



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA – PPGEICIMA**



THAÍS ALVES REIS

**APRENDIZAGEM SOBRE QUEDA LIVRE DOS CORPOS POR MEIO DE
UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA - SEI**

SÃO CRISTOVÃO

2024



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA – PPGEICIMA**



THAÍS ALVES REIS

**APRENDIZAGEM SOBRE QUEDA LIVRE DOS CORPOS POR MEIO DE
UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA - SEI**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática(PPGECIMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), na Linha de Pesquisa em Currículo, Didáticas e Métodos de Ensino das Ciências Naturais e Matemática, como requisito para obtenção do título de Mestra em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof. Dra. Divanizia do Nascimento Souza

SÃO CRISTOVÃO

2024

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

R375a Reis, Thaís Alves.
Aprendizagem sobre queda livre dos corpos por meio de uma
sequência de ensino investigativa - SEI / Thaís Alves Reis ;
orientadora Divanizia do Nascimento Souza. - São Cristóvão, SE,
2024.
114 f.:il.

Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –
Universidade Federal de Sergipe, 2024.

1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Aprendizagem centrada no aluno. 3.
Didática. I. Souza, Divanizia do Nascimento, orient. II. Título.

CDU 5:37.02



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGEICIMA**



THAIS ALVES REIS

**APRENDIZAGEM SOBRE QUEDA LIVRE DOS CORPOS POR MEIO DE UMA SEQUÊNCIA DE
ENSINO INVESTIGATIVA - SEI**

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM
26 DE MARÇO DE 2024



Documento assinado digitalmente
DIVANIZIA DO NASCIMENTO SOUZA
Data: 08/04/2024 12:00:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Divanizia do Nascimento Souza (Orientadora)
PPGEICIMA/UFS



Documento assinado digitalmente
ADJANE DA COSTA TOURINHO E SILVA
Data: 09/04/2024 16:20:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Adjane da Costa Tourinho e Silva (Membro interno)
PPGEICIMA/UFS



Documento assinado digitalmente
ELTON CASADO FIREMAN
Data: 16/04/2024 19:24:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Elton Casado Fireman (Membro Externo à instituição)
Universidade Federal de Alagoas - UFAL

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me permitido chegar até aqui. Obrigada Deus por ter me dado forças para superar os obstáculos que surgiram ao longo dessa caminhada.

Agradeço ao meu esposo, Antônio Júnior, pela paciência, motivação e compreensão demonstrada.

À minha família, especialmente aos meus pais, Elenita e José Valmir, aos meus irmãos e sobrinhos, por compreender minha ausência em muitos momentos especiais durante esses dois anos.

À minha professora orientadora, Dra. Divanizia do Nascimento Souza, pela orientação, compreensão, paciência, e pelo exemplo de profissional e ser humano.

À professora Cinthia, que cedeu sua turma para que este estudo fosse realizado, e especialmente aos alunos que participaram da vivência da SEI.

A todos os professores do PPGEICIMA que contribuíram para minha formação acadêmica durante as disciplinas do mestrado.

Aos amigos e colegas do mestrado, em especial a Camila Souza e Raquel Gonçalves, por toda motivação, amizade e parceria nos momentos mais difíceis.

E a todos que fazem parte da minha vida e que se alegram com esta conquista.

RESUMO

A formação de cidadãos críticos e ativos perante os avanços tecnológicos e científicos da sociedade moderna é almejada por muitos pesquisadores da área da educação. Para tal formação, é necessário um ensino de ciências que desenvolva nos alunos além da aprendizagem de conceitos, também procedimentos e atitudes. Nesse contexto, o ensino por investigação por meio de Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) é compreendido por muitos autores como promissor, por ser um processo de ensino e aprendizagem que promove nos estudantes características que potencializam o desenvolvimento de atitudes científicas e a compreensão de fenômenos naturais. Portanto, torna os estudantes ativos na construção do seu próprio conhecimento, por promover a capacidade de argumentação, comunicação e a criação de estratégias que viabilizam a elucidação de problemas. Diante disso, esta pesquisa teve como objetivo analisar as aprendizagens desenvolvidas pelos alunos durante a vivência de uma SEI sobre o conteúdo Queda Livre, a fim de identificar e caracterizar evidências da aprendizagem em termos de conceitos, atitudes e procedimentos desenvolvidos pelos alunos durante a vivência de uma SEI que foi baseada nas atividades investigativas descritas por Carvalho (2013). Este trabalho está fundamentado nos ideais construtivistas de Piaget e Vygotsky para a educação e em estudos a respeito dos conteúdos de aprendizagem (conceitos, procedimentos e atitudes). A abordagem de investigação foi qualitativa, sendo também uma pesquisa de natureza interventiva do tipo aplicação. Para a coleta de dados foram considerados dois questionários, um de pré-teste e outro de pós-teste, elaborados pela pesquisadora e respondidos por estudantes de uma turma do 1º ano do Ensino Médio do Instituto Federal de Sergipe, Campus Lagarto; também foram analisados os registros das atividades desenvolvidas na SEI e o áudio gravado durante a vivência da SEI. A análise dos dados se deu a partir das etapas da técnica de Análise de conteúdo estabelecidas por Bardin (2011). Os resultados obtidos mostram que as atividades investigativas desenvolvidas na SEI contribuíram para o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes pelos alunos. Assim, a SEI proposta para abordagem sobre Queda Livre apresenta-se como uma estratégia didática com grande potencial para o processo de ensino e aprendizagem de ciências, podendo contribuir para a formação de cidadãos críticos e atuantes.

Palavras-chave: Ensino de ciências. Sequências de Ensino Investigativas. Aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Queda Livre.

ABSTRACT

The formation of critical and active citizens in the face of technological and scientific advances in modern society is desired by many researchers in the field of education. For such training, it is necessary to teach science that develops our students, in addition to learning concepts, also procedures and attitudes. In this context, teaching through investigation through Investigative Teaching Sequences (SEIs) is understood by many authors as promising, as it is a teaching and learning process that promotes in student's characteristics that enhance the development of scientific attitudes and the understanding of skills natural. . Therefore, it makes students active in building their own knowledge, to promote the ability to argue, communicate and create strategies that enable the elucidation of problems. Therefore, this research aimed to analyze the learning developed by students during the experience of an SEI on the Free Fall content, in order to identify and characterize evidence of learning in terms of concepts, attitudes and procedures developed by students during the experience of an SEI that was based on the investigative activities described by Carvalho (2013). This work is based on the constructivist ideals of Piaget and Vygotsky for education and studies regarding learning content (concepts, procedures, and attitudes). The research approach was qualitative and was also an interventional research based on the type of application. For data collection, two questionnaires were considered, one pre-test and the other post-test, prepared by the researcher and answered by students from a 1st year high school class at the Federal Institute of Sergipe, Campus Lagarto; records of activities carried out at SEI and audio recorded during the SEI experience were also analyzed. Data analysis was carried out using the stages of Bardin's Conditional Content Analysis technique (2011). The results obtained show that the investigative activities developed at SEI were designed to develop concepts, procedures, and attitudes by students. Thus, SEI's proposal to approach Free Fall presents itself as a didactic strategy with great potential for the science teaching and learning process, which can contribute to the formation of critical and active citizens.

Keywords: Science teaching. Investigative Teaching Sequences. Learning concepts, procedures and attitudes. Free fall.

LISTA DE ABREVIATURAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEFET – Centros Federais de Educação Tecnológica

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

FAPITEC/SE - Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe

IBECC - Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura

IFS – Instituto Federal de Sergipe

PCNs - Parâmetros Curriculares Nacionais

PIBIC - Programa Institucional de iniciação Científica

PIBID - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

RP - Residência Pedagógica

SEIs - Sequências de Ensino Investigativas

TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCLE – Termo de consentimento Livre e Esclarecido

UFS – Universidade Federal de Sergipe

UNED – Unidade de Ensino Descentralizada

ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Conceitos, procedimentos e atitudes a serem desenvolvidos durante a SEI	50
Quadro 2: Descrição da SEI Queda Livre dos Corpos.....	51
Quadro 3: Diálogo sobre a problematização teórica entre a professora/pesquisadora e alunos.....	55
Quadro 4: Diálogo problematização experimental entre a professora/pesquisadora e alunos.....	56
Quadro 5: Discussão mediada pela professora/pesquisadora.....	66
Quadro 6: Discussão acerca do Texto A Queda dos Corpos na Lua.....	71
Quadro 7: Diálogo sobre a contextualização social do conhecimento entre a professora e alunos.....	72
Quadro 8: Diálogo entre a professora/pesquisadora e alunos da turma sobre aplicações tecnológicas.	77
Quadro 9: Diálogo entre a professora/pesquisadora e os alunos sobre o bate estaca	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Vista da Instituição de Ensino IFS - Campus Lagarto.	47
Figura 2: Imagem do vídeo que demonstra o experimento de queda livre	56
Figura 3: Alunos reunidos em grupo debatendo acerca da questão problema.	59
Figura 4: Registro escrito pelo grupo 1 resposta questão problema da SEI.....	61
Figura 5: Registro escrito pelo grupo 2 resposta questão problema da SEI.....	62
Figura 6: Registro escrito pelo grupo 3 resposta questão problema da SEI.....	63
Figura 7: Registro escrito pelo grupo 4 resposta questão problema da SEI.....	64
Figura 8: Momento de socialização para a turma das respostas dos grupos para a questão problema.....	65
Figura 9: Texto A Queda dos Corpos na Lua.....	70
Figura 10: Equações Queda Livre	73
Figura 11: Alunos medindo a altura do pé direito da sala de aula.....	74
Figura 12: Solução da questão exercício pelo grupo 1.	75
Figura 13: Solução da questão exercício pelo grupo 2.....	75
Figura 14: Solução da questão exercício pelo grupo 3.....	76
Figura 15: Solução da questão exercício pelo grupo 4.....	76
Figura 16: Print do vídeo sobre Bate estaca	77
Figura 17: Resposta do aluno A10 para a questão 1 do pré-teste	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Trabalhos selecionados para análise	35
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Número de aplicações das SEIs por série	38
Gráfico 2: Resultados das respostas à questão 1 (pré-teste e pós teste)	80
Gráfico 3: Resultados das respostas à questão 2 (pré-teste e pós teste)	82
Gráfico 4: Resultados das respostas à questão 3 (pré-teste e pós teste)	86
Gráfico 5: Resultados das respostas à questão 4 (pré-teste e pós teste)	89
Gráfico 6: Resultados das respostas à questão 5 (pré-teste e pós teste)	92
Gráfico 7: Resultados das respostas à questão 6 (pré-teste e pós teste)	94

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 Construção do conhecimento conforme Jean Piaget	21
2.2 Construção do conhecimento conforme Lev Vygotsky	23
2.3 Conteúdos de Aprendizagem.....	25
2.4 Ensino por Investigação: Breve Contexto Histórico sobre a origem do Ensino por Investigação.....	27
2.5 Ensino por Investigação como abordagem didática no ensino de Ciências ...	29
2.6 Ensino de Ciências por meio de Sequências de Ensino Investigativas (SEIs)	32
2.7 O que outras pesquisas relatam sobre as SEIs no processo de Ensino e Aprendizagem em Física na Educação Básica: Uma Revisão Bibliográfica.....	34
3 METODOLOGIA	45
3.1 Características Gerais	45
3.2 Sujeitos da Pesquisa.....	46
3.3 Lócus da Pesquisa.....	46
3.4 Instrumento de Coleta de Dados	47
3.4.1 Questionário de Pré-teste e Pós-teste.....	47
3.4.2 Registros das Atividades e Gravação de áudio	48
3.5 ANÁLISE DOS DADOS	48
3.5.1 Análise do conteúdo de Bardin.....	48
3.6 A Sequência de Ensino Investigativa	51
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	53
4.1 Descrição e Análise das aulas.....	53
4.1.1 Encontro 1 - Convite aos estudantes e formalização de TCLE e TALE.....	53
4.1.2 Encontro 2 - Aplicação de Questionário Pré-teste.....	53
4.1.3 Encontro 3 – Primeira Etapa da SEI: Problematização	54
4.1.4 Encontro 4 - Segunda Etapa da SEI: Sistematização do Conhecimento ...	64
4.1.5 Encontro 5 - Terceira Etapa: Contextualização Social do Conhecimento..	71
4.2 Análise do Pré-teste e Pós-teste.....	79
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
APÊNDICE.....	107

1. INTRODUÇÃO

As grandes transformações sociais, culturais, econômicas e científicas que ocorreram na história da humanidade modificaram bruscamente o modo de vida humano (Vieira, 2019), provocando a necessidade de uma educação moderna que acompanhasse o desenvolvimento da sociedade. Porém, o ensino de ciências no Brasil somente foi inserido nos currículos escolares após a primeira metade do século XX, e de forma não obrigatória (Rosa; Rosa, 2012).

Com o passar do tempo, diversas mudanças foram ocorrendo com a finalidade de melhoria do ensino de ciências, uma vez que se trata de uma ferramenta essencial no processo de desenvolvimento da sociedade moderna, como afirma Esmeraldo (2011, p.3), “A ciência desempenha um papel fundamental e estratégico na produção de novos regimes de verdade para a construção das bases e fortalecimento da sociedade moderna”.

Nesse contexto, a Física como uma ciência exata desempenha um papel de extrema importância para humanidade, sendo necessário que o ensino sobre seus conceitos seja transformador e eficaz, uma vez que os saberes advindos dessa disciplina refletem fortemente no comportamento e modo de vida da sociedade.

Apesar da forte relação dos fenômenos físicos com situações diretamente ligadas ao cotidiano dos discentes, na literatura são apresentadas diversas pesquisas a respeito do ensino de ciências que evidenciam que não é de agora que a Física é vista como uma disciplina de difícil compreensão, por envolver cálculos que requerem a aplicação e memorização de fórmulas que não despertam o interesse dos alunos para a aprendizagem de seus conceitos (Moraes, 2011; Silva, 2014; Araújo; Uchoa, 2015; Silva 2019).

Diante disso, cabe a nós professores desmitificar esse lado desafiador do ensino de Física e mostrar por meio de nossas práticas pedagógicas que essa ciência vai muito além de cálculos. Sobre isso, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) já afirmavam que “a memorização indiscriminada de símbolos, fórmulas e nomes de substâncias não contribui para o desenvolvimento de competências e habilidades desejáveis no Ensino Médio” (Brasil, 2002, p. 34).

Assim, para promover um ensino que objetive a enculturação científica e que dê oportunidade dos alunos desenvolverem competências e habilidades, segundo Carvalho (2012), o ensino deve conjugar harmoniosamente a dimensão conceitual da aprendizagem

disciplinar com a dimensão formativa e cultural. Dessa forma, a estrutura curricular precisa passar a incluir, além dos conteúdos de dimensão conceitual, as dimensões procedimentais e atitudinais.

Neste contexto, Zabala (1988) afirma que os conteúdos da aprendizagem não se limitam aqueles que estimulam o desenvolvimento da capacidade cognitiva dos alunos, mas também contemplam o desenvolvimento de capacidades motoras, afetivas, de relação interpessoal e de inserção social, sendo necessário para alcançar essas capacidades que as escolas contemplem os conteúdos da aprendizagem em termos conceituais, que se referem ao "o que se deve saber?", procedimentais "o que se deve saber fazer?" e atitudinais "como se deve ser?".

A importância dos conteúdos da aprendizagem para o ensino de ciências foi enaltecida pelo PCN (1998), uma vez que o documento ressalta que:

[...]o desenvolvimento de atitudes e valores é tão essencial quanto o aprendizado de conceitos e de procedimentos. Nesse sentido, é responsabilidade da escola e do professor promoverem o questionamento, o debate, a investigação, visando o entendimento da ciência como construção histórica e como saber prático, superando as limitações do ensino passivo, fundado na memorização de definições e de classificações sem qualquer sentido para o aluno (Brasil, 1998, p.62).

Na atualidade, a aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes é requerida, conforme consta na BNCC, uma vez que esse documento normatizador estabelece que os estudantes devem desenvolver competências, definidas como:

“a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (Brasil, 2018, p.8).

Nesse contexto, deve ser desenvolvido nos estudantes não só a mobilização de conhecimentos conceituais, mas também de conhecimentos procedimentais e atitudes que influenciem na resolução de problemas da vida cotidiana. Diante disso, entende-se que o amplo aprendizado de conceitos e o desenvolvimento de atitudes e procedimentos pelos alunos não podem ser alcançados por um modelo tradicional de ensino em que predomina a passividade do aluno. Como posto em relevância por Bianchini (2011), é necessário ressaltar a necessidade de inserir novas abordagens de ensino em sala de aula em prol de uma formação científica, crítica e reflexiva dos discentes de forma a motivá-

los a refletir acerca dos acontecimentos da sociedade. Sendo assim, tornam-se necessários métodos de ensino capazes de despertar o interesse dos alunos pelo conhecimento científico, de forma que eles adquiram uma visão crítica da realidade em que vivem.

