situação-problema, esclarecendo os objetivos da atividade.
- Criar um ambiente propício que estimule os alunos a refletir, levantar e avaliar **hipóteses**, refutando as menos adequadas e defendendo aquela que melhor se encaixa na resolução do problema. Além disso, incentivá-los a questionar e propor soluções de forma crítica e fundamentada.

Observação: É importante que o professor compreenda, mas não revele aos alunos, que “ao calcular a aceleração da gravidade, o período de oscilação não depende da massa”.

8. Tarefa dos Grupos de Alunos

- Seguir as orientações fornecidas para a realização da atividade experimental.
- Conduzir o experimento com atenção e colaboração entre os membros do grupo.
- Registrar todos os dados observados no caderno de forma organizada.
- Repetir o experimento, caso necessário, para verificar a consistência dos resultados obtidos.

9. Procedimentos

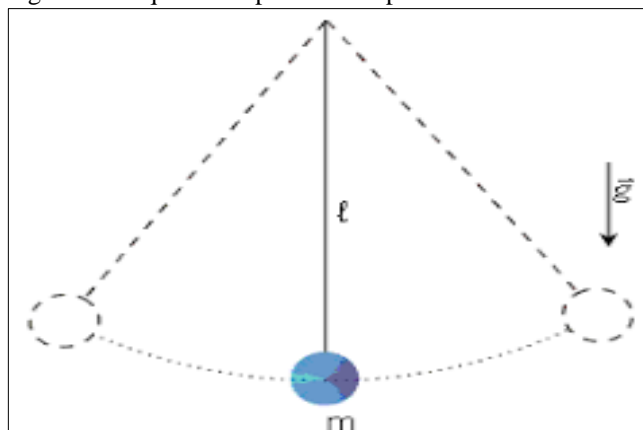
Após as orientações do professor, os grupos devem montar o pêndulo e fixá-lo em um suporte estável, como uma viga ou galho de árvore. Em seguida, devem medir o comprimento do pêndulo e soltá-lo de uma determinada altura, colocando-o para oscilar, conforme ilustrado na figura abaixo. Os alunos deverão cronometrar o tempo necessário para a realização de 10 oscilações completas e, posteriormente, dividir esse valor por 10 para determinar o período T , minimizando a margem de erro. Todos os dados observados durante o experimento devem ser

registrados no caderno, para que, posteriormente, seja aplicada a equação do pêndulo simples e calculado o valor da aceleração da gravidade.

Equação do período do pêndulo simples.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Figura 1 - Esquema do pêndulo simples



Fonte: Só Física (2025).

10. Com os dados coletados durante o experimento, os alunos devem preencher as tabelas e calcular os valores de g utilizando a equação $g = 4\pi^2 L/T^2$ onde g foi isolado matematicamente.

Atribuir $\pi = 3,14159$.

11. Propor aos alunos que comparem os valores de g obtidos experimentalmente com o valor de referência encontrado na literatura, que fixa a aceleração da gravidade em $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ao nível do mar.

12. Comunicação dos resultados

Realização de um seminário para que os grupos apresentem os resultados obtidos. Após a divulgação do valor teórico da gravidade, cada grupo deve analisar os valores encontrados, discutindo as possíveis causas que influenciaram os resultados do experimento.

Além disso, será construído um grande pêndulo no saguão da escola, com a participação de todos os alunos da turma. O professor apresentará o objetivo do evento à plateia, e, em seguida, os alunos realizarão o experimento, explicando para a plateia a importância desse experimento

para o progresso da Ciência. Após a execução, os alunos extrairão os dados e calcularão o valor de g , enquanto o pêndulo continua a oscilar.

13. Avaliação

Os alunos serão avaliados nos seguintes aspectos:

- Participação individual na realização dos experimentos;
- Construção de um texto pelo grupo de trabalho, que contemple os dados extraídos, análise dos dados, cálculos, desenhos e conhecimentos reconstruídos com base nas literaturas pesquisadas;
- Elaboração individual de um texto que explore a comparação entre o pensamento filosófico de Aristóteles, do século III a.C., e o pensamento científico de Galileu Galilei sobre a queda dos corpos.
- Edição de um vídeo curto para ser postado no Instagram da EEBSJB;
- Resolução de exercícios relacionados ao conteúdo trabalhado.

14. Atividade Somativa: Diagnóstico da Aprendizagem Individual.

Obs.: As questões a seguir abordam a ideia central da atividade experimental e os conhecimentos essenciais que o aluno deve dominar sobre a gravidade.

I. Com base nos conhecimentos obtidos na realização da atividade experimental e das pesquisas, responda às questões a seguir:

1) Desenhe o planeta Terra e um corpo de massa M a uma altura H em relação a superfície. Represente os vetores gravidade e força peso.

2) Das palavras propostas abaixo, escolha aquelas que melhor completam cada uma das frases. As palavras são: Centro, atraídos, massa, gravidade, proporcional.

a) Todos os corpos próximos a superfície do planeta são _____ em direção ao seu _____.

b) Todos os corpos são atraídos para o _____ do planeta com a mesma _____ independente de sua _____.

c) O período de oscilação de um pêndulo simples é diretamente _____ ao seu comprimento e inversamente proporcional a sua _____.

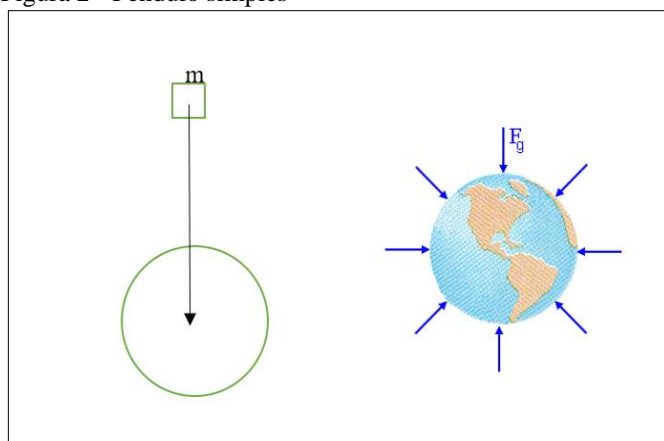
3) Um corpo tem massa de 60 kg na Terra. Qual o valor de sua massa na Lua? Qual o valor do seu peso na Terra e na Lua? Dada a fórmula: $P = m \cdot g$

- 4) Qual é a influência da atmosfera no valor da aceleração da gravidade?
- 5) Qual é a grandeza física que influencia no valor da aceleração da gravidade de um Astro?
- 6) Imagine um astronauta repetindo o experimento que você fez referente à tabela 1, mas desta vez na Lua. Ele utilizou o mesmo período que você encontrou aqui na Terra. Sabendo-se que a constante da aceleração da gravidade da Lua é $1,60 \text{ m/s}^2$, calcule o comprimento do pêndulo utilizado pelo Astronauta. Fórmula $g = 4 \pi^2 L / T^2$.
- 7) Uma pedra de 20 kg e uma pena de 2 gramas são soltas a partir da mesma altura, em um local com ausência de ar (vácuo). Desprezando-se a ação de quaisquer forças de atrito entre os objetos e o ar, podemos afirmar que a pena chegará ao chão depois da pedra?
- Justifique sua resposta.

15) Respostas da atividade, fornecendo suporte ao professor

1)

Figura 2 - Pêndulo simples



Fonte: Autor (2025).

2)

- Atraídos; centro
 - Centro; gravidade; massa
 - Proporcional; gravidade.
- 3) 60kg; 588N; 96N.
- 4) O valor da aceleração da gravidade depende da massa do planeta. A atmosfera interfere na resistência de queda dos corpos e não da gravidade.
- 5) A massa
- 6) Espera-se que o aluno utilize a fórmula $g = 4 \pi^2 L / T^2$ isole o L e encontre o seu valor.

7) Chegarão juntas, pois no vácuo os corpos caem atraídos pela aceleração gravitacional g , independentemente da massa do corpo.

APÊNDICE E - Roteiro da atividade “Pêndulo de Foucault: Experimento sobre o movimento de rotação da Terra”

1. Meta a alcançar: Compreender o movimento de rotação da Terra por meio do experimento do Pêndulo de Foucault.

2. Metodologia da atividade: A atividade será realizada visando demonstrar o movimento do pêndulo de Foucault como evidência da rotação da Terra. Inicialmente, o professor situará os alunos no contexto histórico e científico do experimento. Em seguida, os grupos de trabalho construirão um pêndulo utilizando uma esfera suspensa por um fio longo, fixada em um suporte que permita liberdade de movimento. Após o pêndulo ser colocado em oscilação, os alunos observarão gradualmente a mudança no plano de oscilação, discutindo como esse fenômeno está relacionado à rotação terrestre. Durante a atividade, os alunos registrarão suas observações, analisarão os dados coletados e compararão as explicações com materiais teóricos previamente sugeridos pelo professor, promovendo reflexões sobre a importância do experimento para o avanço da ciência.

3. Situação-Problema: Experimental

Pergunta desafiadora: Como trazer evidência de que a Terra gira, por meio do experimento do pêndulo de Foucault?

4. Levantamento de hipóteses relacionadas ao problema de pesquisa

No contexto do experimento do pêndulo de Foucault, os alunos serão desafiados a levantar hipóteses que expliquem o comportamento do pêndulo e sua relação com a rotação da Terra. Inicialmente, os grupos de trabalho propõem hipóteses. Esse processo de levantar, refutar e validar hipóteses proporciona aos alunos uma vivência investigativa que destaca o valor do pensamento crítico e do método científico na construção do conhecimento.

5. Sites sugeridos aos grupos de trabalho para a busca de informações para a realização da investigação:

- <https://www.todamateria.com.br/geocentrismo/>
- <https://olhardigital.com.br/2023/05/02/ciencia-e-espaco/pendulo-de-foucault-o-experimento-que-comprovou-a-rotacao-da-terra-ha-quase-2-seculos/>

- <https://coolturalblog.wordpress.com/2016/06/30/resenha-o-pendulo-de-foucault-de-umberto-eco/>
- <http://masimoes.pro.br/238eixa238/foucalt/>
- <https://www.megacurioso.com.br/238eixa238ao/109983-voce-conhece-a-historia-do-pendulo-de-foucault.htm>
- <https://www.if.usp.br/>
- <https://www.nasa.gov/>
- <https://www.scielo.br/>

6. Materiais utilizados na atividade experimental

Fio ou corda resistente: de preferência utilizar um fio longo para melhorar a eficiência do experimento. O fio deve ser resistente o suficiente para suportar o peso do objeto amarrado nela.

Objeto: Pode ser qualquer objeto que tenha um peso adequado para garantir que o pêndulo oscile em equilíbrio.

Suporte fixo: Um gancho no teto da sala, uma viga no saguão, um galho de uma árvore ou um tripé.

Papel ou marcador: Para acompanhar a trajetória do pêndulo e observar as mudanças no plano de oscilação, sugere-se colocar peças de dominó distribuídas num círculo e assim, enquanto o pêndulo oscila, vai derrubando as peças.

Cronômetro: Para medir a duração das oscilações e auxiliar na análise de dados, um cronômetro pode ser utilizado para registrar o tempo das oscilações do pêndulo.

7. Tarefa do Professor

- Propor aos alunos o problema a ser investigado.
- Dividir a turma em pequenos grupos para facilitar o trabalho colaborativo.
- Organizar e distribuir os materiais necessários para o experimento.
- Apresentar aos grupos a ideia central da situação-problema, esclarecendo os objetivos da atividade.
- Criar um ambiente propício que estimule os alunos a refletir, levantar e avaliar **hipóteses**, refutando as menos adequadas e defendendo aquela que melhor se encaixa na resolução do problema. Além disso, incentivá-los a questionar e propor soluções de forma crítica e fundamentada.

8. Tarefa dos Grupos de Alunos.

- Seguir as orientações fornecidas para a realização da atividade experimental.
- Conduzir o experimento com atenção e colaboração entre os membros do grupo.
- Registrar todos os dados observados no caderno de forma organizada.
- Repetir o experimento, caso necessário, para verificar a consistência dos resultados obtidos.

9. Procedimentos

Após as orientações do professor, os grupos de trabalho começam a construir pêndulo e realizar o experimento. Começam por fixar uma esfera pesada a um fio longo e resistente, pendurando-a em um suporte firme que permita liberdade de movimento.

Os alunos são orientados a certificar-se de que o local seja amplo e com poucas interferências externas, como vento ou vibrações. Colocar o pêndulo a oscilar em uma direção específica, evitando movimentos circulares iniciais. Ao longo do tempo, observar a mudança gradual no plano de oscilação do pêndulo em relação ao ambiente, evidenciando a rotação da Terra. Registrar os dados e analisar os resultados para relacioná-los ao fenômeno investigado.

10. Comunicação dos resultados

Os alunos comunicarão os resultados da investigação em três momentos. Primeiro, organizarão um seminário em sala de aula, no qual cada grupo apresentará suas observações e análises aos colegas, promovendo um debate sobre o experimento. Em seguida, realizarão uma apresentação interativa para outras turmas no saguão da escola, onde executarão o experimento de forma prática, compartilhando suas descobertas e explicações científicas sobre a rotação da Terra. Por fim, editarão e publicarão um vídeo no TikTok, destacando os principais momentos da investigação, visando divulgar o conhecimento para a sociedade de maneira acessível e criativa.

11. Avaliação


Os alunos serão avaliados com base nos seguintes aspectos:

- Participação ativa nos três momentos de comunicação dos resultados descritos no item 10.
- Aplicação correta da fórmula desenvolvida por Foucault para calcular o período de rotação da Terra em diferentes latitudes.
- Desempenho individual na resolução da atividade somativa.

12. Atividade Somativa: Diagnóstico da Aprendizagem Individual.

Obs.: As questões a seguir abordam a ideia central da atividade experimental e os conhecimentos essenciais que o aluno deve dominar referentes ao Pêndulo Foucault.

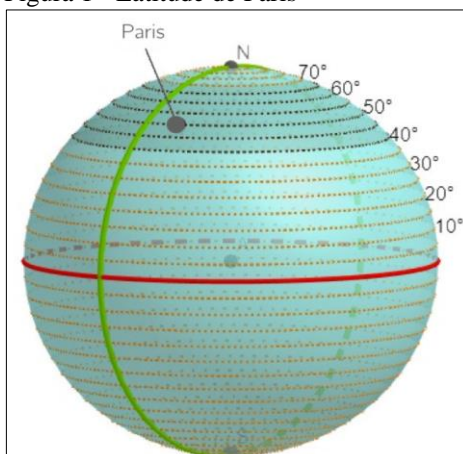
I. Com base nos conhecimentos obtidos na realização da atividade experimental e das pesquisas, responda às questões a seguir:

	<p align="center">ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA SÃO JOÃO BATISTA Rua Barão do Rio Branco, 201, Bairro Agostini, São Miguel do Oeste - SC, 89900-000 Fone: (49) 3631-2995</p>
<p>DISCIPLINA: FÍSICA PROFESSOR: ALTAIR JOSÉ FONTANA ALUNO: _____ SÉRIE: _____ TURMA: _____ DATA: ____/____/____</p>	

AVALIAÇÃO SOMATIVA INDIVIDUAL COM A FINALIDADE DE DIAGNOSTICAR A APRENDIZAGEM RELACIONADA A ATIVIDADE DE PESQUISA TEÓRICA E EXPERIMENTAL POR MEIO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO DO PÊNDULO DE FOUCAULT NA TURMA 101 DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO.

1) A latitude de Paris é $48,8566^\circ$ conforme destacado na figura a seguir.