Nesse aspecto, o ensino por investigação trata-se de uma abordagem de ensino de Física que contribui para que o aluno seja ativo, reflexivo e busque soluções para os problemas durante o processo de construção do conhecimento. Segundo Moura (2018), o ensino baseado nessa perspectiva investigativa consiste em possibilitar que o discente seja o agente principal durante o processo de ensino e aprendizagem, visto que essa perspectiva busca desenvolver habilidades cognitivas promotoras da capacidade de argumentação, comunicação, assim como a criação de estratégias que viabilizem a elucidação de problemas.

É importante ressaltar que essa abordagem didática, que pode ser introduzida na sala de aula de diversas formas, permite associação com outros métodos de ensino, desde que o objetivo seja desenvolver nos estudantes a autonomia em construir o seu próprio conhecimento.

No que se refere ao processo de construção do conhecimento, de acordo com Carvalho (2013), as ideias apresentadas nas teorias construtivistas de Piaget e Vygotsky fundamentam as práticas do ensino por investigação em sala de aula.

Segundo Carvalho (2013), mesmo sabendo que esses pesquisadores tenham apresentado ideias diferentes a respeito de como o conhecimento é construído, uma vez que, conforme Piaget, o estudante constrói o conhecimento por meio da cognição, e para Vygotsky o conhecimento se dá através da interação social, ficou claro após estudos que hoje essas ideias se complementam se forem aplicadas em diferentes momentos e situações durante o processo de ensino e aprendizagem em sala de aula. Apesar das diferenças, constata-se nas teorias propostas por Piaget e Vygotsky um ponto em comum que fundamenta a prática investigativa. As suas ideias construtivistas ressaltam a importância de se levar em consideração o conhecimento prévio do aluno durante a construção do novo conhecimento. Portanto, é importante que o professor elabore sua aula com atividades que valorizem os conhecimentos do cotidiano dos alunos.

Uma forma de introduzir o ensino por investigação no contexto da sala de aula é por meio da proposição de Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) (Carvalho, 2013). Uma SEI que é definida como uma sequência de atividades e aulas na qual um

determinado tema é investigado e relacionado em diversas esferas em prol da construção do conhecimento (Sasseron, 2015).

Carvalho (2013), apresenta etapas e atividades consideradas essenciais em uma SEI, são elas: iniciar a SEI com um problema referente ao conteúdo, o qual pode ser experimental ou mesmo teórico, porém deve ser contextualizado de maneira que os discentes consigam propor soluções científicas; realizar, em seguida, uma atividade que sistematize o conhecimento construído pelos discentes, que possibilite a reflexão acerca do que fizeram na resolução do problema, que pode ser por meio da leitura de um texto; promover a contextualização social do conhecimento, de forma a relacionar o conhecimento científico construído com situações do cotidiano dos alunos; e por fim, realizar uma atividade de avaliação formativa.

Diante das discussões expostas sobre o ensino por investigação, a questão que norteia o desenvolvimento desta pesquisa é: As atividades desenvolvidas em uma SEI sobre tema referente à Física contribuem para a aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal? Com o intuito de responder à questão apresentada, esta pesquisa teve como objetivo geral analisar as aprendizagens desenvolvidas pelos alunos durante a vivência de uma SEI sobre Queda Livre.

Dentre os diversos conteúdos de Física, nesta pesquisa optou-se por trabalhar uma SEI sobre o conteúdo de Queda Livre dos Corpos por ser um assunto que os alunos tem muita dificuldade na compreensão, e que por isso se limitam em decorar fórmulas para solucionarem exercícios (Santos, 2020). Essa dificuldade na aprendizagem desse conhecimento Físico é uma realidade, uma vez que também a observei durante minha participação no Programa de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), Residência Pedagógica (RP) e Estágio Supervisionado I alunos do Ensino Médio, concluindo o estudo sobre o conteúdo com déficit conceitual. A minha participação nas atividades mencionadas se deu em escolas de Sergipe, ao longo dos anos 2017 a 2021.

Essa dificuldade de compreensão ocorre, pois é muito difícil para o professor convencer os alunos que a massa de um determinado corpo não influencia no tempo de sua queda, uma vez que os alunos vivenciam fenômenos que confirmam concepções alternativas (Souza Filho et al., 2009; Santos, 2020). Contribui também para essa dificuldade o fato do professor no ambiente educacional não dispor de equipamentos experimentais que possibilitem demonstrar que os objetos em queda livre adquirem

aceleração constante (Souza Filho et al., 2009).

Para alcançar o propósito definido como objetivo geral, a pesquisa foi desenvolvida com base em um referencial teórico e metodológico que seguiu etapas vinculadas aos seguintes objetivos específicos: i) Identificar evidências da aprendizagem conceitual sobre Queda Livre dos Corpos ao longo da SEI e ii) Caracterizar as atitudes e procedimentos desenvolvidos pelos alunos durante a vivência da SEI.

O percurso metodológico desta pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa definida por Moresi (2003), como uma pesquisa descritiva, sendo o ambiente natural a fonte concreta dos dados e o pesquisador agirá diretamente no processo de coleta e análise indutiva desses dados. Essa pesquisa também é de natureza interventiva do tipo aplicação, pois visa contribuir para a geração de conhecimentos e para as práticas relacionadas aos processos de ensino e aprendizagem (Teixeira; Megid Neto, 2017).

No que se refere à coleta de dados, questionários de pré-teste e pós-teste (Ver apêndice III) foram respondidos pelos estudantes que participaram deste estudo, feitos registros das atividades desenvolvidas e gravação de áudio durante a vivência da SEI. Assim, os resultados estão descritos a partir das etapas da técnica de Análise de conteúdo estabelecidas por Bardin (2011), sendo elas: 1) pré-análise; 2) exploração do material; 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

A escolha por abordar o ensino por investigação por meio de uma SEI nesta pesquisa partiu do entendimento sobre a necessidade de contribuir para o ensino e aprendizagem de Física, tendo em vista os diversos problemas que os alunos vêm enfrentando na aprendizagem dos conceitos científicos abordados nessa disciplina.

Vale ressaltar que os problemas não são de agora; porém, nos últimos anos esses se intensificaram devido ao período de isolamento social causado pela pandemia de COVID-19, que afetou todas as esferas da sociedade, dentre elas, a educação, e de forma mais direta os estudantes das classes sociais menos favorecidas, uma vez que as aulas presenciais foram pausadas. Uma alternativa para amenizar esse impacto foi a inserção do ensino remoto. No entanto, muitos alunos não tinham acesso a recursos como internet e computador para assistir às aulas remotas, e quando tinham passavam por intercorrências. Em consequência a tais fatos, e possivelmente a outros, hoje temos alunos com deficiência na aprendizagem e desmotivados.

Como já foi assinalado, os conhecimentos científicos presentes na disciplina de Física respondem diversas questões do nosso cotidiano. Por isso, é indispensável um ensino que desperte o interesse dos estudantes para uma melhor compreensão dos fenômenos da natureza e também para a promoção dos avanços tecnológicos que impactam diretamente na nossa qualidade de vida, assim como para a compreensão desses. Portanto, o ensino de Física deve ser capaz de desenvolver no jovem uma postura ativa durante o seu processo de construção do conhecimento. Então, partiu-se da hipótese que no ensino de Física são necessárias abordagens capazes de despertar o interesse dos alunos pelo conhecimento científico para que eles construam uma visão crítica da realidade em que vivem. Entende-se também que o ensino de Física por meio de SEIs pode contribuir para desenvolver competências cognitivas nos alunos, por possibilitar que eles sejam ativos na construção do próprio conhecimento, uma vez que essas sequências de ensino permitem a reflexão, a argumentação, o debate e a resolução de problemas (Carvalho, 2013).

Esta dissertação está dividida em cinco seções nomeadas da seguinte forma: Introdução, Referencial Teórico, Metodologia, Resultados e Discussões e Considerações Finais.

Na primeira seção, *Introdução*, apresento a uma breve explanação da temática de estudo, questão da pesquisa, objetivos (geral e específicos) e justificativa.

Na segunda seção, *Fundamentação Teórica*, inicialmente apresento as ideias de Jean Piaget e Lev Vygotsky a respeito do processo de construção do conhecimento; em seguida, discorro sobre os conteúdos da aprendizagem (conceituais, procedimentais e atitudinais), sobre o ensino por investigação, apresentando uma breve história da sua origem e da sua abordagem como proposta didática no ensino de ciências por meio de SEIs, e finalizo apresentando uma revisão bibliográfica que contém a visão de outros autores em pesquisas a respeito de SEIs para o processo de aprendizagem em Física na Educação Básica.

Na terceira seção, *Metodologia*, são descritas as características gerais dos caminhos metodológicos utilizados no estudo, detalhes sobre as fontes de informações desta pesquisa, no que se refere ao lócus, sujeitos da pesquisa, os instrumentos que foram utilizados para a coleta de dados, como foi feita a análise dos dados que foram coletados e a estrutura da SEI.

Na quarta seção, *Resultados e Discussões*, estão expostos os dados coletados através das atividades da SEI, gravação de áudio do desenvolvimento da SEI e também dos questionários de pré-teste e pós-teste, foi feita uma discussão desses dados com base na luz da literatura específica.

Por fim, na quinta seção *Considerações Finais*, concluo o estudo apresentando as principais conclusões da pesquisa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Construção do conhecimento conforme Jean Piaget

A teoria piagetiana propicia informações essenciais que fundamentam o desenvolvimento de diversas práticas docentes na sala de aula, dentre elas o ensino por investigação, o qual pode ser aplicado em todos os níveis de ensino e não exclusivamente na educação infantil, como é visto por muitos professores. Segundo Moreira e Massoni (2015), isso se trata de uma visão errônea dos professores, estando diretamente associada aos períodos de desenvolvimento mental apresentados por Piaget; porém, em relação ao processo de ensino e aprendizagem, a teoria é transversal aos períodos de desenvolvimento, uma vez que apresenta outros conceitos.

Nesse contexto, Cunha (2008) corrobora que a teoria de Piaget não buscou medir o nível de competência intelectual, mas sim averiguar os recursos que o indivíduo precisa para desenvolver seu pensamento, ressaltando a importância da formulação de problemas nesse processo, uma vez que possibilita que o indivíduo elabore seu ponto de vista acerca dos fenômenos naturais do mundo em que vive. Diante disso, introduzir um problema para que os alunos solucionem é uma tarefa primordial para iniciar o processo de construção do conhecimento, pois proporciona que eles raciocinem e construam o seu próprio conhecimento.

Partindo desse pressuposto, Carvalho (2013) associa os conceitos de equilíbrio, desequilíbrio e reequilíbrio abordados por Piaget ao contexto da sala para explicar o processo de construção do conhecimento que fundamenta as atividades de uma SEI.

Para Piaget “a equibração é um processo regulador, o qual permite que novas experiências e elementos exteriores sejam, com sucesso, incorporados às estruturas mentais e cognitivas pelas quais os indivíduos intelectualmente se adaptam e organizam o meio” (Piaget, 1976, apud Queiroz et al., 2011, p.264). Assim, a equibração visa organizar novas informações que se adequam à estrutura cognitiva. Segundo Carvalho (2013), no contexto da sala de aula a equibração está associada ao conhecimento prévio do aluno, sendo indispensável levá-lo em consideração, uma vez que o novo conhecimento começa a ser construído através da associação com o conhecimento já existente na sua estrutura cognitiva.

Já o desequilíbrio, de acordo com Queiroz et al. (2011), é um conflito cognitivo que ocorre após a nova informação não se assimilar aos esquemas cognitivos disponíveis. Assim, o desequilíbrio atua como um fator motivacional, pois estimula o indivíduo a superar seu nível cognitivo atual. Na sala de aula, Carvalho (2013) associa o desequilíbrio ao momento em que o professor propõe uma nova situação problema para que o aluno resolva, a qual provoca um desequilíbrio por ele não relacionar essa nova situação com os esquemas cognitivos que dispõe.

O desequilíbrio quando superado conduz à construção de novos conhecimentos, sendo essa nova construção de conhecimento denominada por Piaget de reequilibração. Essa resulta em dois pontos relevantes para o processo de ensino e aprendizagem, que são a passagem do indivíduo da ação manipulativa para ação intelectual e a tomada de consciência de seus atos (Carvalho, 2013).

Segundo Carvalho (2013), a passagem da ação manipulativa para ação intelectual permite que os alunos aprendam conceitos; porém, é necessário acesso a recursos manipulativos que despertem o seu interesse, como experimentos, jogos ou textos. Para que ocorra essa passagem também é necessário a tomada de consciência dos alunos ao compreender que o conhecimento foi construído através de suas ações, que foram conduzidas pelo professor por meio de questionamentos acerca do que está sendo estudado, e é também necessária a tomada de consciência do professor em entender que o erro permite que o aluno aprenda com suas tentativas.

Na concepção de Piaget, um erro pode ser mais frutífero do que um acerto imediato. Isso deve-se ao fato que o erro leva o aluno a raciocinar e refletir sobre o problema e o acerto pode ocorrer por uma coincidência, não promovendo no aluno, na sua estrutura cognitiva, nenhuma reflexão (Taille, 1997).

Portanto, a teoria piagetiana aqui abordada apresenta diversos pontos que fundamentam o ensino por investigação para o processo de construção do conhecimento. No próximo tópico serão abordados conceitos da teoria histórico-cultural de Vygotsky, que também fundamentam atividades investigativas.

2.2 Construção do conhecimento conforme Lev Vygotsky

Para Vygotsky, não há desenvolvimento cognitivo se não houver interação do indivíduo com o ambiente social. Ainda, o teórico ressalta que os processos mentais superiores surgem via processos sociais, em que a transformação das relações sociais em processos mentais superiores é mediada por instrumentos e signos, sendo essas construções sócio-históricas e culturais essenciais para o aprimoramento da consciência humana, uma vez que o desenvolvimento humano é definido pela interiorização dos signos, sendo a linguagem o mais importante sistema de signos para o desenvolvimento cognitivo (Moreira, 1999).

Assim, a linguagem promove uma mediação entre o indivíduo e o objeto de conhecimento. Para Vygotsky a linguagem tem duas funções, a função de intercâmbio social, que promove a comunicação social entre os indivíduos, e a função de pensamento generalizante, que torna a linguagem um instrumento de pensamento, pois organiza as experiências do mundo real em grupos conceituais (Oliveira, 1993).

Do ponto de vista educacional, Carvalho (2013) enfatiza que os conceitos aqui abordados a respeito da teoria de Vygotsky, se interpretados e colocados em prática no ambiente da sala de aula, muito contribuem para o desenvolvimento da interação entre professor e aluno e para o processo de construção do conhecimento. A autora ainda ressalta a importância da linguagem na sala de aula, por ser um instrumento de mediação que não só permite a comunicação social entre os indivíduos, ou seja, entre professor e aluno, mas também possibilita que o aluno interaja com o todo, com a informação, com os problemas e com os valores culturais presentes nos conteúdos, sendo a linguagem um instrumento que propicia a transformação da mente dos alunos.

Neste sentido, a linguagem no ambiente escolar é um instrumento essencial quando se pensa em desenvolver um processo de ensino que priorize a aprendizagem do aluno de forma ativa. Assim, o ensino por investigação procede como uma abordagem facilitadora da construção do conhecimento, uma vez que as atividades investigativas possibilitam que os alunos dialoguem a respeito dos problemas que estão sendo abordados com o professor e entre si.

Outro conceito da teoria de Vygotsky (1991), que fundamenta o ensino por investigação é o da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), definido como a distância

entre o nível de desenvolvimento real, que se trata do que o aluno pode resolver individualmente sem ajuda, e o nível de desenvolvimento potencial, que está associado ao que o aluno tem potencialidade de resolver, porém é necessário a ajuda do professor ou de outro aluno mais experiente.

Diante disso, Oliveira (1993, p.60) refere-se à zona de desenvolvimento proximal como “[...] caminho que o indivíduo vai percorrer para desenvolver funções que estão em processo de amadurecimento e que se tornarão funções consolidadas, estabelecidas no seu nível de desenvolvimento real”.

No contexto da sala de aula, o caminho do nível de desenvolvimento real até o nível de desenvolvimento potencial pode ser percorrido por meio da mediação do professor e também através da interação dos alunos entre si. Segundo Carvalho (2013), a interação entre alunos pode ser trabalhada através de atividades em grupos, desde que sejam atividades sociointeracionistas, que envolvem o desenvolvimento de debates e troca de informações na busca pela construção do conhecimento. Isso porque “A aprendizagem escolar nunca começa no vazio, mas sempre se baseia em determinado estágio de desenvolvimento, percorrido pela criança antes de ingressar na escola”. (Vygotsky, 2001, p.476, apud Gonçalves; Jesus 2010, p.3).