Figura 1 - Latitude de Paris



Fonte: Differentier Longitude et Latitude

Antes de realizar o experimento com o pêndulo que mostraria que a Terra gira num movimento de rotação sobre seu próprio eixo, Foucault desenvolveu a fórmula que calcularia o tempo necessário para o pêndulo completar uma volta enquanto a Terra completaria um giro de 360° . Pela fórmula $T(\theta) = 24/\sin\theta$, é possível calcular o valor encontrado por Foucault em 1851. O valor é:

- a. () 30 horas e 53 minutos
- b. () 29 horas e 56 minutos
- c. () 31 horas e 52 minutos
- d. () 32 horas e 50 minutos
- e. () 33 horas e 50 minutos

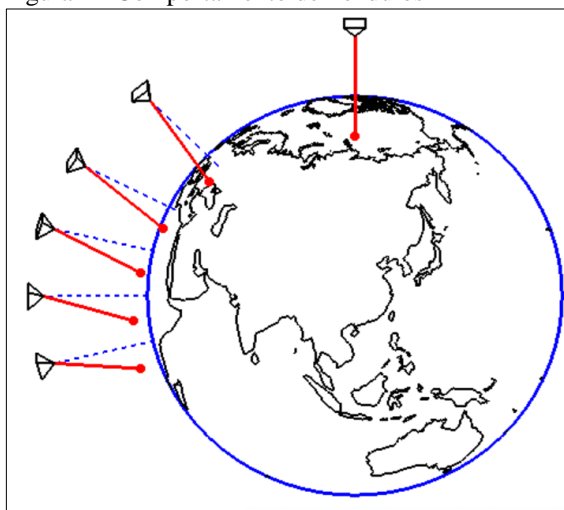
2) Em 1851 Foucault preparou o experimento no Panteão de Paris. Um prédio alto e fechado, livre de influências externas como correntes de ar. Lá ele fixou uma esfera de 30 kg presa por um fio rígido de 67 metros. A esfera era oca e em seu interior foi colocada areia fina, que escorria por um pequeno orifício e marcava o chão. A esfera foi solta e o pêndulo começou seu movimento oscilatório de forma suave. Por ser um pêndulo longo e pesado foi se deslocando lentamente no sentido horário (segundo Coriolis, acima da linha do equador o movimento de oscilação é no sentido horário e abaixo é anti-horário), marcando de areia as posições por onde ela passava. Esse pêndulo poderia ficar em movimento por mais de 32 horas sem nenhuma interferência humana. Após 31 horas e 52 minutos o pêndulo voltou no mesmo lugar que foi solto, ou seja, completou uma volta inteira.

O objetivo deste experimento simples, mas espetacular que entrou para a história da Ciência, era:

- a. () validar sua fórmula e mostrar que o movimento de rotação da Terra depende da altitude.
- b. () validar seus cálculos e mostrar que a terra é plana.
- c. () Validar a fórmula do período que dependia da longitude do local.
- d. () validar seus cálculos e mostrar definitivamente o movimento de rotação do planeta Terra.
- e. () mostrar que a terra é estática.

3) A figura a seguir mostra o comportamento de seis Pêndulos de Foucault instalados e colocados a oscilar em diferentes latitudes. Dadas as altitudes (90°N , 50°N , 30°N , 15°N , 0° 15°S). Utilize a equação de Foucault e calcule o período que cada um demora para dar uma volta inteira.

Figura 2 - Comportamento de Pêndulos



Fonte: wikimedia.org.

4) Pesquise a latitude de sua cidade e aplique a fórmula de Foucault $T(\theta) = 24/\sin\theta$ e calcule o tempo que um pêndulo demora para dar uma volta inteira. Os alunos do primeiro ano da Escola de Educação Básica São João Batista de São Miguel do Oeste pesquisaram e descobriram que a latitude local é aproximadamente $26,71^\circ$. Qual o valor de encontrado?

5) Por que o experimento do Pêndulo de Foucault foi repetido em diversos locais e em diferentes latitudes?

13) Respostas da atividade, fornecendo suporte ao professor.

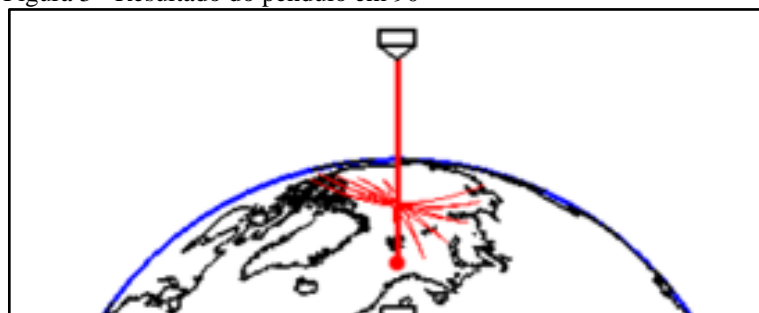
1) $T = 24/\sin 48,8566^\circ = 24/0,75306523 = 31,869749$ horas.

$31h + 0,869749 \times 60 = 31h \text{ e } 52,18 \text{ minutos} = \text{aproximadamente } 31h \text{ e } 52 \text{ min.}$

2) a alternativa d é a correta.

3) Em 90° no polo Norte o valor encontrado é 24 horas;

Figura 3 - Resultado do pêndulo em 90°



Fonte: wikimedia.org

Em 50° o valor encontrado é 31 horas e 19,74 minutos;

Em 30° o valor encontrado é 48 horas;

Em 0° na linha do Equador o pêndulo não se move;

Em 15° Norte e Sul possui o mesmo valor 92 horas e 43,72 minutos.

4) $T = 24 / \sin 26,71^\circ = 24 / 0,4494 = 53,39$ horas = 53 horas e 23,40 minutos.

5) A primeira vez a se realizar o experimento em 1851 foi no Panteão de Paris, e foi reproduzido em vários locais da Terra, com resultados consistentes. O Pêndulo de Foucault foi importante porque forneceu uma evidência direta e visual da rotação da Terra, ajudando a consumir com a ideia de que a Terra era estacionária e abriu caminho para uma compreensão mais precisa do universo. Ajudou também a evidenciar que a Terra é redonda e que ela demora 23 horas 56 minutos e 4 segundos completar uma volta em torno de si.

APÊNDICE F - Roteiro da atividade “Leis de Kepler – As três leis que descrevem os movimentos dos planetas sem se preocupar com suas causas”

1. Objetivos estabelecidos – meta a alcançar e organização do conhecimento

- Compreender o movimento dos planetas com base nas Leis de Kepler e no modelo heliocêntrico proposto por Nicolau Copérnico.
- Analisar o período de translação dos planetas que compõem o Sistema Solar.
- Representar graficamente e conceituar as três Leis de Kepler.
- Calcular o período de rotação dos planetas utilizando a equação da Terceira Lei de Kepler.
- Promover a aprendizagem dos aspectos atitudinais, procedimentais e conceituais relacionados ao conteúdo.

2. Metodologia da Atividade – instruções iniciais para apresentação do conteúdo

O professor pode iniciar a aula explicando aos alunos sobre o sistema geocêntrico, abordando o período histórico em que ele foi reconhecido e aceito pela comunidade científica. A partir disso, o professor pode problematizar a resistência em aceitar o sistema heliocêntrico, convidando os alunos a refletirem sobre as razões dessa oposição. Sugere-se que o professor incentive os alunos a pesquisarem as ideias de Ptolomeu e Copérnico em relação a esse estudo. Por fim, deve-se destacar a importância de compreender o movimento da Terra, tanto em sua rotação quanto em sua translação, como parte essencial para o entendimento da mecânica celeste.

3. Situação-Problema do tipo não Experimental – Apresentação da tarefa desafiadora

As três leis propostas pelo astrônomo e matemático Johannes Kepler, conhecidas como Leis de Kepler, foram apresentadas no século XVII, na obra *Astronomia Nova*, publicada em 1609. Os estudos do astrônomo Tycho Brahe desempenharam um papel fundamental, fornecendo dados precisos que permitiram a Kepler formular e descrever essas leis.