Percebe-se que no processo de construção do novo conhecimento a teoria de Vygotsky e a de Piaget, apesar de partirem de pontos de vista diferentes entram em consenso ao valorizar o conhecimento prévio, ou seja, o que o aluno já sabe a partir de suas vivências cotidianas. Segundo Cachapuz et al. (2005), o consenso construtivista se deu em decorrência de investigações relacionadas a características de ensino e aprendizagem, devido a necessidade de novas estratégias para melhorar o fracasso da aprendizagem por recepção e transmissão.

Nesse contexto, em prol de uma melhoria no processo de aprendizagem, o construtivismo educacional ganhou espaço e influenciou documentos oficiais da educação, como a Base Nacional Comum Curricular – (BNCC). De acordo com Monteiro e Magalhaes (2023), esse documento apresenta características dos ideais construtivistas ao orientar e estabelecer o desenvolvimento de habilidades e competências, este último se refere à “mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas

complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (Brasil, 2018, p.8).

Assim, com o objetivo de apresentar neste relato de pesquisa uma proposta que se contraponha à aprendizagem por recepção e transmissão na subseção, a seguir são apresentados os conteúdos da aprendizagem (Conceitual, Procedimental e Atitudinal), visto que está em consonância ao que se propõe nos documentos oficiais que normatizam a educação da atualidade.

2.3 Conteúdos de Aprendizagem

No campo da educação, quando se fala o termo conteúdos, este é comumente associado ao conhecimento que se deve aprender nas diversas disciplinas presentes na grade curricular, a exemplo de conceitos e leis. Porém, o termo conteúdos vai além dessa associação, visto que “os conteúdos designam o conjunto de conhecimentos ou formas culturais cuja assimilação e apropriação pelos alunos e alunas é considerada essencial para o seu desenvolvimento e socialização” (Cool et al., 2000, p.12, apud Barroso; Darido, 2009, p.282).

Nessa mesma linha de pensamento, Zabala (1998) afirma que os conteúdos de aprendizagem não se restringem aos conhecimentos advindos das disciplinas, ou seja, aqueles que desenvolvem unicamente a capacidade cognitiva do aluno, mas também conteúdos que contemplam o desenvolvimento das capacidades motoras, afetivas, de relação interpessoal e de inserção social.

Com esse entendimento, vale ressaltar que a escola é um ambiente propício para desenvolvimento do aluno como um todo, pois nela, automaticamente o aluno está inserido em um meio social, no qual são criados laços afetivos que refletem diretamente em suas atitudes. Mas, infelizmente, é uma realidade de muitas escolas o uso demasiado pelos professores de estratégias de ensino que priorizam somente a transmissão dos conhecimentos disciplinares. Assim, é válido concordar com a ideia de Zabala (1998) de que a educação escolar não deve contemplar apenas conteúdos que se limitam a conhecimentos disciplinares.

Diante disso, Zabala (1998) afirma que para alcançar as capacidades propostas é necessário que as escolas contemplem os conteúdos de aprendizagem proposto por Cool

(1986), classificados em: conceituais, que se referem à "o que se deve saber", procedimentais "o que se deve saber fazer" e atitudinais "como se deve ser".

O conteúdo conceitual parte de uma base teórica, estando diretamente relacionado a conceitos, fatos e princípios, que permitem que o ser humano compreenda o mundo em que vive, uma vez que possibilita o desenvolvimento da memória, do raciocínio e do intelecto, ocasionando a construção do conhecimento (Bernini et al., 2012).

Segundo Zabala (1998), a aprendizagem conceitual ocorre quando é significativa para o aluno, sendo necessário a realização de atividades que provoquem uma forte atividade mental, que permitam aos alunos um processo de elaboração e construção pessoal do conceito. O autor, cita como exemplo as atividades experimentais, por favorecer que os novos conteúdos se relacionem com os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva dos alunos, dando significado à aprendizagem dos novos conceitos.

O conteúdo procedimental "inclui entre outras coisas as regras, as técnicas, os métodos, as destrezas ou habilidades, as estratégias, os procedimentos - é um conjunto de ações ordenadas e com um fim, quer dizer, dirigidas para a realização de um objetivo" (Zabala, 1998, p.43). Nesse contexto, os conteúdos procedimentais se caracterizam como ações que devem ser realizadas em prol de alcançar um objetivo. Assim, os conteúdos procedimentais podem ser desenvolvidos por meio de atividades como ler, desenhar, observar, calcular, traduzir, recortar, saltar, inferir, oralizar etc. (Zabala, 1998; Pozo; Crespo, 2009).

Os autores Pozo e Crespo (2009) destacam que os conteúdos procedimentais podem ser organizados e apresentados sua funcionalidade para aprendizagem da seguinte forma: i) Aquisição da informação: compreende a observação, seleção, busca e revisão de informações; ii) Interpretação da informação: compreende a tradução e uso de modelos para interpretar problemas; iii) Análise da informação e realização de inferências: compreende a crítica e comparação da informação; iv) Compreensão e organização da informação: compreende ao entendimento e organização conceitual da informação e; v) Comunicação da informação: compreende na expressão oral e/ou escrito.

No que diz respeito aos conteúdos atitudinais, Zabala (1998) define como aqueles que envolvem valores, atitudes e normas. O autor conceitua valores como princípios que permitem as pessoas emitirem um juízo sobre suas condutas. As atitudes são conceituadas como a forma com que as pessoas agem a partir dos valores já determinados. E as normas

referem-se a regras estabelecidas que devem ser seguidas por todos que fazem parte de um grupo social.

De acordo com Pozo e Crespo (2009), em todo currículo de ciências deve ter o objetivo de promover valores sobre a natureza das ciências e suas implicações e também valores referentes às tarefas dos alunos dentro da sala de aula, no que se refere às relações com colegas e professores, também fora do ambiente escolar, relacionadas a questões da sociedade e com as formas de solucionar os problemas que surgem durante a vida.

Nesse contexto, os autores apresentam atitudes que o ensino de ciências deve desenvolver nos alunos, são elas: i) Atitudes em respeito à ciência: envolvem o interesse pela compreensão da natureza da ciência de forma crítica; ii) Atitudes com respeito à aprendizagem da ciência: envolvem uma aprendizagem colaborativa, prezando pelo respeito e solidariedade; e iii) Aprendizagem com respeito às implicações sociais da ciência: envolve condutas dentro e fora da sala de aula, de forma que os alunos tenham uma visão crítica sobre a ciência, no que se refere a suas implicações para o desenvolvimento da sociedade e os riscos causados.

Diante do que foi discutido, nota-se que é de grande importância não só o desenvolvimento cognitivo dos alunos, mas também é fundamental que eles desenvolvam capacidades motoras e afetivas. Assim, além dos conteúdos conceituais, devem ser contemplados também no contexto escolar conteúdos procedimentais e atitudinais. Isso porque, segundo Zabala (1998), não existe uma metodologia específica para abordar esses conteúdos. Sendo assim nesta pesquisa optou-se por abordar esses conteúdos por meio do ensino por investigação, cujo contexto histórico está apresentado no tópico seguinte.

2.4 Ensino por Investigação: Breve Contexto Histórico sobre a origem do Ensino por Investigação

Muito se fala do ensino por investigação como uma nova abordagem didática, porém as discussões sobre a inserção desse enfoque nas salas de aulas não são de agora, uma vez que começaram durante o século XIX, em laboratórios escolares, quando cientistas da Europa e dos Estados Unidos buscavam incorporar um aumento na carga horária do ensino de ciências no currículo em prol de um ensino em que os estudantes desenvolvessem investigações científicas (Deboer, 2006, apud Sá, 2009).

Sendo considerado um dos primeiros a apresentar o ensino por investigação, John Dewey formulou um método pedagógico com processos investigativos que eram decorrentes do método científico. Com o método, ele buscava que os estudantes investigassem situações significativas do seu cotidiano, pois seu objetivo era promover uma reflexão sobre questões sociais e morais, uma vez que suas ideias a respeito do ensino por investigação surgiram por inquietações a respeito dos conflitos sociais decorrentes do capitalismo (Trópia, 2009). Ainda segundo Trópia, (2009), essas ideias a respeito do ensino por investigação não foram aceitas no contexto escolar americano; porém, no decorrer do século XX voltaram a ser discutidas tanto no Estados Unidos como também em outros países.

No Brasil, o processo de implantação do ensino por investigação foi fundamentado também a partir das teorias progressistas da educação de John Dewey, que foram incorporadas por meio do Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, e através do construtivismo apresentado nas obras de Lev Vygotsky e Jean Piaget (Borges, 2010).

Assim, com base nas teorias progressistas da educação e nos ideais construtivistas, o ensino por investigação no Brasil aos poucos foi sendo implantado na sala de aula no decorrer das reformas educacionais. Em busca de melhorias para o ensino de ciências, foram criadas no período de 1950 a 1980 instituições como o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) para produção de materiais didáticos “[...] com base no conceito de ciências como um processo de investigação e não só como um corpo de conhecimentos devidamente organizados” (Lorenz; Barra, 1986, p.1973).

Apesar das discussões e produções de materiais baseados em perspectiva investigativas, segundo Rodrigues e Borges (2008), o ensino por investigação só ganhou relevância após a implantação dos PCNs (Brasil, 1998), uma vez que tal conjunto de documentos destacou a importância de o aluno desenvolver atitudes e valores que resultem na sua participação crítica e ativa no meio social. Os PCNs ressaltavam a responsabilidade da escola e do professor em propor situações investigativas como propulsoras de um ensino de ciências que visasse a construção histórica e o saber prático.

A BNCC, sendo um documento normativo da educação na atualidade, também menciona e recomenda o ensino por investigação em situações didáticas durante a educação básica, como destacado a seguir:

[...] o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem. (Brasil, 2018, p.322)

Assim como os documentos mencionados, atualmente, na literatura percebe-se que diversos trabalhos sobre educação ressaltam a importância do ensino por investigação como abordagem didática no processo de ensino e aprendizagem de ciências. Sobre essa abordagem será discutido a seguir.

2.5 Ensino por Investigação como abordagem didática no ensino de Ciências

Segundo Zômpero e Laburú (2011), na literatura o ensino por investigação é denominado por diferentes termos, uma vez que sua relevância para o ensino de ciências despertou o interesse de diversos pesquisadores pelo estudo dessa abordagem metodológica, sendo descrito na literatura nacional como ensino por descoberta, aprendizagem por projetos, questionamentos, resolução de problemas, dentre outras formas.

Assim como as distintas denominações existentes na literatura, também existem diferentes definições para esse termo. Para os autores Abd-El-Khalick et al. (2004), o ensino por investigação é uma abordagem de ensino que desenvolve no aluno o entendimento não só sobre ciência, mas também sobre a pesquisa científica, possibilitando o aprendizado do conhecimento científico.

Neste sentido, nota-se que os autores direcionam o ensino por investigação a um método que auxilia na compreensão do que trata a ciência e de como é feita uma pesquisa científica, para que a partir da investigação e da análise de atividades científicas o aluno aprenda sobre o conhecimento científico presente no que está sendo estudado.

Do ponto de vista de Carvalho (2013), o ensino por investigação é caracterizado como uma sequência de atividades que promovem a investigação de problemas que envolvem o conteúdo proposto no currículo, permitindo que os alunos a partir de seus conhecimentos prévios discutam e busquem soluções para os problemas e construam um novo conhecimento.

Para Brito et al. (2018, p.2), “o ensino por investigação é uma abordagem didática que estimula o questionamento, o planejamento, a recolha de evidências, as explicações com bases nas evidências e a comunicação”.

É visível que os autores abordam pontos em comum a respeito do ensino por investigação, como uma abordagem de ensino que promove nos estudantes características que se contrapõem a uma postura passiva, como a comumente vista no ensino de ciências, e que vai de encontro ao que é proposto por diversos autores e também pelos documentos normatizadores da educação para o ensino de ciências. Isso deve-se ao fato que o ensino por investigação como abordagem didática não define a estratégia de ensino que o professor irá abordar em suas aulas de ciências, uma vez que diferentes estratégias podem ser associadas a esse ensino. A condição para a efetivação do ensino por investigação é que a estratégia escolhida desenvolva nos estudantes uma participação ativa, pois isso favorece a construção do conhecimento científico durante o processo de ensino e aprendizagem, como ressalta Sasseron (2014):

O ensino por investigação, desse ponto de vista não é uma estratégia de ensino, mas uma abordagem didática, pois pode congrega diversas estratégias, das mais inovadoras às mais tradicionais, desde que seja um ensino em que a participação dos estudantes não se restrinja a ouvir e copiar o que o professor propõe (Sasseron, 2014, p.121).

Essa abordagem didática considera o aluno como o principal agente no processo de construção do conhecimento, que tem autonomia para ir em busca do seu próprio conhecimento, pois, de acordo com Zômpero e Laburú (2011, p.73), a investigação propicia “[...] o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos, a realização de procedimentos como elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação”.

Assim, as atividades investigativas no ensino de ciências podem ser expostas de diversas maneiras, visto que o professor tem a liberdade de adequar a estratégia de acordo como a abordagem escolhida, porém vale salientar que todas começam com um determinado problema inicial que deve ser resolvido pelos alunos (Zômpero; Laburu, 2011).

Porém, é importante frisar que o fato de iniciar uma atividade de ciências com um problema não significa que essa atividade se caracterize como investigativa, visto que, segundo Azevedo (2012), para que a atividade seja considerada investigativa é necessário

que contenha características de uma investigação científica, ou seja, propicie ao aluno reflexão, discussão, explicação e relato.

Nesta mesma linha de pensamento Carvalho et al. (2004) corrobora com Azevedo (2012) ao dizer que “uma atividade investigativa não pode se resumir à aprendizagem de um conceito específico, a uma mera observação ou a simples manipulação de dados: deve levar o aluno a refletir, discutir, explicar e relatar seu trabalho aos colegas” (Carvalho et al., 2004 apud SÁ, 2009, p.44). Com isso, no ensino por investigação é necessário um problema que motive e desperte o interesse do aluno a ir em busca do novo conhecimento, uma vez que a inserção de um problema inicial é fundamental para a construção do novo conhecimento; porém, se não houver ação ativa do aluno durante o processo de resolução do problema não haverá aprendizagem (Azevedo, 2012). Assim, percebe-se que essa abordagem didática também prevê uma mudança de postura do professor com relação às abordagens tradicionais de ensino, “visto que para estimular o desenvolvimento do pensamento em ações investigativas é importante que o professor supere a conduta de expositor e passe a assumir uma atitude de mediador e orientador do processo de ensino” (Caldas, 2018, p.33).

Assim, além de promover atividades de cunho investigativo é necessário que o professor assuma a posição de orientador, com o objetivo de estimular, propor e desenvolver discussões acerca do problema e conteúdo que está sendo estudado em prol da participação e interesse dos alunos pela construção do novo conhecimento no ensino de ciências.

Nesse contexto, Harlen (2004), estabelece que a aprendizagem ocorre o quando há interação entre os alunos e entre alunos e professores. Portanto, devem ser desenvolvidas durante o ensino por investigação ações tanto professor como pelos alunos que promovam essa interação. Segundo o autor, o professor deve fornecer experiências, materiais e fontes de informação para os alunos e mostrar a forma de uso desses materiais; fazer perguntas abertas para saber a compreensão dos alunos e como eles explicam o que encontraram; envolver os alunos em sugestões de como responder suas perguntas ou buscar respostas através da investigação; ajudar os alunos no planejamento para que as ideias sejam testadas de forma justa quando for necessário; ouvir as ideias dos alunos e levá-las a sério; fazer perguntas que incentivem os alunos a pensar em como explicar o que encontraram; criar oportunidades para aprendizagem colaborativa e conversa dialógica; estruturar ideias alternativas que possam explicar as evidências da sua

investigação e recolher informação, através da observação, questionamento e interação, sobre o desenvolvimento de competências e ideias dos alunos.

No que compete às ações dos alunos, Harlen (2004) afirma que os alunos devem se envolver na exploração de materiais, eventos, objetos e trabalhar em grupos colaborativos, compartilhando ideias e construindo entendimentos juntos. Nas interações, levantar questões e considerar como as respostas podem ser encontradas através da investigação; propor possíveis explicações das observações; sugerir como as ideias por trás de possíveis explicações podem ser testadas ou as perguntas respondidas através de investigação/investigação ativa; planejar e realizar investigações, fazer observações e medições conforme apropriado, ou usar outras formas de coletar evidências para testar ideias; fazer anotações e registrar resultados de maneira adequada; relacionar resultados com ideias testadas ou questões abordadas; tentando explicar os resultados; comunicar o que fizeram; ouvir e compartilhar ideias com outras pessoas e refletir sobre o processo da investigação e sobre qualquer mudança de ideias.

2.6 Ensino de Ciências por meio de Sequências de Ensino Investigativas (SEIs)

É indiscutível a extrema importância do Ensino de ciências para o desenvolvimento da sociedade, sendo ressaltada na literatura por diversos autores a necessidade de um ensino que propicie nos estudantes uma postura ativa no processo de construção do conhecimento. E diante do que já foi discutido, nota-se que o ensino por investigação se trata de uma abordagem capaz de desenvolver o raciocínio crítico dos alunos e autonomia no processo de construção do conhecimento. Na sala de aula, esse ensino pode ser abordado por meio de propostas investigativas compostas por diferentes etapas, fases e atividades.

Nesse contexto, Sasseron (2015) sugere o uso de SEIs nas aulas, definindo-as como “[...] o encadeamento de atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação e as relações entre esse tema, conceitos, práticas e relações com outras esferas sociais e de conhecimento possam ser trabalhados” (Ibidem, 2015, p. 59).

Para Hilário e Souza (2017), as SEIs comportam-se como uma abordagem que requer procedimentos correlacionados, que permitam que os indivíduos que estão

envolvidos possam atuar de forma ativa durante o desenvolvimento das atividades que foram propostas no processo de aprendizagem.

Segundo Carvalho (2013, p.9), as SEIs têm como objetivo

[...] proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e tendo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (Carvalho, 2013, p.9).

Assim, podemos afirmar que as SEIs são um conjunto de atividades que visam a participação dos estudantes na investigação dos problemas propostos na sala de aula pelos professores, de maneira que a partir dos seus conhecimentos prévios/cotidiano construam o novo conhecimento, desenvolvendo uma visão crítica a respeito dos acontecimentos da sociedade.

Carvalho (2013) destaca quatro atividades consideradas essenciais em uma SEI, sendo elas: i) Proposição de Problema; ii) atividade de Sistematização do Conhecimento; iii) atividade de Contextualização do Conhecimento; e iv) atividade de Avaliação.

Assim como os autores Zômpero e Laburú (2011) e Azevedo (2012) ressaltam a importância da inserção de um problema inicial para o processo de construção do novo conhecimento, Carvalho (2013) considera como etapa essencial em uma SEI a inserção de um problema inicial referente ao conteúdo que será abordado. Segundo a autora, esse problema pode ser do tipo experimental ou mesmo teórico, porém deve ser contextualizado de maneira que os discentes consigam propor soluções científicas, ou seja, que dê oportunidade dos alunos sugerirem, testarem suas hipóteses e exporem suas opiniões por meio de discussão entre eles e o(a) professor(a). Se isso ocorre nas aulas experimentais, cria-se oportunidade de o aluno passar da ação manipulativa à intelectual. Ainda, a autora cita que a proposição de problemas se justifica, pois permite que os discentes utilizem de conhecimentos que já foram construídos por eles anteriormente, os quais servem de apoio para construção do novo conhecimento, estando de acordo com o que ressalta as teorias construtivistas da aprendizagem.

As Atividades de Sistematização do Conhecimento nas SEIs visam que o aluno faça uma reflexão acerca da sua resposta para resolução do problema, e essa sistematização, segundo Carvalho (2013), pode ser feita por meio da leitura de um texto, sendo essa uma atividade indispensável nessa etapa, pois não servirá apenas como uma forma de rever como o problema foi resolvido, mas também como uma etapa de

sistematização de uma linguagem mais formal, já que durante a solução do problema os alunos utilizaram uma linguagem mais informal nas discussões.

A contextualização social do conhecimento, segundo Carvalho (2013), também é uma atividade imprescindível em uma SEI. Embora, podemos afirmar que a contextualização se trata de uma atividade necessária em toda aula de Física e não somente nas SEIs. Mesmo sendo muito comum ouvirmos dos alunos que os conhecimentos estudados na disciplina Física não servem para nada. Nesse sentido, a atividade de contextualização social tem o objetivo de aproximar/relacionar o conhecimento científico construído com situações do cotidiano dos alunos tornando esse conhecimento mais significativo.

E por fim, a atividade de Avaliação, em que se avalia o conhecimento do aluno por meio de uma avaliação formativa pelo menos no final de cada ciclo da SEI, com o objetivo de avaliar a aprendizagem em termos de conceitos durante o desenvolvimento das atividades.

2.7 O que outras pesquisas relatam sobre as SEIs no processo de Ensino e Aprendizagem em Física na Educação Básica: Uma Revisão Bibliográfica

Segundo Fonseca (2002), todo trabalho científico deve iniciar com uma pesquisa bibliográfica, pois esse tipo de pesquisa permite que o pesquisador conheça o que já foi estudado sobre o assunto, assim como possibilita que o pesquisador colete conhecimentos prévios acerca da pergunta norteadora para a qual está procurando resposta, visto que a pesquisa Bibliográfica é realizada por meio de materiais que já foram elaborados e publicados (GIL, 2008).

Nesse contexto, em busca de uma melhor compreensão de como as SEIs no ensino de Física vem sendo abordadas, quais suas potencialidades para o ensino bem como seus pontos negativos, pesquisamos na literatura dissertações e teses com essa proposta metodológica. Assim, foi realizada uma revisão bibliográfica da literatura na plataforma *Google Acadêmico*, por se tratar de uma plataforma que mostra as produções acadêmicas de diversos programas e instituições diretamente nas páginas dos resultados.

A coleta de dados ocorreu por meio das palavras-chave "Sequência de Ensino Investigativa" AND "Ensino de Física", considerando os últimos 10 anos, compreendido

um período de 2012 a 2022, com o intuito de conhecer os avanços dessa proposta metodológica no contexto da sala de aula.

As pesquisas foram selecionadas por meio da leitura dos títulos, palavras-chave e resumos para averiguar se eram relacionadas com a temática. Foi encontrado um total de 505 trabalhos, porém para revisão bibliográfica foram para análise um total de 14, já que os demais não eram pesquisas resultantes em dissertações ou teses com SEIs aplicadas no ensino médio ou na área de Física. Vale ressaltar que os trabalhos que foram para análise referem-se a publicações que ocorreram entre os anos de 2015 a 2022, como apresentados na tabela 1:

Tabela 1: Trabalhos selecionadas para análise.

Instituição/Programa	Título/Referência/tipo de trabalho científico	Total
Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática do Instituto Federal do Espírito Santo	Promovendo a argumentação em sala de aula de física moderna e contemporânea - uma sequência de ensino Investigativa e as interações professor-alunos (Barrelo Junior, 2015). (Tese)	2
	Atividades experimentais investigativas em Física na perspectiva do ensino híbrido (Anjos, 2022). (Dissertação)	
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe.	Práticas epistêmicas em atividades investigativas de ciências (Nascimento, 2015). (Dissertação)	1
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências naturais e Matemática. Mestrado profissionalizante em ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.	Física Térmica com ênfases curriculares em CTSA e ensino por investigação (Almeida, 2016). (Dissertação)	1
Programa de Pós-graduação em Educação para Ciências	Uma Sequência de Ensino Investigativa sobre a evolução dos Modelos Atômicos: A	1

e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Campus Jataí.	busca pela argumentação em aulas de física (Silva, 2017). (Dissertação)	
Programa de Pós-graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Viçosa/MG.	Ensino de Ciências por investigação: Uma estratégia pedagógica para o ensino de Termodinâmica no ensino médio (Braga, 2018). (Dissertação)	1
Programa de Pós-graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Pará,	Ensino de física por investigação: Uma Proposta para o Ensino de Empuxo para alunos do Ensino Médio (Moura, 2018). (Dissertação)	2
	Proposta de ensino investigativo usando a indução eletromagnética e piezoelectricidade aplicados aos sensores de guitarras e violões (Souza, 2018). (Dissertação)	
Programa de Pós-graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Maranhão.	Sequência de ensino investigativa para o estudo do efeito Fotovoltaico em uma abordagem experimental na perspectiva da teoria de campos conceituais de Vergnaud (Campelo, 2019). (Dissertação)	1
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica, Matemática e Tecnológica da Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.	Aspectos epistêmicos e conceituais em interações discursivas possibilitadas por atividades investigativas em aulas de Física (Palmieri, 2019). (Dissertação)	1
Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física da Universidade Federal Fluminense.	Desvendando o universo: uma Sequência de Ensino Investigativa para Promover a Alfabetização Científica nas Aulas de Astronomia (Silva, 2019). (Dissertação)	2
	Uma Sequência de Ensino Investigativa para a abordagem do Efeito Fotovoltaico (Silva, 2020). (Dissertação)	

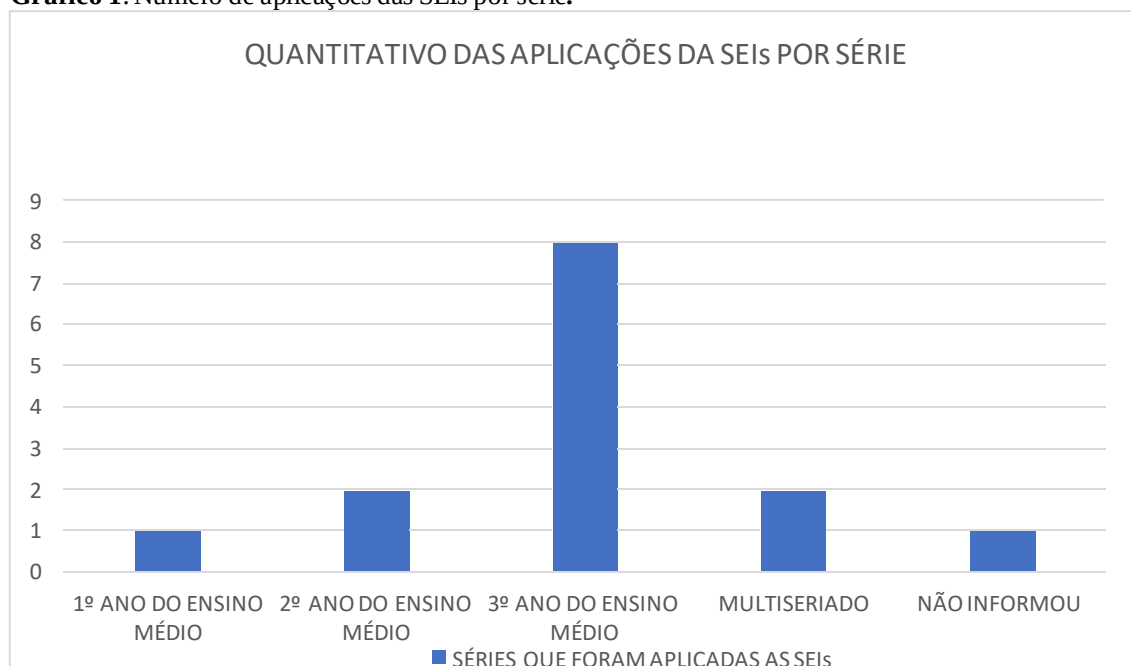
Programa de Pós Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Física.	Pensando a física durante um alagamento numa tempestade (Aguiar, 2021). (Dissertação)	2
	A Física das instalações elétricas residenciais (Conceição, 2021). (Dissertação)	
TOTAL:		14

Fonte: Acervo da autora.

As pesquisas apresentadas na tabela 1, nos mostram que apesar da abordagem ensino por investigação não ser nova, as aplicações no contexto da sala de aula no ensino de Física são recentes, no entanto, com o passar dos anos percebe-se que vem sendo mais utilizada essa proposta metodológica, principalmente em pesquisas relacionadas ao mestrado profissional de Ensino de Física que tem como um dos objetivos desenvolver um produto educacional.

Outra característica observada através da análise dessas pesquisas se refere as séries que foram aplicadas as SEIs, como podemos observar no gráfico 1:

Gráfico 1: Número de aplicações das SEIs por série.



Fonte: Acervo da autora.

Com os dados apresentados no gráfico 1, verifica-se que das 14 SEIs aplicadas nas pesquisas analisadas nessa revisão bibliográfica, 8 foram aplicadas em turmas do 3º ano do ensino médio, esse fato pode estar relacionado com a necessidade de alunos mais comprometidos e com uma certa maturidade para desenvolverem as atividades propostas nas SEIs que demandam mais autonomia deles. Porém, vale ressaltar que as SEIs não têm fatores que impedem sua aplicação com estudantes mais novos, visto que na literatura é possível encontrar SEIs aplicadas também no ensino fundamental, mas não foi objetivo dessa revisão.

Nesse aspecto, vale salientar a necessidade da inserção de SEIs desde o ensino fundamental, já que pode ser elaborada e aplicada em todos os conteúdos, para que os alunos se adaptem e minimizem as dificuldades durante o desenvolvimento das atividades, tendo em vista suas potencialidades para aprendizagem e desenvolvimento crítico dos estudantes.

Após a verificação das características gerais das pesquisas, foi realizado uma leitura mais aprofundada das dissertações, na qual foi possível identificar as potencialidades das SEIs para o processo de ensino e aprendizagem de Física, que desenvolvem nos alunos características que se contrapõem as características desenvolvidas no ensino tradicional.

Dentre as potencialidades apontadas pelos autores das pesquisas dessa revisão bibliográfica, destaca-se que as SEIs contribuem para alfabetização científica, por maioria das pesquisas.

Assim, vale destacar que o desenvolvimento da alfabetização científica é encarado como um objetivo para o ensino de ciências, que busca promover autonomia conceitual dos estudantes e a compreensão de questões relacionadas com a ciência e a tecnologia no contexto em que vivem (Sasseron, 2008).

Diante disso, o ensino de ciências deve ir além dos objetivos gerais propostos para a educação, uma vez que seus conceitos científicos e leis influenciam diretamente em questões que envolvem a sociedade. O ensino de ciências deve permitir que os alunos estabeleçam relações com o mundo em que vivem, de forma que possa transformá-lo e a si mesmo por meio de práticas conscientes associadas aos saberes científicos (Sasseron, 2008).

Neste sentido, Carvalho e Sasseron (2008) afirmam que para um cidadão ser considerado alfabetizado cientificamente é necessário que tenha domínio dos eixos

estruturantes da Alfabetização Científica, são eles: i. Compreensão de termos e conceitos científicos básicos. ii. Compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática. e iii. Entendimento das relações mútuas entre ciência, tecnologia e sociedade. Diante disso, seguem as discussões acerca da relação do ensino por investigação e a alfabetização científica constantes nos relatos de pesquisas acessados nesta revisão bibliográfica.

Barrelo Júnior (2015) apresentou como um dos objetivos de sua pesquisa analisar como uma ação de Atividades Experimentais Investigativas, em uma proposta de Ensino Híbrido, pode contribuir para a aprendizagem do conteúdo de eletrostática na perspectiva da Alfabetização Científica. A SEI apresentada nessa pesquisa composta por atividades experimentais e simulação computacional foi aplicada em duas turmas do 3º ano por professores distintos, mas, segundo o autor, os resultados obtidos por meio da SEI em ambas as turmas não puderam ser conclusivos, por não ter sido possível identificar os indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron (2008). Os resultados apresentados mostraram que os alunos não foram induzidos e estimulados pelos professores a discutir, de forma que em uma das turmas a SEI foi pautada em discursos longos do professor e na espera passiva dos alunos pela resposta. Na outra turma, embora durante a SEI os alunos tenham discutido com o professor acerca do conteúdo, as dúvidas apresentadas por eles foram respondidas de forma direta pelo professor, não possibilitando que os alunos investigassem, levantassem hipóteses e explicassem.

Nesse contexto, apesar da SEI aplicada apresentar atividades investigativas, esse fato não garantiu que os estudantes desenvolvessem habilidades que se espera ter através da abordagem didática ensino por investigação, uma vez que para que ocorra a argumentação, levantamento de hipóteses, explicação etc. é necessário que o professor deixe o papel de transmissor do conhecimento e assume o papel de motivador, orientador e questionador em prol do desenvolvimento de um espírito investigativo nos alunos que levem a irem em busca de construir seu próprio conhecimento. Assim, é necessário atitudes do professor que promovam a argumentação dos alunos para que se possa avaliar indícios de alfabetização científica.

A pesquisa de Silva (2017), objetivou identificar atitudes do professor durante as atividades investigativas de uma SEI sobre modelos atômicos em uma turma do 3º ano do ensino médio que promovesse a argumentação dos alunos visando a alfabetização científica. Os resultados apresentados pelo autor demonstraram que as perguntas feitas pela professora durante a problematização e também a utilização de Propósitos

Epistêmicos (Retomar, Qualificar, Sintetizar, Explorar e Problematicar) inseriram os estudantes em contextos argumentativos de interações, troca de ideias, explicação e levantamento de hipóteses que fomentaram a alfabetização científica, visto que os indicadores de alfabetização científica estavam presentes nos argumentos da maioria dos estudantes.