Pergunta desafiadora: Quais são os conceitos e os diagramas das Leis de Kepler que descrevem os movimentos dos planetas no modelo heliocêntrico?

4. Sites sugeridos aos grupos de trabalho para a busca de informações para a realização da investigação:

- <https://www.todamateria.com.br/leis-de-kepler>

- <https://www.youtube.com/watch?v=AX5bTot6kSw>
- <https://www.youtube.com/watch?v=g1b8zZ3LZhY>
- <https://www.youtube.com/watch?v=bzeN7scJsqu>
- <https://www.youtube.com/watch?v=U4aQYoPjXL0>
- https://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/main/index.html
- <https://www.khanacademy.org/science/physics/centripetal-force-and-gravitation>

5. Hipóteses

Orientar os alunos na formulação de hipóteses relacionadas às Leis de Kepler e aos movimentos dos planetas. Incentivar os grupos de trabalho a discutir todas as hipóteses apresentadas, visando escolher a mais apropriada, que será adotada ao longo de toda a pesquisa.

6. Materiais utilizados na atividade experimental

O professor pode motivar os estudantes a participarem de uma atividade prática na qual desenhem uma elipse com base em dois pontos focais, evidenciando a excentricidade das órbitas dos planetas ao redor do Sol. Uma possível questão a ser proposta é: **Como desenhar uma elipse utilizando apenas uma linha ou corda?**

Itens necessários: Um fio de nylon ou cordão; marcador; pregos pequenos; martelo; papel cartão ou sulfite; placa de MDF com as mesmas dimensões do papel cartão ou sulfite; lápis de colorir, tesoura; régua e lápis.

7. Tarefa do professor

Orientar os grupos na busca de informações e construção da atividade prática.

8. Tarefa dos grupos de alunos

Com a orientação do professor, os grupos de trabalho investigam as teorias em textos científicos, livros didáticos e pesquisas na internet, utilizando os sites sugeridos no início da atividade, visando coletar dados e realizar a etapa prática da tarefa.

9. Procedimentos

A tarefa envolve a criação de ilustrações que representem as elipses percorridas pelos planetas em suas órbitas. Recomenda-se assistir ao vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sHWbjFSen7U>.

Com base nas explicações do vídeo, os alunos devem desenhar, em papel cartão (como cartolina ou papel pardo), uma representação do Sistema Solar, respeitando as escalas dos diâmetros e órbitas dos planetas em relação ao Sol, que estará posicionado em um dos focos das elipses. Essas análises foram feitas pelos cientistas a partir das fórmulas desenvolvidas por Kepler.

10. Comunicação dos resultados

10.1 Edição de um vídeo (individual ou coletivo)

Registrar as apresentações realizadas por cada equipe de pesquisa.

Uma equipe será responsável pela edição do material audiovisual, que reunirá todas as exposições.

10.2 Elaboração de um relatório da atividade

- Cada grupo apresenta os trabalhos para os colegas de turma.
- Expor os cartazes com as três Leis de Kepler com os desenhos, no mural da escola.
- Compartilhar as apresentações em vídeo.

11. Avaliação da aprendizagem


Os alunos serão avaliados nos seguintes aspectos:

- Participação individual na realização das atividades;
- Construção de um texto pelo grupo de trabalho, que contemple os dados extraídos, análise dos dados, cálculos, desenhos e conhecimentos reconstruídos com base nas literaturas pesquisadas;
- Edição do vídeo;
- Resolução de exercícios da atividade somativa.

12. Atividade Somativa: Diagnóstico da Aprendizagem Individual

Obs.: As questões a seguir abordam a ideia central da atividade proposta e os conhecimentos que o aluno precisa dominar referentes ao movimento dos planetas e as Leis de Kepler.

I. Com base nos conhecimentos obtidos na realização da pesquisa e da atividade prática, responda às questões a seguir:

	<p align="center">ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA SÃO JOÃO BATISTA Rua Barão do Rio Branco, 201, Bairro Agostini, São Miguel do Oeste - SC, 89900-000 Fone: (49) 3631-2995</p>
<p>DISCIPLINA: FÍSICA PROFESSOR: ALTAIR JOSÉ FONTANA ALUNO: _____ SÉRIE: _____ TURMA: _____ DATA: ____/____/____</p>	

AVALIAÇÃO SOMATIVA INDIVIDUAL COM A FINALIDADE DE DIAGNOSTICAR A APRENDIZAGEM RELACIONADA A ATIVIDADE DE PESQUISA POR MEIO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO SOBRE AS LEIS DE KEPLER NA TURMA 101 DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO.

1) Escreva V se a alternativa for verdadeira e F para falsa.

- a. () A velocidade de translação de um planeta que orbita o Sol sofre variações ao longo da órbita.
- b. () A velocidade de translação do planeta Terra orbitando o Sol é constante ao longo da órbita.
- c. () A primeira Lei de Kepler diz que: A órbita dos planetas em torno do Sol é elíptica e tem o Sol em um de seus focos.
- d. () Quanto mais o planeta se distancia do Sol em sua órbita maior será sua velocidade de translação.
- e. () As pesquisas do astrônomo Tycho Brahe exerceram grande influência para que Kepler pudesse construir a teoria dos movimentos dos planetas juntamente com os trabalhos de Copérnico sobre a construção do sistema Heliocêntrico.
- f. () A energia cinética é igual a massa do planeta, multiplicada pela velocidade ao quadrado e dividida por dois. Sua fórmula é $E_c = m \cdot v^2 / 2$. Então, podemos afirmar que: “A energia cinética torna-se máxima nas proximidades do periélio e mínima nas proximidades afélio”.

2) As variações da velocidade da Terra na rota ao redor do Sol, tem alguma influência nas variações da temperatura, clima e nas estações do ano? Justifique.

3) Como podemos explicar a ocorrência das estações do ano e o clima mundial?

4) A terceira Lei de Kepler diz que: “o quadrado do período de translação de um planeta é diretamente proporcional ao cubo do raio médio de sua órbita”. O nome dado a essa lei é

5) O que diz 2ª Lei de Kepler? Desenhe.

6) O raio médio da órbita de Júpiter em torno do Sol igual a 5 vezes o raio médio da órbita da Terra. Baseando-se na teoria da 3ª lei de Kepler, calcule o valor aproximado do período de revolução de Júpiter em torno do Sol e assinale a alternativa correta.

- a) 5 anos.
- b) 11 anos.
- c) 25 anos.
- d) 110 anos.
- e) 125 anos.

7) Utilizando a Lei dos Períodos da Terceira Lei de Kepler, determine qual é o período de revolução aproximado de um determinado planeta, em anos terrestres, a uma distância de 24 unidades astronômicas do Sol.

- a) 41
- b) 53
- c) 62
- d) 75
- e) 89

8) Existem centenas de satélites artificiais que orbitam a Terra. Supondo que o satélite S_1 tenha raio orbital de aproximadamente 60 000 km e período orbital de 24 horas, igual ao período de rotação da Terra (satélite estacionário), qual será o período orbital aproximado do satélite S_2 com raio orbital de aproximadamente 20 000 km?