Assim, podemos inferir que embora o ensino por investigação vise o protagonismo do aluno no processo de construção do conhecimento, o professor durante o desenvolvimento das atividades investigativas de uma SEI desempenha um papel de grande importância, na qual essa abordagem exige do professor o papel de mediador, orientador, indagador e também motivador do aluno durante o processo de investigação do conhecimento.

A pesquisa de Silva (2019), objetivou apresentar uma SEI com o intuito de colaborar com o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de física e astronomia no 1º ano do Ensino Médio que favoreça Alfabetização Científica dos alunos. A partir da aplicação da SEI, o autor chegou à conclusão que a SEI promoveu indicadores de alfabetização científica dos alunos. As atividades investigativas promoveram a interação, debates, a construção do conhecimento de forma coletiva e autonomia dos alunos, na qual os alunos formularam e expressaram suas hipóteses e retomaram conceitos físicos já estudados. Segundo o autor a SEI permitiu o desenvolvimento de competências relacionadas a compreensão da ciência e sua relação com a tecnologia, sociedade e meio ambiente.

A pesquisa de Silva (2020), buscou apresentar uma Sequência de Ensino Investigativa sobre o efeito fotovoltaico, objetivando desenvolver a alfabetização científica. A SEI composta por 4 etapas foi aplicada em uma turma do 3º ano do ensino médio, por meio de um aparato experimental de baixo custo. Segundo o autor os alunos demonstraram interesse e curiosidade sobre funcionamento do experimento de forma que gerou uma interação entre os alunos, tomadas de decisões acerca do problema relacionado ao experimento, levantamento de hipóteses e argumentação para exposição de conclusões dos problemas apresentados durante todas as etapas da SEI, na qual os alunos apresentaram uma linguagem com termos científicos. Assim, a partir das informações levantadas pelos alunos durante a investigação e da comunicação das hipóteses validadas, o autor observou os indicadores de alfabetização científica estabelecidos por Sasseron (2015), concluindo que a SEI apresentada em sua pesquisa contribui para o desenvolvimento da alfabetização científica.

Com os resultados apresentados na pesquisa de Silva (2020), podemos considerar que a utilização de experimentos problematizadores em uma SEI é uma atividade de grande importância, sendo uma alternativa para iniciar a SEI por desenvolver nos alunos uma participação ativa, uma vez que desperta a curiosidade dos alunos, a investigação, dá oportunidade da discussão, levantamento de hipóteses e argumentação.

A pesquisa de Aguiar (2021), também buscou apresentar uma SEI com o intuito de contribuir para o desenvolvimento da alfabetização científica. O autor aplicou uma SEI envolvendo Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) sobre o teorema de Arquimedes em uma turma do 3º ano do ensino médio. A SEI foi contextualizada com situações reais, assim foram apresentados aos alunos vídeos dos alagamentos enfrentados nas principais metrópoles brasileiras; vídeo de uma entrevista com um ex-jogador de futebol que retrata as diferenças entre jogar ao nível do mar e em locais com altitude elevada e também experimentos na sala de aula. Segundo o autor, mesmo aplicada parcialmente devido a pandemia da COVID-19, a SEI sobre CTS motivou os alunos, uma vez que os alunos participaram ativamente das atividades com muita dedicação, levantaram hipóteses e explicações para os problemas apresentado na SEI, de forma que foi possível observar nos argumentos dos alunos indicadores da alfabetização científica.

A pesquisa de Conceição (2021), também buscou aplicar uma SEI abordando o desperdício de energia elétrica com um viés CTS para promover alfabetização científica. A Sei foi aplicada em turmas do 3º ano do ensino médio, na qual no decorrer do desenvolvimento das atividades foram criadas condições e situações, onde os alunos pensaram, falaram, argumentaram, leram e escreveram, discutiram dentro dos grupos em vários momentos e propuseram soluções. Segundo o autor, os alunos apresentaram indícios de alfabetização científica, de forma que após a SEI tem condições de utilizar conhecimentos científicos para se posicionar criticamente diante do fenômeno e agir no sentido de corrigi-lo.

Assim, podemos estabelecer que as SEIs podem ser combinadas por diferentes propostas de ensino, desde que tenha o objetivo de desenvolver nos alunos sua participação ativa em prol da construção do conhecimento, sendo o enfoque CTS uma boa sugestão para que os alunos desenvolvam em seus argumentos indícios de indicadores da alfabetização científica.

Outra proposta é vista na pesquisa de Campelo (2019), o autor teve como um dos objetivos elaborar e avaliar uma SEI alinhada a teoria de Campos Conceituais de Vergnaud, que integre uma proposta experimental para o estudo do efeito fotovoltaico

visando a promoção da alfabetização científica dos alunos. A SEI foi aplicada em uma turma do 3º ano do ensino médio por meio de experimentos, simulação computacional e atividades em grupos, os resultados mostraram que as atividades experimentais despertaram o interesse dos estudantes favorecendo sua participação; outro ponto a ser destacado se refere ao uso da linguagem científica. Segundo o autor foi possível observar que os alunos apresentaram dificuldade em desenvolver uma linguagem científica, porém por meio das respostas verbais, dos mapas conceituais construídos e dos questionários no decorrer da SEI foi possível observar uma melhora e as respostas dos alunos começaram a se aproximar do conhecimento científico.

Ainda no que diz respeito a alfabetização científica, os resultados apresentados nos trabalhos de Almeida (2016), Braga (2018), Moura (2018), Souza (2018) e Anjos (2022) também concluíram que as atividades investigativas contribuem para o desenvolvimento de Alfabetização científica, mesmo não tendo como objetivos diretos analisar ou identificar indícios de alfabetização científica em suas pesquisas, tendo em vista que seus objetivos respectivamente buscaram apresentar a SEI como proposta para contribuir para o ensino de Física, verificar as potencialidades das atividades em caráter investigativo como recurso pedagógico, analisar o ensino de Física por Investigação, apresentar as SEIs como proposta metodológica para o ensino de Física que coloca o aluno como protagonista e analisar como Atividades Experimentais Investigativas contribuem para a apreensão do conteúdo de Eletrostática.

Portanto, a partir dos resultados apresentados nas pesquisas aqui discutidas pode-se inferir que as SEIs é uma proposta com grande potencialidade para o desenvolvimento da Alfabetização Científica, uma vez que suas atividades proporcionam que os alunos interajam, debatam, argumentem e compartilhem suas hipóteses construídas por meio de suas concepções prévias, possibilitando uma aproximação com o fazer científico, e capacitando os alunos com recursos que possibilitam a eles uma atuação crítica e consciente da realidade em que vivem.

Através dessa revisão, também foi possível identificar o uso das SEIs como favoráveis para o surgimento das práticas epistêmicas por parte dos alunos e do professor durante o desenvolvimento das atividades investigativas, uma vez que as pesquisas buscaram identificar essas práticas por meio dos argumentos desenvolvidos pelos professores e alunos durante as atividades investigativas presentes nas SEIs.

Nesse sentido, a pesquisa de Nascimento (2015), por meio de uma SEI aplicada em forma de oficina com alunos do ensino médio (multisseriados) sobre o conteúdo de Dilatação buscou analisar o desenvolvimento de práticas epistêmicas por estudantes no decorrer de uma atividade investigativa, e as suas relações com as ações do professor na condução das atividades da SEI. Assim, por meio dos discursos científicos apresentados pelos alunos, o autor identificou a ocorrência das práticas epistêmicas ao longo da SEI, que foram categorizadas baseadas nas propostas dos autores Jimènez-Aleixandre (2007), Araújo (2008), Freire et al. (2013); Nascimento et al. (2014).

De acordo com os resultados, o professor durante o desenvolvimento da SEI teve como ação um discurso predominantemente científico por meio de uma abordagem Interativa/dialógica na maior parte do tempo, na qual foi possível observar nas falas do professor a presença de movimentos epistêmicos, como: Elaboração; Reelaboração; Instrução; Confirmação; Correção; Síntese e Compreensão, que segundo o autor foram fundamentais para a compreensão do conhecimento científico do conteúdo pelos alunos.

Cabe ressaltar também que apesar de predominar na ação do professor uma abordagem Interativa/dialógica que promoveu a argumentação dos estudantes, constatou-se que os alunos não conseguiram discutir todas as partes apresentadas na atividade da SEI, uma vez que o tempo foi muito limitado. Diante disso, os alunos passaram maior parte do tempo escrevendo, de forma que a prática epistêmica que predominou foi a construção de dados em 58,7% do tempo. No restante do tempo, os alunos desenvolveram outras práticas epistêmicas, como: construindo significados, planejando investigações, negociando explicações, ordenando dados, lidando com situação anômala ou problemática, apresentando hipóteses, transformando dados, alcançando generalizações e usando conceitos para avaliação de conclusões.

Ainda, acerca das práticas epistêmicas, Palmieri (2019) em sua pesquisa buscou analisar por meio das discussões realizadas em atividades investigativas de uma SEI as relações entre aspectos epistêmicos e conceituais. A SEI sobre Física Moderna utilizada nessa pesquisa foi aplicada com alunos multisseriados (1º, 2º e 3º) ano do ensino médio em uma disciplina eletiva. Os discursos apresentados durante as atividades investigativas da SEI foram transcritos e por meio deles foi possível observar o desenvolvimento dos aspectos epistêmicos integrados aos aspectos conceituais, de forma que os alunos de forma participativa apresentaram em suas falas aspectos epistêmicos da proposição, comunicação e avaliação do conhecimento, tendo em vista que elaboraram hipóteses, comunicaram explicações, desenvolveram uma linha de raciocínio científica e analisaram

afirmações do professor, além de apresentar uma evolução significativa dos aspectos conceituais.

Nesse contexto, observamos que as SEIs é uma boa proposta para o desenvolvimento de interações discursivas e colocar o aluno como protagonista da construção de seu conhecimento. Porém, o tempo para que os alunos desenvolvam as atividades e apresentem seus argumentos é tão importante quanto as ações do professor, tendo em vista que a falta de tempo demonstrou a inatividade dos alunos na discussão para justificar o conhecimento científico elaborado na pesquisa apresentada por Nascimento (2015).

É importante ressaltar que das 14 pesquisas aqui analisadas apenas as pesquisas de Aguiar (2021) e Anjos (2022) não apontou o tempo como dificuldade do desenvolvimento das SEIs, uma vez que os demais autores destacaram a brevidade das aulas como uma dificuldade durante a aplicação da SEI, na qual essa abordagem implica na necessidade de um tempo maior para os alunos desenvolverem as atividades investigativas, por exigirem que os alunos raciocinem a respeito do problema proposto.

Segundo Moura, (2018); Conceição (2021); Braga, (2018), outra dificuldade encontrada durante a vivência da SEI foi em relação a operações matemáticas simples, e dificuldades em realizar transformações de medidas. Ainda, nas pesquisas de Braga (2018) e Campelo (2019), foi possível observar também que os alunos apresentaram dificuldades de leitura, escrita, interpretação de texto e de expressarem suas ideias em uma linguagem científica.

Portanto, essa revisão bibliográfica contribuiu para realização deste trabalho em diversos aspectos, visto que foi possível conhecer características gerais referentes a aplicação da SEI e também o desenvolvimento das pesquisas, acerca da importância e eficácia das SEIs para aprendizagem de Física e as dificuldades vivenciadas pelos professores para colocar em prática as atividades investigativas.

3 METODOLOGIA

3.1 Características Gerais

A estrutura metodológica da pesquisa foi pautada em uma abordagem qualitativa, porque este estudo teve como finalidade trabalhar “com um universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos a operacionalização de variáveis” (Minayo, 2002, p. 21-22).

A pesquisa qualitativa preocupa-se em responder questões específicas que estão ligadas à realidade, e que não necessitam de métodos ou técnicas de quantificação e operacionalização de variáveis. Segundo Moresi (2003), nesse tipo de pesquisa o pesquisador está inserido no ambiente de coleta, análise e descrição de dados.

Nesse contexto, esta pesquisa também é classificada como uma pesquisa de natureza interventiva, uma vez que se trata de uma modalidade de investigação favorável a produzir conhecimentos, práticas alternativas/inovadoras e processos colaborativos, bem como testar propostas curriculares, estratégias e recursos didáticos e a desenvolver processos formativos, de forma que todos os sujeitos envolvidos, incluindo o pesquisador, trabalham com o intuito de resolver questões práticas, produzindo um conhecimento sistematizado (Teixeira; Megid Neto, 2017).

A pesquisa de natureza interventiva envolve vários tipos de investigação, como a pesquisa-ação, pesquisa experimental, pesquisa de aplicação etc. No que compete à intervenção desta pesquisa, trata-se do tipo pesquisa de aplicação. Segundo Teixeira e Megid Neto (2017), a pesquisa de aplicação é uma investigação em que as prioridades são definidas pelo pesquisador e tem como objetivo contribuir para a geração de conhecimentos e para as práticas relacionadas aos processos de ensino e aprendizagem.

Ainda segundo Teixeira e Megid Neto (2017), a pesquisa aplicada é teoricamente orientada, por ser fundamentada em teorias ou referenciais teóricos da área de estudo. Esse tipo de pesquisa necessita de um planejamento, aplicação e a análise dos dados coletados durante a intervenção, buscando delimitar os limites e as possibilidades do que está sendo testado.

3.2 Sujeitos da Pesquisa

Os sujeitos participantes dessa pesquisa foram 13 alunos entre 14 e 16 anos de idade de uma turma da primeira série do Ensino Médio do curso técnico em Edificações, que estavam cursando a disciplina Física no Instituto Federal de Sergipe – Campus Lagarto.

3.3 Lócus da Pesquisa

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Sergipe Campus Lagarto (IFS – Campus Lagarto), localizado no Povoado Carro Quebrado, Zona Rural do município de Lagarto/SE. A instituição de ensino foi fundada no ano de 1995 com o objetivo de ofertar e formar cidadãos em cursos técnicos na área de informática industrial, construção civil e eletromecânica para atuarem no mercado produtivo da região.

Inicialmente, a instituição foi nomeada de Unidade de Ensino Descentralizada (UNED), permanecendo com esse nome por quase uma década. No ano de 2004 o decreto nº 5.224 de 1º de outubro de 2004 estabeleceu que todas as Escolas Técnicas Federais e Escolas Agrotécnicas Federais se tornariam Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFET). No ano de 2008, mais uma vez, essa instituição passou por modificações em sua nomenclatura, sendo denominada de IFS - Campus Lagarto de acordo com a Lei nº 11.892/2008. O IFS - Campus Lagarto oferece diferentes modalidades e níveis de ensino, sendo eles ensino médio, técnico e superior.

O IFS - Campus Lagarto tem a missão de ofertar um ensino público de qualidade capaz de formar cidadãos críticos na região centro-sul do estado de Sergipe. Para isso conta com diversos projetos de pesquisas e extensão, como o PIBID, o Programa Institucional de iniciação Científica (PIBIC), Residência Pedagógica (RP), que integram programas da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), também contando com apoio da Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (Fapitec/SE).

A instituição ocupa uma área total de 22.600 m². A sua infraestrutura física é composta por quatro blocos, dos quais dois deles destinam-se para laboratórios

específicos; um dos blocos tem um subsolo, no qual funciona o almoxarifado, a manutenção e a subestação elétrica. Nos demais blocos da instituição estão situados 41 laboratórios, 11 salas de aula, salas de administração, biblioteca, auditório, miniauditório, setor médico-odontológico. A instituição também dispõe em sua infraestrutura de um ginásio poliesportivo coberto, garagem e área de estacionamento frontal semicoberta. Uma vista da instituição pode ser observada na Figura 1.

Figura1: Vista da Instituição de Ensino IFS - Campus Lagarto



Fonte: O bolo é grande. Disponível em: <https://www.oboloegrande.com.br/em-lagarto-estudantes-do-ifs-estao-sem-transporte/#>

3.4 Instrumento de Coleta de Dados

3.4.1 Questionário de Pré-teste e Pós-teste

O instrumento utilizado para coleta de dados desta pesquisa foi um questionário de pré-teste (Apêndice III), que foi aplicado aos estudantes com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do conteúdo de Queda Livre, e um pós-teste igual ao pré-teste para identificar se ocorreram mudanças conceituais nos conhecimentos dos estudantes que representassem aprendizagem do conteúdo conceitual após a vivência das atividades propostas na SEI.

Segundo Marconi e Lakatos (2003, p.201), o “questionário é um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador”. Assim, o questionário é formado por um grupo de perguntas acerca da temática que está sendo estudada. As perguntas, de acordo com os autores, são classificadas em três categorias, sendo elas: abertas, fechadas e de múltipla escolha.

No que diz respeito às perguntas abertas, Marconi e Lakatos (2003) pontuam que essas podem ser chamadas também de perguntas livres ou não limitadas, por possibilitarem que o participante as responda livremente, com sua linguagem própria, e emita sua opinião. Ainda segundo os autores, esse tipo de pergunta permite que a pesquisa seja mais aprofundada e precisa. Vale ressaltar que o questionário desta pesquisa é composto por questões exclusivamente do tipo abertas.

As perguntas fechadas ou dicotômicas, também conhecidas como limitadas ou alternativas fixas, são definidas como aquelas que o participante informa suas respostas a partir de duas opções. As perguntas de múltipla escolha são perguntas fechadas, porém permitem que ao participante várias opções de respostas (Marconi; Lakatos, 2003).

3.4.2 Registros das Atividades e Gravação de áudio

Durante a vivência da SEI, os alunos realizaram atividades escritas que foram fotocopiadas, e as aulas foram gravadas em áudio e em seguida transcritas de forma fiel às falas dos participantes, com o objetivo de capturar dados em prol dos objetivos geral e específicos da pesquisa. Para isso, um gravador de áudio foi colocado próximo à professora/pesquisadora durante o desenvolvimento das aulas. Também vale ressaltar que durante as atividades em grupo a professora/pesquisadora acompanhou cada grupo de perto.

3.5 ANÁLISE DOS DADOS

3.5.1 Análise do conteúdo de Bardin

Em estudos que envolvem fenômenos sociais por meio de uma abordagem qualitativa podem ser empregadas várias técnicas de análise de dados, dentre elas

podemos citar a técnica da análise do conteúdo de Bardin. De acordo com Silva, Gobbi e Simião (2005), o uso dessa técnica é vista como uma ferramenta excepcional quando se trata da análise de conhecimentos de autores sociais. Além disso, segundo Silva e Fossá (2015), a técnica investiga várias fontes de conteúdo, que podem ser verbais ou não verbais, com uso de um conjunto de instrumentos metodológicos. Por essas razões, essa técnica foi empregada nesta pesquisa para a análise dos dados obtidos.

Bardin (2011) define a análise do conteúdo como sendo um conjunto de técnicas que usa procedimentos sistemáticos para a análise das comunicações da descrição do conteúdo existentes nas mensagens, com o objetivo de inferir os conhecimentos que estão relacionados às mensagens, ou seja, chegar a novas conclusões a partir das mensagens já descritas. O conjunto das técnicas de Análise de conteúdo é composto por três etapas: 1) pré-análise; 2) exploração do material; 3) tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação dos resultados (Bardin, 2011).

A primeira etapa da Análise de conteúdo, a pré-análise, trata-se da organização do material a ser estudado, sendo composta por três fases que não precisam necessariamente seguir uma ordem cronológica, em que o pesquisador começa a: selecionar o material da pesquisa a ser analisado, fazendo isso por meio de uma leitura flutuante; a reformular as hipóteses e os objetivos do estudo; e a preparar os indicadores que irão fundamentar a análise final. A segunda etapa corresponde à exploração do material; trata-se da análise crítica dos materiais, visando classificar em categorias a análise e codificá-lo apresentando suas características. Por fim, na terceira etapa é realizado o tratamento, a inferência e a interpretação dos resultados; essa etapa consiste na procura por significados (Bardin, 2011).

Assim, considerando essas conceituações, optou-se por seguir as três etapas da análise do conteúdo sugeridas por Bardin (2011). Na etapa da pré-análise, foi feita a seleção de materiais que iriam compor o corpus desta pesquisa de acordo com o objetivo que se pretendeu investigar. Para a organização do material ocorreu a leitura dos pré-teste e pós-teste e a transcrição das falas dos estudantes em cada etapa da SEI.

Em seguida, partiu-se para a segunda etapa da análise, a exploração do material. Assim foi feita a análise criteriosa dos materiais que compõem o corpus desta pesquisa, dando origem as suas categorias de análise. Com a análise do material buscou-se identificar durante o desenvolvimento da SEI, a partir de ações vivenciadas pelos alunos,

a presença dos conteúdos da aprendizagem, em termos conceituais que se refere "o que se deve saber?", procedimentais "o que se deve saber fazer?" e atitudinais "como se deve ser?".

Nesse sentido, as categorias para análise dos dados foram estabelecidas, e a cada etapa da SEI foram identificados os conteúdos de aprendizagem vivenciados pelos alunos, na qual a análise da aprendizagem ocorreu através das categorias apresentadas no Quadro 1, baseadas em Pozo e Gómez-Crespo (2009).

Quadro 1: Conceitos, procedimentos e atitudes a serem desenvolvidos durante a SEI.

TIPOS DE APRENDIZAGEM	CATEGORIA DE APRENDIZAGEM	APRENDIZAGEM DESENVOLVIDA DURANTE A ATIVIDADE
Conceitual	Conceituar Queda Livre dos Corpos	Movimento vertical.
		Movimento que ocorre no vácuo.
		Movimento causado pela ação da gravidade.
		Movimento uniformemente acelerado
		Velocidade e tempo de queda não dependem da massa.
Atitudinal	Atitudes com Respeito à ciência	Apresentar um posicionamento crítico e investigativo frente a questão problema.
	Atitudes com respeito à aprendizagem da ciência	Trabalhar em grupo de forma colaborativa e solidária.
	Atitudes com respeito à aprendizagem da ciência.	Estabelecer respeito as diferentes opiniões.
Procedimental		Valorizar de forma crítica os usos da ciência.
		Observar, selecionar e captar informações acerca do fenômeno estudado.
	Interpretação da informação	Interpretar as informações e realizar procedimentos.
	Análise da informação e realização de	Elaborar e testar hipóteses.

	inferências	
	Compreensão e organização da informação	Compreender a informação científica do conteúdo e relacionar com outros contextos ou mesmo com situações do cotidiano.
	Comunicação da informação	Transmitir a informação de forma oral e escrita.

Fonte: Da autora adaptado a partir de Pozo; Gómez-Crespo (2009)

E por fim, na terceira etapa ocorreu o tratamento dos resultados com a inferência e interpretação dos dados que estão apresentados na próxima seção.

3.6 A Sequência de Ensino Investigativa

A SEI utilizada nesta pesquisa foi elaborada e aplicada pela professora/pesquisadora, tendo sido estruturada com base nas atividades consideradas chave, descritas por Carvalho (2013), e pensadas de acordo com a realidade da instituição onde foi aplicada. A SEI é formada por 4 encontros, e a sua aplicação ocorreu em 7 aulas de 50 minutos, como exposto e discutido no Quadro 2.

Quadro 2: Descrição da SEI Queda Livre dos Corpos.

QUEDA LIVRE DOS CORPOS		
ENCONTROS	ATIVIDADE e DURAÇÃO	DESCRIÇÃO
Encontro 1 - CONVITE PARA PARTICIPAR DA PESQUISA	Convite aos estudantes e formalização de TCLE e TALE. Meia hora aula (25min).	Apresentação da proposta da SEI como pesquisa de mestrado; Convite para os estudantes participarem da aplicação da SEI; e Entrega dos termos TALE e TCLE.
Encontro 2 - PRÉ-TESTE	Aplicação do questionário de pré-teste. Meia hora aula (25 min).	Aplicação de pré-teste individual em busca dos conhecimentos prévios.
Encontro 3 - PROBLEMATIZAÇÃO e	Breve discussão para iniciar a problematização. Uma hora aula (50min).	Breve conceituação do tema abordado e proposição de um vídeo e um experimento a respeito do conteúdo de queda livre e

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS		por fim proposição do problema.
	Levantamento de hipótese para solucionar o Problema Uma hora aula (50min).	Em grupos os alunos iniciaram o levantamento de hipóteses para solucionar o problema proposto pela professora/pesquisadora.
Encontro 4 - SISTEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO	Apresentação e discussão da solução do problema. Uma hora aula (50min).	Os grupos de alunos apresentaram e discutiram suas hipóteses a respeito do problema.
	Sistematização do conhecimento científico e abordagem de aplicações cotidianas. Uma hora aula (50min).	A professora/pesquisadora retomou o conteúdo em uma discussão colaborativa com perguntas. Em seguida, os alunos fizeram a leitura e discussão de um texto.
Encontro 5 - CONTEXTUALIZAÇÃO SOCIAL DO CONHECIMENTO E APLICAÇÃO DE PÓS-TESTE	Contextualização social do conteúdo de Queda Livre com situações do cotidiano dos estudantes. Uma e meia hora aula (75min).	A professora/pesquisadora iniciou um questionamento acerca de situações do cotidiano e aplicações tecnológicas do conteúdo que podemos encontrar na sociedade. Em seguida, os alunos desenvolveram uma atividade prática acerca de uma situação real. Ao fim, a professora/pesquisadora apresentou uma aplicação tecnológica ligada ao curso técnico dos alunos que envolve Queda livre.
	Aplicação de Pós-teste. Meia hora aula (25min).	Foi aplicado um pós-teste com o intuito de avaliar se ocorreu aprendizagem conceitual do conteúdo de Queda Livre dos Corpos após a aplicação da SEI.

Fonte: Acervo da autora

Na seção seguinte, encontra-se a descrição da aplicação da SEI e os respectivos resultados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Descrição e Análise das aulas

4.1.1 Encontro 1 - Convite aos estudantes e formalização de TCLE e TALE

No primeiro encontro, a pesquisadora apresentou aos estudantes a proposta da SEI como uma pesquisa de mestrado, informando que foi aprovada pelo Comitês de Ética da Universidade Federal de Sergipe - UFS e pelo Comitê de Ética do IFS. Também foram expostas as etapas e as condições para a realização das aulas, tendo em vista que foram necessários horários extras, já que a professora de Física da turma liberou apenas duas aulas para apresentação do conteúdo de Queda Livre conforme seu planejamento semestral.

A pesquisadora finalizou o primeiro encontro convidando os estudantes a participarem da aplicação da proposta da SEI, ressaltando a importância da colaboração e compromisso de todos para alcançar os objetivos. Assim, com o objetivo de garantir as condições éticas da pesquisa pelos sujeitos envolvidos, foi entregue aos estudantes os documentos aprovados pelo comitê de ética da UFS (TALE e TCLE - Apêndices I e II) para análise e aceitação dos participantes e de seus responsáveis. Após a análise dos documentos pelos estudantes e os seus responsáveis, 13 alunos aceitaram participar da SEI.

4.1.2 Encontro 2 - Aplicação de Questionário Pré-teste

No segundo encontro, foi entregue aos estudantes um questionário composto por 6 questões abertas. A professora/pesquisadora estimou um tempo de 50 minutos para que os estudantes o respondessem, porém o tempo gasto para os alunos responderem às questões foi de 25 minutos. O questionário teve como objetivo mobilizar os conhecimentos prévios dos estudantes, resultantes de suas vivências cotidianas acerca do conteúdo de Queda Livre dos Corpos. Os conhecimentos prévios são importantes para a construção do novo conhecimento (Pivatto, 2014).

Porém, foi possível observar que os conhecimentos prévios dos alunos se distanciavam dos conhecimentos físicos referentes ao conteúdo de Queda Livre. Os

alunos apresentaram ideias errôneas, tendo afirmado que objetos de maior massa alcançam o solo primeiro, que a aceleração da gravidade varia em um mesmo local, que na Lua não tem gravidade etc. A análise do questionário de pré-teste na íntegra encontra-se junto com a do pós-teste no tópico 4.2.

4.1.3 Encontro 3 – Primeira Etapa da SEI: Problematização

Após a mobilização de conhecimentos prévios dos estudantes por meio do questionário de pré-teste acerca do conteúdo de Queda Livre dos Corpos, iniciou-se a etapa de Problematização. Segundo Carvalho (2013), o problema é uma atividade chave para se iniciar a sequência investigativa, pois insere o aluno no contexto do conteúdo levando a pensar sobre o conhecimento científico presente.

Nessa perspectiva, a professora/pesquisadora apresentou o problema da SEI, de natureza teórica e experimental por meio de um breve contexto envolvendo movimento de Queda Livre. Em seguida foi apresentada uma experimentação através de um vídeo, que foi posteriormente repetida na sala de aula. Durante a problematização teórica foi gerado o diálogo apresentado no Quadro 3.

Quadro 3: Diálogo sobre a problematização teórica entre a professora/pesquisadora e alunos.

TURNOS	SUJEITO	FALAS TRANSCRITAS
1	Professora/Pesquisadora	O movimento de Queda Livre foi estudado pelo físico cientista Galileu Galilei (1564-1642), chegou à conclusão que corpos em queda livre, mesmo os de massas diferentes, alcançariam o solo nos mesmos instantes. É possível pessoal?
2	Turma	Os alunos ficaram em silêncio.
3	Professora/Pesquisadora	Ninguém arrisca? Então, vamos assistir um vídeo e realizar um experimento para descobrirmos.

Fonte: Acervo da autora.

Tendo em vista o silêncio dos estudantes a respeito da apresentação do conteúdo e problematização de natureza teórica, em seguida, a professora/pesquisadora passou para a problematização experimental. Para isso, apresentou o vídeo demonstrado na Figura 2,

que apresenta uma pena e uma bola de boliche em queda livre, no vácuo, em que os objetos alcançam o solo ao mesmo tempo.

Figura 2: Imagem do vídeo que demonstra o experimento de queda livre.



Fonte: Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=O6mO7yJ0YjU&t=5s>.

Após assistir ao vídeo, os alunos continuaram em silêncio; de imediato a professora/pesquisadora repetiu a experiência demonstrada no vídeo em sala de aula, tendo como meio não mais o vácuo e sim o ar. Ao finalizar o experimento, ela questionou os alunos gerando o diálogo apresentado no Quadro 4:

Quadro 4: Diálogo problematização experimental entre a professora/pesquisadora e alunos.

TURNO	SUJEITO	FALAS TRANSCRITAS
1	Professora/Pesquisadora	Após o vídeo e a experiência realizada, é possível afirmar que durante o movimento de queda livre dois objetos de massas diferentes alcançam o solo ao mesmo tempo?
2	A3	Sim.
3	A6	Depende, porque no vídeo chegaram ao mesmo tempo, mas na sala não.
4	Professora/Pesquisadora	Vocês observaram diferenças entre a queda dos objetos apresentada no vídeo em relação à queda dos objetos em sala de aula? Se sim, cite quais?
5	A1	Na sala a bola caiu primeiro do que a pena e no vídeo caíram ao mesmo tempo por causa do vácuo.

6	A3	Na sala a pena flutuou devido ao ar, enquanto a bola caía mais rápido, e no vídeo os dois caíram ao mesmo tempo porque não tem ar.
7	Professora/Pesquisadora	Certo. E se eu realizasse essa mesma experiência na Lua teria o mesmo resultado da sala de aula? Explique.
8	A5	Na Lua os dois cairiam ao mesmo tempo porque lá é vácuo.
9	A3	Na Lua cairia ao mesmo tempo por não ter gravidade.
10	Professora/Pesquisadora	Na lua os objetos cairiam nos mesmos instantes, pois a gravidade é baixa de forma que a resistência do ar é desprezível, obtendo um movimento denominado queda livre.

Fonte: Acervo da autora.

Segundo Harlen (2004), a investigação é desenvolvida na sala de aula quando os professores e alunos vivenciam ações que levam à aprendizagem. Em consonância com Harlen (2004), o Quadro 4 apresenta um diálogo que conduz a ações entre os alunos e a professora/pesquisadora durante o processo de aprendizagem. No primeiro momento, a professora/pesquisadora teve como ação proporcionar aos estudantes fontes de informações, experiências e realizar perguntas com o intuito de conhecer o que eles sabiam sobre o tema que estava sendo estudado (Harlen, 2004). Com essa ação, foi possível notar que os alunos expuseram por meio da linguagem suas ideias prévias acerca do tema, gerando um diálogo entre alunos e professor/pesquisador. Logo, evidencia-se no processo de aprendizagem uma mudança procedimental e atitudinal, tendo em vista que, conforme mostrado no Quadro 3, não foi possível estabelecer um diálogo já que os alunos ficaram em silêncio. Assim, os alunos realizaram procedimentos e atitudes, uma vez que demonstraram atenção **ao observar, selecionar e captar informações acerca do fenômeno estudado** por meio do vídeo experimental e em seguida da repetição do experimento em sala de aula, e ao **transmitir a informação oralmente**, compartilhando suas ideias, tendo **respeito às opiniões** estabelecidas durante o diálogo entre alunos e professor.