- a) 3,29 horas
- b) 4,62 horas
- c) 5,78 horas
- d) 6,91 horas
- e) 7,34 horas

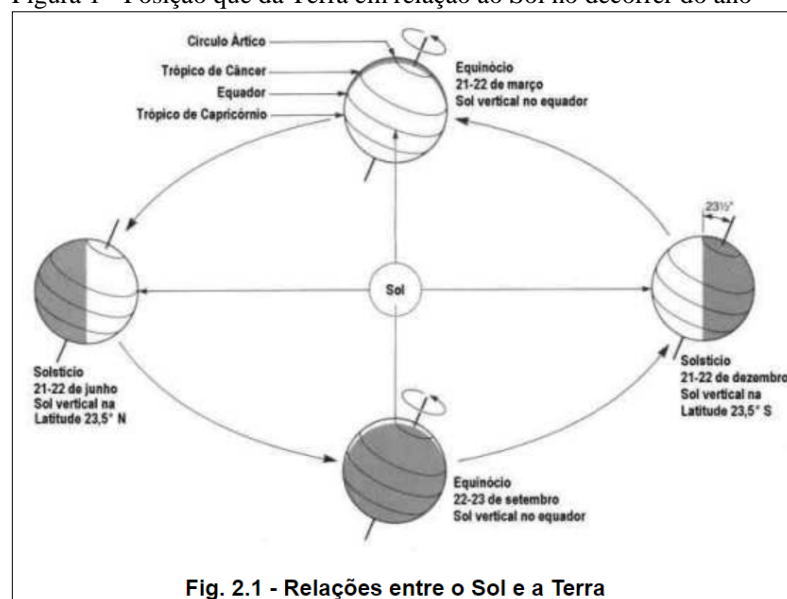
13) Respostas da atividade, fornecendo suporte ao professor.

1) a. V b. F c. V d. F e. V f. V

2) Conforme a posição que a Terra está ao longo da rota de translação e sua inclinação definem as estações do ano.

3) A inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao plano de órbita ao redor do Sol que definem as estações do ano. Esse fenômeno chama-se eclíptica. O eixo de inclinação da Terra é de $23,5^\circ$.

Figura 1 - Posição que da Terra em relação ao Sol no decorrer do ano



Fonte: <https://250fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap2/cap2-1.html> (2023).

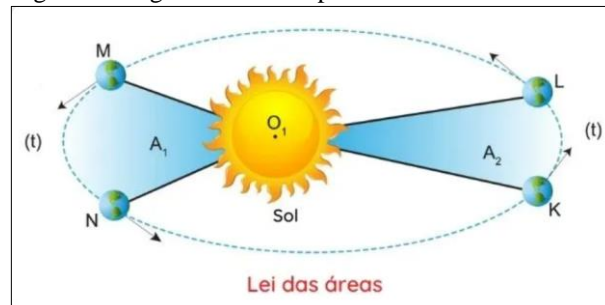
4) Lei dos Períodos

5) A segunda lei de Kepler descreve que corpos orbitando ao redor de outro corpo em repouso fazem deslocamentos de áreas iguais em intervalos de tempos iguais.

A fórmula que descreve a segunda lei de Kepler é:

$$\frac{A_1}{\Delta t_1} = \frac{A_2}{\Delta t_2}$$

Figura 2 - Segunda lei de Kepler



Fonte: Ilustração: Emir Kaan / Shutterstock.com

6) Fórmula

$$a^3 = k \cdot T^2$$

$$k = 1$$

Logo:

$$5^3 = 1 \cdot T^2$$

$$T^2 = 5^3 \cong 11 \text{ anos terrestres}$$

7) Fórmula

$$a^3 = k \cdot T^2$$

$$k = 1$$

Logo:

$$24^3 = 1 \cdot T^2$$

$$T^2 = 24^3$$

$$T^2 = 13824$$

$$T \cong 117,57 \text{ anos terrestres}$$

8) Aplicar a fórmula da Terceira Lei de Kepler.

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3}$$

$$\frac{24^2}{60000^3} = \frac{T_2^2}{20\,000^3}$$

$$\frac{576}{2,16 \cdot 10^{14}} = \frac{T_2^2}{8 \cdot 10^{12}}$$

$$T_2^2 = \frac{8 \cdot 10^{12} \cdot 5,76 \cdot 10^2}{2,16 \cdot 10^{14}}$$

$$T_2^2 = \frac{46,08 \cdot 10^{12+2}}{2,16 \cdot 10^{14}}$$

$$T_2^2 = \frac{46,08 \cdot 10^{14}}{2,16 \cdot 10^{14}}$$

$$T_2^2 = 21,33 \cdot 10^{14-14}$$

$$T_2^2 = 21,33 \cdot 10^0$$

$$T_2^2 = 21,33 \cdot 1$$


$$T_2^2 = 21,33$$

$$T_2 = \sqrt{21,33}$$

$$T_2 \cong 4,62 \text{ horas}$$

Resposta correta: letra b.

APÊNDICE G - Trabalho de Pesquisa de Física

	ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA SÃO JOÃO BATISTA Rua Barão do Rio Branco, 201, Bairro Agostini, São Miguel do Oeste - SC, 89900-000 Fone: (49) 3631-2995
DISCIPLINA: FÍSICA PROFESSOR: ALTAIR JOSÉ FONTANA ALUNO: _____ SÉRIE: _____ TURMA: _____ DATA: ____/____/____	

TRABALHO DE PESQUISA DE FÍSICA

Título: Investigando as Leis de Kepler por meio da SEI – RCP - ACP

Objetivo da Aula: Compreender e explicar as Leis de Kepler sobre o movimento dos planetas por meio de atividades investigativas.

Material Necessário: Computador, tablets, celular, livros, revistas científicas, cartolina, régua, lápis, lápis de cor, alfinetes, barbante, calculadora, folhas de ofício.

Os questionamentos abaixo servem como ponto de partida com o objetivo de despertar a curiosidade em pesquisar o tema proposto.

- 1) Quem foi Johannes Kepler? Qual sua importância na astronomia?
- 2) Como podemos descrever o movimento dos planetas ao redor do Sol?
- 3) Qual a diferença entre sistema Geocêntrico e Heliocêntrico? Qual destes sistemas Kepler utilizou para fazer a fundamentação das leis que desenvolveu?
- 4) Investigue e descubra como os planetas se movem em torno do Sol. As órbitas dos planetas em torno do Sol são circulares ou elípticas?
- 5) Como Kepler conseguiu descrever as três leis?
- 6) Acesse ao site: <https://www.youtube.com/watch?v=sHWbjFSen7U>. As explicações presentes neste vídeo irão auxiliar na construção das elipses.
- 7) Escrever um texto sobre as três Leis de Kepler, desenhar e descrever o conceito de cada lei.
Escrever a fórmula da Terceira Lei de Kepler.

8) Utilizar uma cartolina ou papel craft para representar os desenhos do movimento dos planetas e escrever os conceitos das três Leis de Kepler.

9) Reflexão Final: Qual a importância do método científico e da investigação científica dos fenômenos da natureza para a descoberta de importantes leis da física e da astronomia?

10) Avaliação da aprendizagem:

- a) Escrita individual ou coletiva de um texto científico sobre as Leis de Kepler.
- b) Elaboração de um cartaz que será apresentado no seminário ao grande grupo.
- c) Fixar os cartazes no mural da sala de aula.
- d) Resolução de uma atividade individual, chamada avaliação somativa, realizada sem consulta.

ANEXO A - Termo de autorização da escola**PPGECM**Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade - IHCEC**CARTA DE AUTORIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO DE ENSINO**

Eu, Altair José Fontana, solicito autorização da Escola de Educação Básica São João Batista localizada no município de São Miguel do Oeste, estado de Santa Catarina, para a realização de atividades de pesquisa associadas a tese que desenvolvo junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, RS, intitulada: Ensino de Ciências da Natureza com o Ensinar pela Pesquisa em uma Abordagem Investigativa. A pesquisa está vinculada a dados produzidos durante a aplicação de atividades didáticas junto a estudantes do Primeiro Ano do Ensino Médio.

- (☒) Autorizo
(☐) Não autorizo

Responsável pela Escola
Diretor: Walmir Ledur


Walmir Ledur
Diretor Escolar
EEB São João Batista
Matrícula nº 0666855-0-02
Portaria 9.366 de 21/12/22

Eu, Altair José Fontana, me comprometo a cumprir as normativas da escola, mantendo conduta ética e responsável e a utilizar os dados produzidos pela pesquisa, exclusivamente para fins acadêmicos e a destruí-los após a conclusão do estudo.