Foi possível identificar também a aprendizagem dos alunos sobre conceitos, uma vez que as respostas dos alunos acerca do conteúdo de queda livre no questionário de pré-teste apontam a impossibilidade de dois objetos de massas diferentes caírem nos mesmos instantes, e após o experimento apresentado no vídeo os alunos A1, A3 e A5 nos turnos

5, 6 e 8 (Quadro 4), respectivamente, explicaram que a queda dos objetos ocorreu nos mesmos instantes **devido o vácuo**.

Nesse contexto, percebe-se que o ensino por investigação permite a participação ativa do aluno desde o início do processo de ensino e aprendizagem, possibilitando que construam o novo conhecimento a partir dos seus conhecimentos prévios (Carvalho, 2013).

No que compete à aprendizagem, Vygotsky (1991) afirma que o desenvolvimento cognitivo ocorre por meio da interação com o ambiente social, a partir das relações sociais. Sobre isso, ele destaca a importância da linguagem para o desenvolvimento cognitivo.

No quadro 4, nota-se que os alunos por meio da linguagem propuseram explicações para as suas observações, ainda de acordo com a professora/pesquisadora durante o diálogo os alunos ouviram as ideias dos colegas, ou seja, desenvolveram ações no ensino por investigação que segundo Hallen (2004) conduzem à aprendizagem.

Essa etapa da SEI objetivou introduzir o conteúdo de Queda Livre e conhecer os conhecimentos prévios dos alunos; em seguida foi apresentada a questão problema a ser resolvida pelos alunos. Assim, após considerar os conhecimentos prévios dos alunos, a professora/pesquisadora solicitou que os estudantes formassem 4 grupos e apresentou aos grupos a seguinte questão problema da SEI: *A velocidade de queda livre dos corpos está diretamente ligada com a sua quantidade de massa? Explique Queda Livre explanando as variáveis físicas contidas no fenômeno.*

De imediato, os alunos começaram a investigação em busca da solução da questão problema por um período correspondente a 50 minutos. Nesse período, foi possível identificar vestígios de uma aprendizagem atitudinal e procedimental em busca da aprendizagem de conceitos, tendo em vista que **os alunos trabalharam em grupo de forma colaborativa e solidária, debateram, interpretaram as informações e realizaram procedimentos.** A Figura 3 mostra um instante dos alunos reunidos em grupos.

Figura 3: Alunos reunidos em grupo debatendo acerca da questão problema.



Fonte: Acervo da autora.

No decorrer da resolução da questão problema, os alunos começaram a desenvolver novas aprendizagens com suas ações, como a **elaboração de hipóteses** e **transmissão escrita** das suas respostas. Podemos observar nas Figuras 4 a 7, as respostas dadas pelos grupos para a questão problema.

Segundo Souza e Kim (2021), o ensino por investigação permite que os alunos desenvolvam habilidades procedimentais e atitudinais de forma gradual durante a interação com os colegas; por isso é necessário para fomento à aprendizagem o registro do processo para o desenvolvimento da habilidade conceitual.

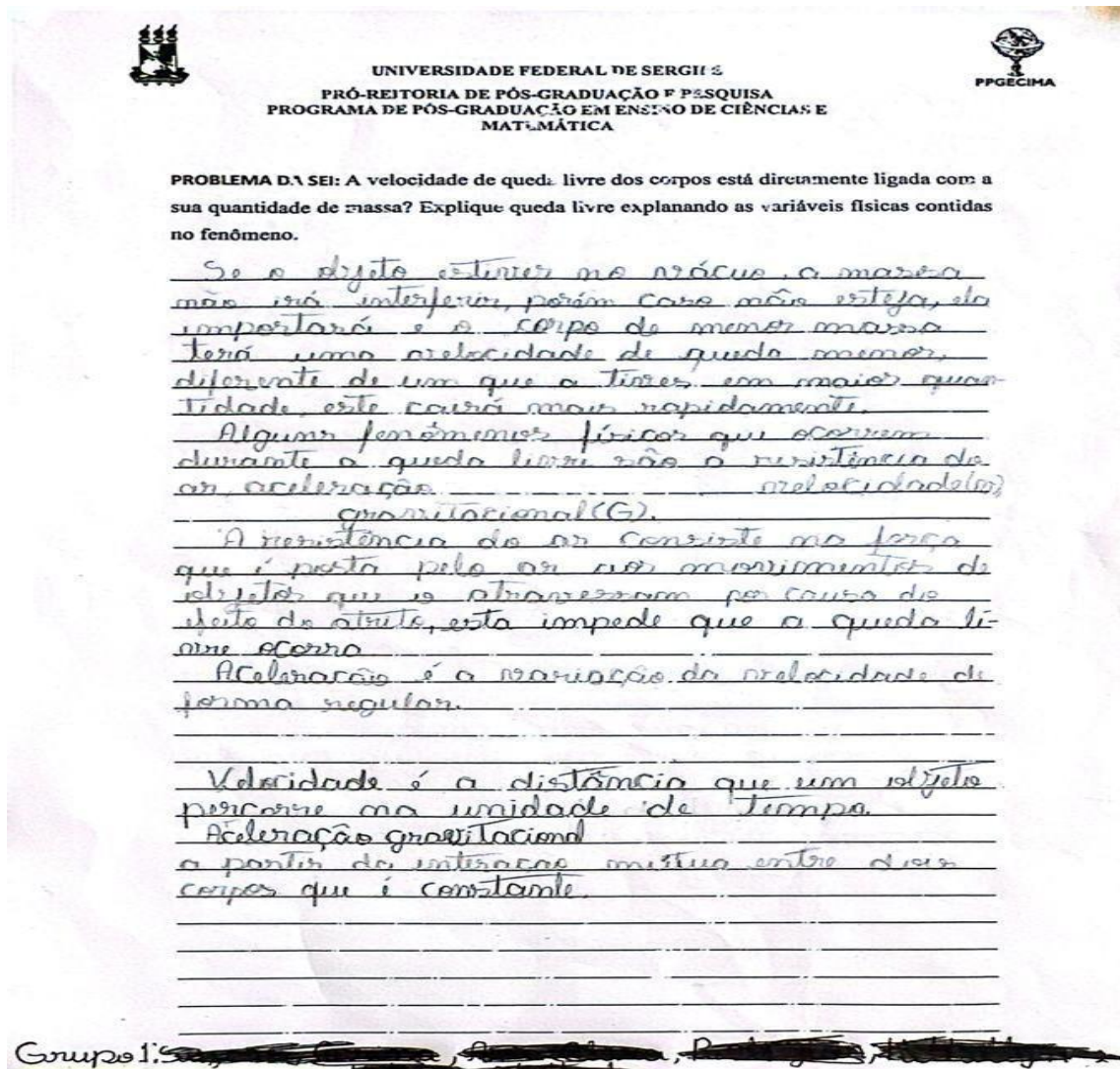
Vale ressaltar que além da aprendizagem atitudinal e procedimental desenvolvidas pelos alunos durante a atividade da resolução da questão problema, nessa atividade objetivou-se principalmente que os estudantes através de atitudes e procedimentos desenvolvessem a aprendizagem conceitual do fenômeno estudado. Assim, após a análise das atividades escritas pelos grupos, além da aprendizagem de conteúdo procedimental e atitudinal, foi possível observar nessa etapa de problematização indícios de aprendizagem conceitual, tendo em vista que, segundo Zabala (1998), a aprendizagem conceitual ocorre

quando é significativa para o aluno; atividades como experimentos favorecem esse processo.

Nesse contexto, foi observado nos registros escritos dos grupos, apresentados nas Figuras: 4, 5, e 7, que os alunos interpretaram as informações contidas no vídeo e no experimento demonstrado em sala de aula para responder à questão problema, uma vez que formularam suas respostas explanando a queda dos objetos nas duas situações, vácuo e na presença do ar, como foi apresentado na sala de aula no início da SEI.

Assim, no registro escrito pelo grupo 1, apresentado na Figura 4, evidencia-se aprendizagem conceitual, porque os alunos explicaram que **a massa não influencia na velocidade de queda livre do objeto** quando esse está no vácuo, e em seguida explicaram a queda de objetos em uma situação com resistência do ar. Com isso, eles deixaram claro, ao explicarem a variável resistência do ar, que o movimento de queda livre não ocorre nessa condição, somente **ocorre no vácuo**. Os alunos também apresentaram em suas respostas o termo aceleração da gravidade, porém sem deixar claro sua influência no movimento de queda livre.

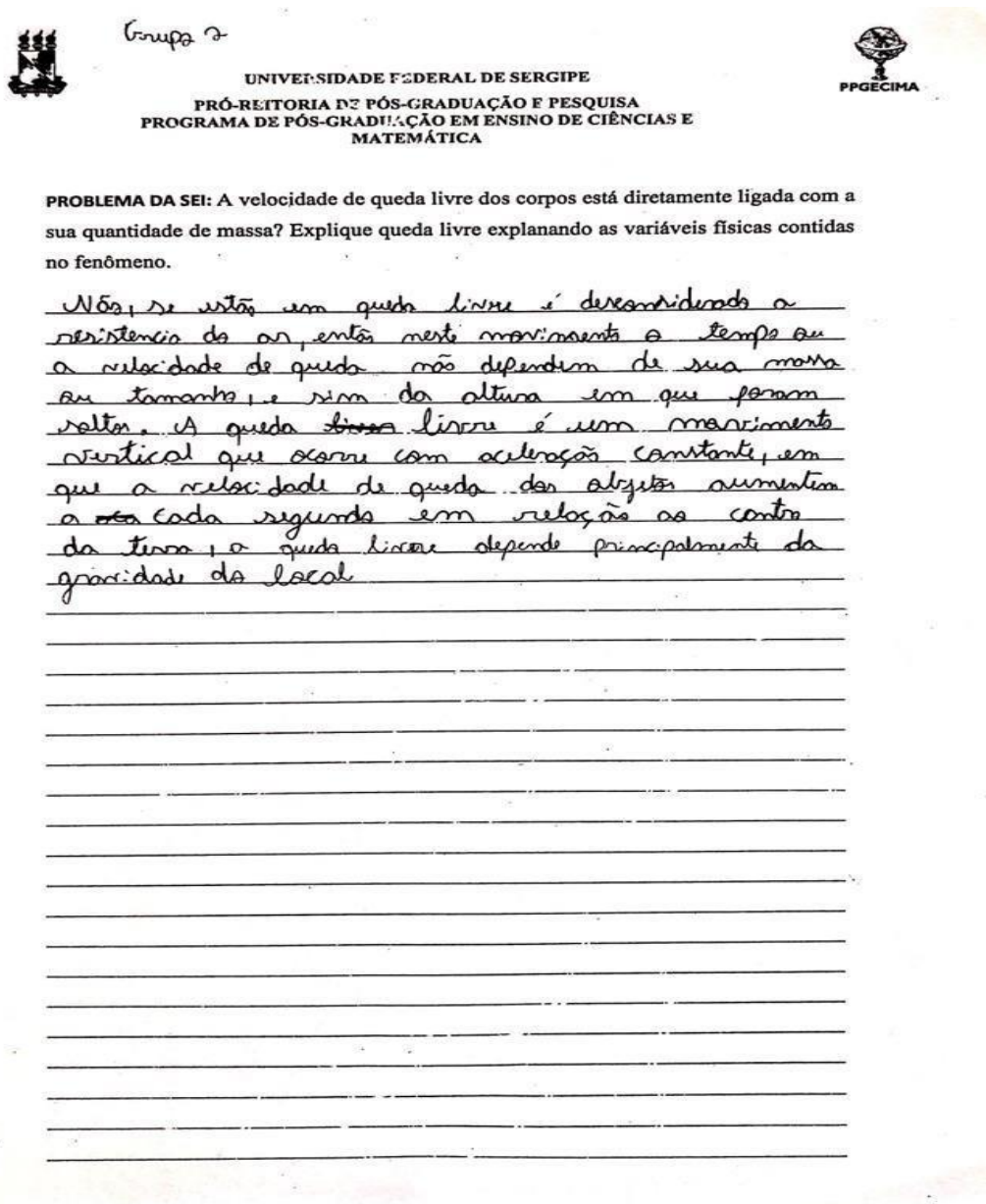
Figura 4: Registro escrito pelo grupo 1 resposta da questão problema da SEI.



Fonte: Acervo da autora.

No registro escrito pelos alunos do grupo 2, apresentado na Figura 5, nota-se uma aprendizagem conceitual significativa, uma vez que na resposta à questão problema foi possível observar que os alunos afirmaram que a **massa não influencia na velocidade de queda livre de um objeto** nem no tempo de sua queda, porém relataram que a altura influenciaria. Assim, observa-se uma aprendizagem também atitudinal, além das citadas anteriormente, pois os estudantes apresentaram um **posicionamento crítico e investigativo frente à questão problema**. Portanto, a investigação não se limitou em entender a velocidade de queda livre, mas também o tempo, destacando a altura como variável que influenciaria no tempo de queda do objeto. Os alunos ressaltaram também que **o movimento de queda livre é vertical, causado pela gravidade, com aceleração constante**, explicando que a velocidade de queda aumenta continuamente.

Figura 5: Registro escrito pelo grupo 2 resposta da questão problema da SEI.



Fonte: Acervo da autora.

No registro escrito pelos alunos do grupo 3, apresentado na Figura 6, observa-se que os alunos, usando como exemplos o experimento exposto no vídeo e o experimento realizado em sala de aula, desenvolveram aprendizagem em termos de conceitos quando afirmaram que a **velocidade de queda livre não depende da massa** e destacaram **que o movimento ocorre no vácuo**. Porém, os alunos apresentaram dificuldade em explicar as variáveis contidas no movimento, uma vez que citaram que ele é causado por vários aspectos, destacando velocidade, aceleração, força gravitacional e resistência do ar, o que mostra uma confusão acerca dos termos científicos presentes no conteúdo.

Figura 6: Registro escrito pelo grupo 3 resposta da questão problema da SEI.

Grupo 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA



PROBLEMA DA SEI: A velocidade de queda livre dos corpos está diretamente ligada com a sua quantidade de massa? Explique queda livre explanando as variáveis físicas contidas no fenômeno.

Resposta do grupo 3

Não, a massa de um objeto, não interfere na velocidade de queda livre. Um exemplo disso seria o exemplo da pedra e uma bolinha de metal, se lançarmos isso no espaço a massa desses objetos não fará menor diferença, já se estamos esses mesmos objetos aqui na Terra a massa interfere e o de maior massa cairá mais rapidamente. Isso acontece por vários aspectos: Resistência do ar, velocidade, aceleração, força gravitacional (G).

- Resistência do ar: Na dinâmica dos fluidos, a arrasto é a força que faz resistência ao movimento de uma coisa sólida através de um fluido. O arrasto é feito de fricção, que age em direção paralela à superfície do objeto, e de forças de pressão, que atuam em uma direção perpendicular à superfície do objeto.
- Força Gravitacional: É a força que surge a partir da interação mútua entre dois corpos.

Aluno: _____

Assinatura

Fonte: Acervo da autora.

No registro escrito pelos alunos do grupo 4, apresentado na Figura 7, apresentam evidências de aprendizagem de conceitos, pois os alunos explicam o fenômeno afirmando que **a massa não interfere na velocidade de queda livre de um objeto**, que **o movimento ocorre devido aceleração da gravidade** e, utilizando-se do exemplo da queda de objetos em uma situação sem resistência do ar, deixam claro que **o movimento de queda livre ocorre no vácuo**.

Figura 7: Registro escrito pelo grupo 4 resposta da questão problema da SEI.

Aula extra de Física.

↳ Problema da sei: A velocidade de queda livre dos corpos está diretamente ligada com a sua quantidade de massa? Explique queda livre, explorando as variáveis físicas envolvidas no fenômeno.

Não, queda livre é um movimento no qual os corpos que são abandonados em certa altura são acelerados pela gravidade em direção ao solo, um dos fatores de queda livre é a aceleração da gravidade, ela está presente em todas as equações utilizadas neste movimento, então lembre-se sempre de avaliar o valor da gravidade, que no caso do terra é 10 m/s^2 , mas alguns problemas pedem trazer outros valores para a gravidade e o outro fator é a resistência do ar, se estiver no vácuo, ou seja, sem a resistência do ar, os corpos independente da massa, eles irão cair no mesmo momento e também irão chegar no mesmo hora no solo.

* Grupo Grupo 4.

Em caso de interesse na aplicação desta SEI, para uma melhoria do processo investigativo e do processo de aprendizagem, sugere-se as seguintes reformulações para a primeira etapa (Problematização):

- Tendo em vista o silêncio dos alunos durante a problematização contextual para inserir o conteúdo de Queda Livre, o professor, ao invés de informar a conclusão de Galileu e perguntar aos alunos se seria possível ou não os resultados previstos por esse físico, poderia questionar aos alunos como a diferença nos resultados experimentais poderia ser explicada. Antes disso, poderia pedir para os alunos elaborarem hipóteses, verem o experimento de fato e explicar os resultados de acordo com a proposta P-O-E (prever- observar-explicar).
- O professor deve evitar situações como a ocorrida no turno 7 do Quadro 4, ou seja, evitar confirmar ou negar hipóteses dos alunos inicialmente para que haja espaço de fala dos demais alunos, para que possam contrapor diferentes pontos de vista encontrados.