Doutorando
Altair José Fontana



ANEXO B - Autorização de uso de imagem e voz



ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
COORDENADORIA REGIONAL DE EDUCAÇÃO
SÃO MIGUEL DO OESTE - SC



ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA SÃO JOÃO BATISTA
RUA BARÃO DO RIO BRANCO, 201
BAIRRO AGOSTINI
FONE: (49) 3631-2994 ou 3631-2995
SÃO MIGUEL DO OESTE/SC
eejsjbatista@sed.sc.gov.br

AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E VOZ

Eu, _____ com nacionalidade _____
 estado civil _____ e profissão _____, residente
 em _____, identidade nº _____
 Órgão expedidor _____ e CPF _____ **AUTORIZO** o uso da
 imagem e de voz de _____ (sob minha responsabilidade) em
 fotos ou filme, sem finalidade comercial, para ser utilizada na divulgação dos eventos e
 atividades envolvendo as ações das Atividades de Pesquisa Científicas Investigativas como um
 Princípio Educativo e por ser aluno participante das atividades propostas no Produto
 Educacional das aulas de Física.

Obs.: A presente autorização é concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem acima
 mencionada em todo território nacional e no exterior, em todas as suas modalidades e, em
 destaque, das seguintes formas: (I) home page; (II) cartazes; (III) divulgação em geral.

São Miguel do Oeste, ____ de _____ 20____

 Assinatura

ANEXO C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Seu/sua filho/a está sendo convidado a participar da pesquisa “O Ensino de Ciências da Natureza por Investigação com Projetos de Trabalhos Construídos pelos Alunos com sustentação teórica e metodológica no Educar pela Pesquisa” de responsabilidade do acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Doutorado, da Universidade de Passo Fundo, Altair José Fontana, sob a orientação da Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa. Esta pesquisa é desenvolvida em razão da necessidade de qualificação do processo ensino-aprendizagem em Física na Educação Básica. O objetivo do trabalho está em analisar a potencializada de uma proposta didática para o ensino de Física voltada ao Educar pela pesquisa numa perspectiva investigativa.

A pesquisa será desenvolvida por meio de aulas de Física aplicadas a grupos de trabalho com alunos do Ensino Médio na área de Ciências da Natureza da educação básica. A participação do seu/sua filho/a na pesquisa envolverá participar das aulas propostas no contraturno com o desenvolvimento de atividades investigativas presentes no itinerário didático e participar de uma entrevista. A entrevista será realizada por meio de um diálogo, orientado por questões acerca da sua percepção sobre as sequências didáticas investigativas no ensino de Ciências da Natureza. Além disso, garantimos que você e seu/sua filho/a receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão processadas de forma qualitativa e não será fornecido identificação do seu nome. Tais dados serão utilizados para fins acadêmicos sendo garantido o sigilo e confidencialidades das informações. Os dados serão destruídos após a pesquisa.

Seu/sua filho/a não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e também não receberá pagamento para tal. Os riscos oferecidos pela pesquisa são mínimos, envolvendo possíveis desconfortos como stress ou cansaço mental ao participar da entrevista ou durante a realização das atividades. Caso seja identificado algum sinal de desconforto é necessário que seu/sua filha/filho informe o pesquisador/professor para que os encaminhamentos necessários sejam realizados. Os benefícios da pesquisa estão ligados à qualificação e inovação das práticas pedagógicas aplicadas na área do Ensino de Ciências da Natureza.

Caso você tenha dúvidas sobre o comportamento dos pesquisadores ou sobre as mudanças ocorridas na pesquisa que não constam no presente termo, e caso considerem-se prejudicados na sua dignidade e autonomia ou do seu/sua filho/a, você pode entrar em contato com a pesquisadora Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa pelo telefone (54) 3316-8350, ou com o Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Passo Fundo pelo telefone (54) 3316-8100. Podem, ainda, sendo este seu desejo, consultar o Comitê de Ética em Pesquisa da UPF, pelo telefone (54) 3316-8157, no horário das 08h às 12h e das 13h30min às 17h30min, de segunda a sexta-feira. O Comitê está localizado no Campus I da Universidade de Passo Fundo, na BR 285, Bairro São José, Passo Fundo/RS. O Comitê de Ética em pesquisa exerce papel consultivo e, em especial, educativo, para assegurar a formação continuada dos pesquisadores e promover a discussão dos aspectos éticos das pesquisas em seres humanos na comunidade.

Dessa forma, se você concorda que seu/sua filho/a participe da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a autorização. Informamos que este Termo também é assinado pelas pesquisadoras responsáveis, é emitido em duas vias, das quais uma ficará com você e a outra com os pesquisadores.

Passo Fundo, ____ de _____ de ____.

Nome do participante: _____

Assinatura do participante: _____

Assinatura da pesquisadora: _____

ANEXO D - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “O Ensino de Ciências da Natureza por Investigação com Projetos de Trabalhos Construídos pelos Alunos com sustentação teórica e metodológica no Educar pela Pesquisa” de responsabilidade do acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Doutorado, da Universidade de Passo Fundo, Altair José Fontana, sob a orientação da Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa. Esta pesquisa é desenvolvida em razão da necessidade de qualificação do processo ensino-aprendizagem em Física na Educação Básica. O objetivo do trabalho está em analisar a potencializada de uma proposta didática para o ensino de Física voltada ao Educar pela pesquisa numa perspectiva investigativa.

A pesquisa será desenvolvida por meio de aulas de Física aplicadas a grupos de trabalho com alunos do Ensino Médio na área de Ciências da Natureza da educação básica. A sua participação na pesquisa envolverá participar das aulas propostas no contraturno com o desenvolvimento de atividades investigativas presentes no itinerário didático e participar de uma entrevista. A entrevista será realizada por meio de um diálogo, orientado por questões acerca da sua percepção sobre as sequências didáticas investigativas no ensino de Ciências da Natureza. Além disso, garantimos que você receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão processadas de forma qualitativa e não será fornecido identificação do seu nome. Tais dados serão utilizados para fins acadêmicos sendo garantido o sigilo e confidencialidades das informações. Os dados serão destruídos após a pesquisa.

Você não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e também não receberá pagamento para tal. Os riscos oferecidos pela pesquisa são mínimos, envolvendo possíveis desconfortos como stress ou cansaço mental ao participar da entrevista ou durante a realização das atividades. Caso seja identificado algum sinal de desconforto é necessário que você informe o pesquisador/professor para que os encaminhamentos necessários sejam realizados. Os benefícios da pesquisa estão ligados a qualificação e inovação das práticas pedagógicas aplicadas na área do Ensino de Ciências da Natureza.

Caso você tenha dúvidas sobre o comportamento dos pesquisadores ou sobre as mudanças ocorridas na pesquisa que não constam no presente termo, e caso considerem-se prejudicados na sua dignidade e autonomia, você pode entrar em contato com a pesquisadora Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa pelo telefone (54) 3316-8350, ou com o Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Passo Fundo pelo telefone (54) 3316-8100. Podem, ainda, sendo este seu desejo, consultar o Comitê de Ética em Pesquisa da UPF, pelo telefone (54) 3316-8157, no horário das 08h às 12h e das 13h30min às 17h30min, de segunda a sexta-feira. O Comitê está localizado no Campus I da Universidade de Passo Fundo, na BR 285, Bairro São José, Passo Fundo/RS. O Comitê de Ética em pesquisa exerce papel consultivo e, em especial, educativo, para assegurar a formação continuada dos pesquisadores e promover a discussão dos aspectos éticos das pesquisas em seres humanos na comunidade.

Dessa forma, se você concorda em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a autorização. Informamos que este Termo também é assinado pelas pesquisadoras responsáveis, é emitido em duas vias, das quais uma ficará com você e a outra com os pesquisadores.


Passo Fundo, ____ de _____ de ____.

Nome do participante: _____

Assinatura do participante: _____

Assinatura da pesquisadora: _____

ANEXO E - Trabalhos de alunos

	<p align="center">ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA SÃO JOÃO BATISTA Rua Barão do Rio Branco, 201, Bairro Agostini, São Miguel do Oeste - SC, 89900-000 Fone: (49) 3631-2995</p>
<p>DISCIPLINA: FÍSICA PROFESSOR: ALTAIR JOSÉ FONTANA ALUNO: <u>Elen Caroline Schunior Lerner</u> SÉRIE: <u>101</u> TURMA: <u>1º ano</u> DATA: <u>05/08/24</u></p>	
<p align="center">ESCREVA UM TEXTO RELACIONADO AOS CONCEITOS DE ARISTÓTELES E GALILEU SOBRE A QUEDA DOS CORPOS. O CONTEXTO MARCA A TRANSIÇÃO DO PENSAMENTO FILOSÓFICO PARA O PENSAMENTO CIENTÍFICO. REPRESENTANDO DOIS DIFERENTES PONTOS DE VISTA NA HISTÓRIA DA FÍSICA.</p>	
<p>Aristóteles possuía um pensamento mais filosófico, e acreditava que abandonando corpos leves e pesados de uma mesma altura, os seus tempos de queda não seriam iguais: Os corpos mais pesados alcançariam o solo antes dos mais leves. A crença nessa afirmação perdurou durante 2 mil anos.</p> <p>Somente no século XVII, as ideias de Aristóteles foram colocadas em dúvida com o advento dos estudos de Galileu. Para este, se um corpo leve e o outro pesado fossem abandonados de uma mesma altura, simultaneamente, ambos atingiriam o chão ao mesmo tempo.</p> <p>Foi nesse momento que surgiu a lenda da famosa experiência em que Galileu subiu ao alto da Torre de Pisa e, para demonstrar experimentalmente sua afirmativa, teria abandonado várias esferas de massas diferentes, que atingiram o chão simultaneamente.</p> <p>Assim, se de tivesse realizado a experiência realmente, seria as aristotélicas que teriam a razão e não ele. Apesar de não ter realizado o experimento, Galileu foi alvo de perseguições por pregar ideias consideradas revolucionárias na época.</p> <p>Outras razões para Galileu contestar as ideias absolutas de Aristóteles foi as observações empíricas, métodos científicos, escrever ciência, quantificar, astronomia, movimento e gravidade.</p>	



ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA SÃO JOÃO BATISTA

Rua Barão do Rio Branco, 201, Bairro Agostini,

São Miguel do Oeste - SC, 89900-000

Fone: (49) 3631-2995

DISCIPLINA: FÍSICA

PROFESSOR: ALTAIR JOSÉ FONTANA

ALUNO: Julia Dalchiamen Frapetti

SÉRIE: 1ª ano

TURMA: 101

DATA: 05/08/2014

ESCREVA UM TEXTO RELACIONADO AOS CONCEITOS DE ARISTÓTELES E GALILEU SOBRE A QUEDA DOS CORPOS. O CONTEXTO MARCA A TRANSIÇÃO DO PENSAMENTO FILOSÓFICO PARA O PENSAMENTO CIENTÍFICO, REPRESENTANDO DOIS DIFERENTES PONTOS DE VISTA NA HISTÓRIA DA FÍSICA.

Aristóteles e Galileu Galilei representam dois marcos importantes na história da física, simbolizando a transição do pensamento filosófico para o pensamento científico. Enquanto Aristóteles, um dos maiores filósofos da Grécia Antiga, acreditava que os corpos caíam em velocidades proporcionais ao seu peso, Galileu, um dos pioneiros da ciência moderna, questionou essa concepção com experimentos e observações detalhadas.

Aristóteles via a queda dos corpos como um processo natural no qual os objetos mais pesados caíam mais rapidamente do que os mais leves. Essa visão era fundamentada na ideia de que os elementos terrestres buscavam seu lugar natural no centro do universo. Por outro lado, Galileu desafiou essa concepção ao realizar experimentos com planos inclinados e observar que corpos de diferentes pesos caíam com a mesma aceleração, desde que não houvesse resistência do ar.

A abordagem de Galileu marcou o início da aplicação sistemática do método científico na física, enfatizando a importância da experimentação, da medição precisa e da formulação de leis matemáticas para descrever o movimento dos corpos. Esse mudança de paradigma foi fundamental para o desenvolvimento posterior da física como disciplina científica e evidenciou a necessidade de abandonar concepções puramente filosóficas em favor de uma abordagem empiricamente fundamentada e quantitativa.

ANEXO F - EEBSJB participando da Feira do IFSC

Figura 1 - Fotos da participação da escola na Feira do IFSC



Fonte: Autor (2024).

ANEXO G - Participação da EEBSJB no concurso de lançamentos de foguetes do SENAI

Classificação por distância percorrida pelo foguete			
Classificação	Equipe	Escola	Distância em metros
1º	Equipe Show de Bola	SESI	347,60
2º	Aero Brawl	SESI	336,10
3º	Piruetas Espaciais	SESI	329,45
4º	Space Strikers	Claudino Crestani	257,85
5º	Void	SESI	244,80
6º	Equipe da 300	Santa Terezinha	224,00
7º	Propulsão	Jaldir Bhering Faustino da Silva	188,10
8º	Interestelar	UNOESC	171,30
9º	BJM ROCKET	IFSC – Campus SMO	167,25
10º	Rocket Pocket	São João Batista	161,15
11º	Apollo 20	La Salle Peperi	155,90
12º	Foo Flighters	UNOESC	153,00
13º	Sputnik VI	La Salle Peperi	140,10
14º	Buscapé	Jaldir Bhering Faustino da Silva	130,45
15º	Equipe da 200/300	Santa Terezinha	112,70
16º	Los Guabiroba	I.E.A.E. Nº 3	110,70
17º	Elon Manske	UNOESC	104,50

Classificação por distância percorrida pelo foguete			
18º	Baiau	I.E.A.E. Nº 3	96,25
19º	Rocket'n busters	IFSC – Campus SMO	91,70
20º	Foguete Turbinado	Santa Helena	89,40
21º	Brasinha Dias 102-2	Francisco Brasinha Dias	80,40
22º	Equipe Paraíso	Jaldir Bhering Faustino da Silva	78,30
23º	Brasinha Dias 301-2	Francisco Brasinha Dias	66,20
24º	Chernos	Jaldir Bhering Faustino da Silva	61,80
25º	Esquadrão Fantasma	Jaldir Bhering Faustino da Silva	60,30
26º	Neuer Luftwaffe	I.E.A.E. Nº 3	51,40
27º	Brasinha Dias 102-1	Francisco Brasinha Dias	48,30
28º	Os Einstein	Jaldir Bhering Faustino da Silva	44,20
29º	Macaquinho no Foguete	I.E.A.E. Nº 3	44,20
30º	Foguete pica-pau	I.E.A.E. Nº 3	38,50
31º	Pé na Chapa	I.E.A.E. Nº 3	16,90
	Tri Estrelar	Dr. Theodureto Carlos de Farias Souto	
	Brasinha Dias 301	Francisco Brasinha Dias	
	Os Fogueteiros	Alberico Azevedo	ausente
	Gigantes	Alberico Azevedo	ausente
	Brasinha Dias 202	Francisco Brasinha Dias	ausente
	Piazito Foguetes	IFSC – Campus SMO	ausente

Figura 1 - Participação da escola no concurso de lançamentos de foguetes do SENAI



Fonte: Autor (2024).

Figura 2 - Participação da escola no concurso de lançamentos de foguetes do SENAI



Fonte: Autor (2024).

Figura 3 - Participação da escola no concurso de lançamentos de foguetes do SENAI



Fonte: Autor (2024).

ANEXO H - Aprovação Comitê de Ética

**UNIVERSIDADE DE PASSO
FUNDO / PRÓREITORIA
ACADÊMICA-PROACAD/UPF**



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA COM O ENSINAR PELA PESQUISA EM UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA

Pesquisador: Altair José Fontana

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 79356524.3.0000.5342

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.884.506

Apresentação do Projeto:

O projeto informa que atualmente muitos estudantes apresentam pouco interesse pelas aulas de Ciências e de Física e que boa parte desse desinteresse pode estar associado ao modo como as aulas são organizadas, especialmente por não envolver os estudantes diretamente na construção do conhecimento. Nesse contexto, é identificado que há necessidade de ampliar as discussões trazidas pelo Educar pela Pesquisa, especialmente quando se trata de ações voltadas diretamente a intervenções didáticas, que é o caso desta pesquisa. Assim, este projeto pretende elaborar e avaliar um Produto Educacional que possa servir a professores de Ciências da Natureza que atuam no Ensino Médio, a fim de que possam realizar atividades que ao mesmo tempo que primem pelo Educar pela Pesquisa, também o façam a partir de um Ensino por Investigação. Como recorte projeta-se seis atividades envolvendo um total de 25 horas-aula a serem desenvolvidas em horário de aula com 20 estudantes do Ensino Médio da Escola de Educação Básica São João Batista do Município de São Miguel do Oeste/SC. Eles serão divididos em pequenos grupos de trabalho. Os aportes teóricos do estudo estão no Educar pela Pesquisa na voz de Pedro Demo e o Ensino por Investigação associado as discussões de Anna Maria Pessoa de Carvalho e Lucia Helena Sasseron.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Elaborar e avaliar uma proposta de ensino para aulas de Ciências da Natureza no Ensino Médio que favoreça o educar pela pesquisa e a investigação científica.

Endereço: BR 285- Km 282 Campus I - 4º andar Centro Administrativo

Bairro: São José

CEP: 99.052-900

UF: RS

Município: PASSO FUNDO

Telefone: (54)3316-8157

E-mail: cep@upf.br

UNIVERSIDADE DE PASSO
FUNDO / PRÓREITORIA
ACADÊMICA-PROACAD/UPF



Continuação do Parecer: 6.884.506

Objetivo Secundário: a) Elaborar uma revisão em teses e dissertações que tenham o Educar pela Pesquisa e o Ensino por Investigação subsidiado para atividades didáticas; b) Analisar as manifestações dos estudantes com relação as atividades realizadas frente a sua autonomia, ao desenvolvimento de competências e ao sentimento de pertencimento; c) Desenvolver um itinerário didático na forma de subsídio aos professores para estruturar atividades de ensino a partir do Educar pela Pesquisa e do Ensino por Investigação; d) Elaborar um Produto Educacional associado a proposta de ensino desenvolvida que possa servir de material de apoio para professores de Ciências da Natureza.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo o que consta no projeto desta solicitação, quanto aos riscos, foi informado que existe a possibilidade de os participantes sentirem algum desconforto ou risco durante sua participação, tais como constrangimento diante de determinadas questões, receio de quebra de sigilo e cansaço. Para diminuir tais riscos, o pesquisador tomará as seguintes medidas: os participantes serão orientados a descansar durante as atividades ou mesmo enquanto estiverem respondendo as questões da entrevista. Inclusive, no caso da entrevista, responderem as questões em dias alternados de forma que se sintam confortáveis em participar da pesquisa. Ainda, o participante poderá a qualquer momento desistir da sua participação sem qualquer prejuízo ou consequência, podendo optar por não responder questões as quais achar inapropriadas.

Já em relação aos benefícios, foi informado que os benefícios esperados referentes à participação na pesquisa dizem respeito à oportunidade de manifestar opinião e compreensão sobre como está ocorrendo o processo de aprendizagem de Ciências da Natureza com a proposta inovadora de ensino da metodologia do educar pela pesquisa por meio da investigação.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A abordagem da pesquisa é a qualitativa. Ainda, a pesquisa trazida nesta tese é de cunho descritivo e do tipo pesquisa-ação. Os instrumentos de coleta de dados estão associados as manifestações verbais dos participantes (entrevistas), aos registros do pesquisador (diários de bordo) e aos materiais produzidos por eles no decorrer das atividades de ensino. Os participantes do estudo serão alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual, com idade que varia de 15 a 17 anos. Esses estudantes serão convidados a participar por livre adesão. Os participantes serão 20 alunos considerando o total de participantes da turma, portanto, número por saturação.

Endereço: BR 285- Km 262 Campus I - 4º andar Centro Administrativo

Bairro: São José

CEP: 99.052-900

UF: RS

Município: PASSO FUNDO

Telefone: (54)3316-8157

E-mail: cap@upf.br

**UNIVERSIDADE DE PASSO
FUNDO / PRÓREITORIA
ACADÊMICA-PROACAD/UPF**



Continuação do Parecer: 6.884.306

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os direitos fundamentais dos participantes foram garantidos no projeto e no TCLE. O protocolo foi instruído e apresentado de maneira completa e adequada. Os compromissos do pesquisador e das instituições estavam presentes. O projeto foi considerado claro em seus aspectos científicos, metodológicos e éticos.

Recomendações:

Após o término da pesquisa, o CEP UPF solicita: a) A devolução dos resultados do estudo aos sujeitos da pesquisa ou a instituição que forneceu os dados; b) Enviar o relatório final da pesquisa, pela plataforma, utilizando a opção, no final da página 'Enviar Notificação' + relatório final.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, este Comitê, de acordo com as atribuições definidas na Resolução 466/12 OU 510/16, do Conselho Nacional da Saúde, Ministério da Saúde, Brasil, manifesta-se pela aprovação do projeto de pesquisa na forma como foi proposto.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES BÁSICAS_DO_PROJETO_2327653.pdf	06/06/2024 16:38:09		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEjunho.pdf	06/06/2024 16:37:47	Altair José Fontana	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALEjunho.pdf	06/06/2024 16:37:28	Altair José Fontana	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Cartarespostajunho.pdf	06/06/2024 16:36:54	Altair José Fontana	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALErevisado.pdf	30/05/2024 21:51:42	Altair José Fontana	Aceito
TCLE / Termos de	TCLErevisado.pdf	30/05/2024	Altair José Fontana	Aceito

Endereço: BR 285 - Km 292 Campus I - 4º andar Centro Administrativo

Bairro: São José

CEP: 99.052-900

UF: RS

Município: PASSO FUNDO

Telefone: (54)3016-8157

E-mail: cep@upf.br

**UNIVERSIDADE DE PASSO
FUNDO / PRÓREITORIA
ACADÊMICA-PROACAD/UPF**



Continuação do Parecer: 6.684.506

Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE revisado.pdf	21/05/2024 21:50:45	Altair José Fontana	Aceito
Outros	Carta.pdf	30/05/2024 21:48:12	Altair José Fontana	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Declaracao.pdf	22/04/2024 14:39:02	Altair José Fontana	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	22/04/2024 14:26:13	Altair José Fontana	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	22/04/2024 14:23:24	Altair José Fontana	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Entrevista.pdf	19/04/2024 21:14:31	Altair José Fontana	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AutorizacaoEscola.pdf	19/04/2024 21:08:46	Altair José Fontana	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo.pdf	19/04/2024 21:03:44	Altair José Fontana	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorizacao.pdf	19/04/2024 20:56:26	Altair José Fontana	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	19/04/2024 20:49:19	Altair José Fontana	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	19/04/2024 20:46:42	Altair José Fontana	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	19/04/2024 20:46:02	Altair José Fontana	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto.pdf	19/04/2024 20:34:44	Altair José Fontana	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Endereço: BR 285- Km 292 Campus I - 4º andar Centro Administrativo

Bairro: São José

CEP: 99.052-900

UF: RS

Município: PASSO FUNDO

Telefone: (54)3016-8157

E-mail: cnp@upf.br