4.1.4 Encontro 4 - Segunda Etapa da SEI: Sistematização do Conhecimento

No quarto encontro, denominado Sistematização do Conhecimento, a professora/pesquisadora solicitou que os alunos socializassem as respostas construídas pelos grupos a respeito da questão problema proposta na etapa anterior. Assim, um integrante de cada grupo apresentou e discutiu suas respostas com a turma. Na Figura 8 pode ser observado uma aluna apresentando a resposta de seu grupo para a turma.

Figura 8: Momento de socialização para a turma das respostas dos grupos para a questão problema.



Fonte: Acervo da autora.

Durante essa etapa a professora/pesquisadora e os alunos tiveram como ação, conforme Harlen (2004), da professora/pesquisadora ouvir as ideias dos alunos e dos alunos comunicarem o que fizeram. Essa interação evidenciou ainda mais o desenvolvimento de uma aprendizagem procedimental, pois oportunizou que os alunos **transmitissem oralmente as suas respostas**.

Após a socialização, tendo em vista os acertos, erros, dificuldades e dúvidas dos alunos acerca do conhecimento científico referente ao conteúdo de queda livre, a professora/pesquisadora mediou uma discussão. Segundo Carvalho (2013), é necessário, após a resolução da questão problema, que o professor retome o conteúdo para que os alunos sistematizem o conhecimento, de forma a adquirirem um vocabulário mais científico. Diante disso, no Quadro 5 podemos observar que a professora/pesquisadora retomou o conteúdo com a intenção de promoção de uma aprendizagem colaborativa, por meio de conversa dialógica mediada por perguntas que permitem saber o que os alunos estão explicando sobre as respostas encontradas para o problema.

Quadro 5: Discussão mediada pela professora/pesquisadora.

TURNO	SUJEITO	FALA TRANSCRITA
1	Professora/ Pesquisadora	O que é queda livre?
2	A12	Na queda livre dois corpos de massas diferentes atingem o chão ao mesmo tempo.
3	A2	Concordo, mas para ser queda livre tem que ser no vácuo.
4	Professora/ Pesquisadora	O que é vácuo?
5	A2	Ausência do ar.
6	A6	Professora, aqui na Terra não tem queda livre porque não é vácuo!?
7	Professora/ Pesquisadora	A queda livre é um movimento vertical sem a interferência da resistência do ar, ou seja, no vácuo ou em situações que a resistência do ar é tão pequena que pode ser desprezada, independentemente da massa, dois objetos soltos de uma mesma altura alcançam o solo nos mesmos instantes. Assim, aqui na Terra temos movimentos que se aproximam ao de queda livre. Principalmente aqueles que ocorrem em pequenas alturas, pois consideramos a resistência do ar desprezível.
8	A13	O celular que cai da nossa mão é um exemplo que se aproxima de queda livre, pois a resistência do ar nessa altura é desprezível.
9	Professora/ Pesquisadora	Exatamente. Mas o que provoca esse movimento?
10	A10	Gravidade
11	A3	Aceleração da gravidade.
12	Professora/ Pesquisadora	A queda livre é provocada pelo efeito da gravidade. Porém, vale ressaltar que o movimento de queda livre é um movimento uniformemente variado. Isso significa que a velocidade do corpo sempre aumentará na mesma proporção, ou seja, a aceleração sofrida pelo corpo será constante, sempre a mesma. Assim, no movimento de queda livre teremos a aceleração da gravidade, na Terra, por exemplo, é $9,8 \text{ m/s}^2$.
13	A3	Professora, então a velocidade aumenta $9,8 \text{ m/s!}$?
14	Professora/ Pesquisadora	Se considerar um objeto em queda livre aqui na Terra sim, a velocidade desse objeto aumentará $9,8 \text{ m/s}$.
15	Professora/ Pesquisadora	E quanto a massa do objeto, como ela se comporta na velocidade de queda livre?

16	A1	Não importa.
17	A9	Não importa no vácuo, mas no ar sim.
18	A7	É, porque no ar o mais pesado cai mais rápido.
19	A1	Mas queda livre desconsidera o ar, então não importa a massa.
20	A9	Verdade, faz sentido a massa não importa na queda livre.
21	Professora/ Pesquisadora	Pessoal, quando falamos em queda livre significa que é vácuo, desconsideramos a resistência do ar. Assim, a massa do objeto não fará nenhuma diferença no movimento de queda livre, visto que é causado pela gravidade. Alguma dúvida, pergunta?
22	Turma	Não.
23	Professora/ Pesquisadora	Vamos fazer uma leitura e uma atividade prática.

Fonte: Acervo da autora.

No discurso apresentado no Quadro 5, nota-se que a professora/pesquisadora iniciou a discussão perguntando aos alunos no turno 1 “O que é queda livre?”, tendo em vista que esse momento buscou que os estudantes se apropriassem do conhecimento científico presente no conteúdo e tirassem possíveis dúvidas.

Respondendo à pergunta da professora/pesquisadora, no turno 2 o aluno A12 disse que “Na queda livre dois corpos de massas diferentes atingem o chão no mesmo tempo”. Embora correta, essa foi uma resposta sucinta. Assim, nota-se no turno 3 que o aluno A2 de forma colaborativa complementou a resposta com uma informação fundamental ao falar “Concordo, mas para ser queda livre tem que ser no vácuo”, e a professora, no turno 4, mais uma vez questionou perguntando “O que é vácuo?”, e no turno 5 o aluno A2 respondeu “Ausência de ar”. A partir da resposta do aluno A2 infere-se uma apropriação da linguagem científica e do seu significado bem se evidencia aprendizagem conceitual, pois o aluno compreendeu que o movimento de queda livre **ocorre no vácuo**.

De imediato, o aluno A6 no turno 6 perguntou “Professora, aqui na Terra não tem queda livre porque não é vácuo!?”, ou seja, o aluno A6 associou o conceito de queda livre com o contexto em que vive, o que se caracteriza como uma aprendizagem procedimental, pois ele **compreendeu a informação científica do conteúdo e relacionou com outros contextos ou mesmo com situações do cotidiano**. Partindo do questionamento do aluno

A6, a professora/pesquisadora no turno 7, conceituou queda livre e explicou que aqui na Terra temos movimentos que se aproximam ao de queda livre, pois consideramos a resistência do ar desprezível. Vale ressaltar, que essa atitude da professora responder a dúvida do aluno de forma direta poderia inibir uma maior interação e a participação de outros estudantes. Tal ação que deve ser evitada durante o ensino por investigação.

Porém, em seguida, no turno 8, o aluno A13 de forma colaborativa expôs uma situação cotidiana, por meio do seguinte exemplo: “O celular que cai da nossa mão é um exemplo de queda livre, pois a resistência do ar nessa altura é desconsiderada.” Nessa situação, nota-se que o aluno A13, de uma forma diferente do aluno A6, também relacionou o conteúdo com o contexto em que vive com um exemplo real, ou seja, **compreendeu uma informação com a conotação científica do conteúdo e a relacionou com situações do cotidiano**, assim como também compreendeu que a queda livre somente **ocorre no vácuo**.

Após as explicações nos turnos 7 e 8, a professora/pesquisadora, no turno 9, questionou os alunos perguntando “O que provoca o movimento de queda livre?”; no turno 10 o aluno A10 respondeu “gravidade” e, em seguida, no turno 11, o aluno A3 respondeu “aceleração da gravidade”. Nota-se que os alunos compreenderam que **o movimento de queda livre é causado devido a gravidade** e que se trata de **um movimento acelerado**. Para uma melhor compreensão por parte dos alunos, a professora/pesquisadora confirmou no turno 12 que o movimento de queda livre é causado devido a gravidade, e explicou que a queda do objeto se trata de um movimento uniformemente variado, deixando claro que a velocidade do objeto sempre aumentará com uma mesma proporção, pois a aceleração da gravidade pode ser considerada constante na Terra se não são consideradas variações grandes de altitude ou latitude.

Após a explicação da professora, o aluno A3 do turno 13 perguntou “Professora, então a velocidade aumenta 9,8 m/s!?” Essa pergunta evidencia que o aluno compreendeu que a velocidade aumenta a cada segundo. No turno 14, a professora pesquisadora confirmou a hipótese apresentada pelo aluno A3 no turno 13, referente à velocidade.

Diante disso, pode-se afirmar que o ensino por investigação estimula no aluno o questionamento, a comunicação, a explicação dos fatos de acordo com as evidências (BRITO et al, 2018; HARLEN, 2004).

Um outro ponto importante sobre o movimento de queda livre é a compreensão que a massa não influencia nesse movimento. Diante disso, a professora/pesquisadora no

turno 15 questionou os estudantes com a seguinte pergunta “E quanto a massa do objeto, como ela se comporta na velocidade de queda livre?” No turno 16 o aluno A1 respondeu “Não importa”, essa resposta demonstra que o aluno A1 compreendeu que a **velocidade não depende da massa**. No turno 17, o aluno A9 respondeu “Não importa no vácuo, mas no ar sim”. Complementando essa resposta, no turno 18 o aluno A7 respondeu “É, porque no ar o mais pesado cai mais rápido”. Diante das respostas dos alunos A9 e A7 nos turnos 17 e 18, respectivamente, percebe-se uma confusão de entendimentos e dúvidas dos alunos acerca do conceito de queda livre. Porém, as confusões e dúvidas foram sanadas no turno 19 quando o aluno A1 respondeu “Mas queda livre desconsidera o ar, então não importa a massa”. O aluno A8 assimilou a informação e respondeu no turno 20, “Verdade, faz sentido a massa não importa na queda livre”.

As falas expostas anteriormente demonstram a interação dos alunos entre si por meio do debate. A explicação do aluno A1 levou em conta a aprendizagem conceitual do aluno A8. Assim, essa etapa da investigação promoveu uma atividade sociointeracionista, conforme destaca Carvalho (2013), pois possibilitou o desenvolvimento de debates e troca de informações que levaram à aprendizagem, não só conceitual, mas também atitudinal e procedimental. Isso se justifica porque os alunos durante o diálogo **apresentaram um posicionamento crítico e investigativo frente à questão problema, trabalharam em grupo de forma colaborativa e solidária, estabeleceram respeito as diferentes opiniões, observaram, selecionaram e captaram informações acerca do fenômeno estudado, interpretaram as informações e realizaram procedimentos, compreenderam a informação científica do conteúdo e relacionaram com outros contextos ou mesmo com situações do cotidiano, transmitiram a informação de forma oral e escrita.**

Nesse contexto, nessa atividade evidencia-se o que Vygotsky (1991) chama de ZDP, uma vez que o caminho entre o nível de desenvolvimento real até o nível de desenvolvimento potencial foi percorrido através da interação dos alunos entre si.

Com o diálogo apresentado também podemos inferir que os alunos apresentam apropriação e compreensão da linguagem científica relativa ao conteúdo, sendo essa apropriação necessária nessa etapa da SEI. Porém, ainda não seria possível afirmar que todos os alunos entenderam e sistematizaram o conhecimento conceitual durante a resolução do problema ou mesmo durante a discussão mediada anteriormente pela professora/pesquisadora. Por isso, a professora/pesquisadora solicitou que os alunos

fizessem a leitura do texto “A queda dos corpos na Lua”, apresentado na Figura 9, ainda com a finalidade de sistematizar o conhecimento estudado em uma linguagem formal e científica. Segundo Carvalho (2013, p.11), “um texto de sistematização então se torna muito necessário, não somente para repassar todo o processo da resolução do problema como também o produto do conhecimento discutido em aulas anteriores, isto é, os principais conceitos e ideias surgidas”.

Figura 9: Texto A Queda dos Corpos na Lua.

A QUEDA DOS CORPOS NA LUA

As descobertas científicas algumas vezes ocorrem de formas inusitadas. A penicilina, o primeiro antibiótico usado com sucesso, surgiu no acaso das atividades laboratoriais de um médico bacteriologista. Os cientistas, contudo, procuram seguir um método para validar seus estudos sem depender de situações inesperadas, o método científico. Galileu Galilei foi o pioneiro na utilização deste método, que consiste basicamente observar um determinado fenômeno, formular hipóteses sobre o mesmo e quando possível verificá-las experimentalmente. A última etapa é considerada fundamental, pois é a partir dela que as premissas das hipóteses serão fundamentadas ou contestadas.



Por muito tempo acreditou-se que se dois corpos com massas diferentes são lançados de uma determinada altura o que possui mais massa chega ao chão primeiro. Para provar essa premissa realizaram essa façanha com alguns objetos e, a princípio, verificou-se verdadeira. A questão é que se algumas mudanças nas condições do próprio experimento são feitas o resultado não será este. Por exemplo, se os mesmos objetos foram lançados no vácuo, ambos chegarão ao chão juntos, pois, a resistência do ar não influencia o movimento. Atualmente, utilizando uma bomba

4

de vácuo é fácil provar realizar este experimento com essas condições, porém na época de Galileu outros recursos foram usados.

O que aconteceria se um martelo e uma pena fossem largados, simultaneamente, de uma mesma altura na superfície lunar? Em 1971, na missão Apolo 15, o astronauta David Scott soltou a pena e o martelo e chegou ao mesmo resultado dos experimentos realizados no vácuo. Isso aconteceu pois, a atração gravitacional lunar é muito baixa se comparada com a terrestre e devido a isso não é suficiente para segurar uma camada de ar como a atmosfera terrestre. Sem atmosfera não há resistência do ar.

Fonte: LEAL, et al. A Física Ontem e Hoje, PIBID Física, 17ª edição, p. 4-5, 2016.

Após a leitura, a professora/pesquisadora solicitou que os alunos expressassem o que entenderam sobre o texto e expressassem suas dúvidas, como consta no diálogo apresentado no Quadro 6.

Quadro 6: Diálogo acerca do Texto A Queda dos Corpos na Lua.

TURNO	SUJEITO	FALA TRANSCRITA
1	Professora/ Pesquisadora	Do que o texto fala?
2	A3	Sobre a queda livre na Lua, porque a gravidade é baixa e não tem resistência do ar.
3	A1	Sobre o que já falamos aqui, gravidade, resistência do ar, queda livre.
4	A	É, tudo o que já falamos.
5	Professora/ Pesquisadora	Alguém mais quer falar sobre o texto? Alguém tem alguma dúvida?
6	Alunos da turma	Não.

Fonte: Acervo da autora.

Podemos observar nas falas apresentadas no Quadro 6 que a professora/pesquisadora ao perguntar aos estudantes sobre o que o texto falava, os alunos responderam se referindo ao texto como um resumo de tudo que já havia debatido em sala de aula. Mas um ponto importante a se destacar é a fala do aluno A3 no turno 2: “Sobre a queda livre na Lua porque a gravidade é baixa e não tem resistência do ar.”, uma vez que durante a etapa de problematização esse mesmo aluno, conforme consta no Quadro 4, no turno 9 erroneamente falou: “Na Lua cairia ao mesmo tempo por não ter gravidade.” Assim, pode-se inferir que mesmo após o erro o aluno desenvolveu a aprendizagem de conceitos, visto que compreendeu que na Lua existe gravidade e que o **movimento de queda livre é causado pela ação da gravidade**.

Diante disso, vale ressaltar a importância, durante o processo de aprendizagem, do professor levar em consideração os erros dos estudantes, uma vez que segundo Piaget um erro pode ser mais frutífero do que um acerto imediato (Taille, 1997).

4.1.5 Encontro 5 - Terceira Etapa: Contextualização Social do Conhecimento

No quinto encontro, a professora/pesquisadora iniciou a etapa de contextualização social do conhecimento. Assim, iniciou a aula perguntando aos alunos exemplos do cotidiano e aplicações tecnológicas que envolvem o conteúdo de queda livre que podemos

encontrar na sociedade; os estudantes responderam relatando apenas situações do dia a dia, como pode se observar no Quadro 7.

Quadro 7: Diálogo sobre a contextualização social do conhecimento entre a professora e alunos.

TURNO	SUJEITO	FALA TRANSCRITA
1	Professora/ Pesquisadora	No dia a dia onde vocês observam a queda livre?
2	A13	Um celular que cai da nossa mão.
3	A3	Qualquer objeto que cair de uma certa altura desprezando a resistência do ar.
4	Professora/ Pesquisadora	Certo. Alguém mais quer falar?
5	Turma	Silêncio.

Fonte: Acervo da autora.

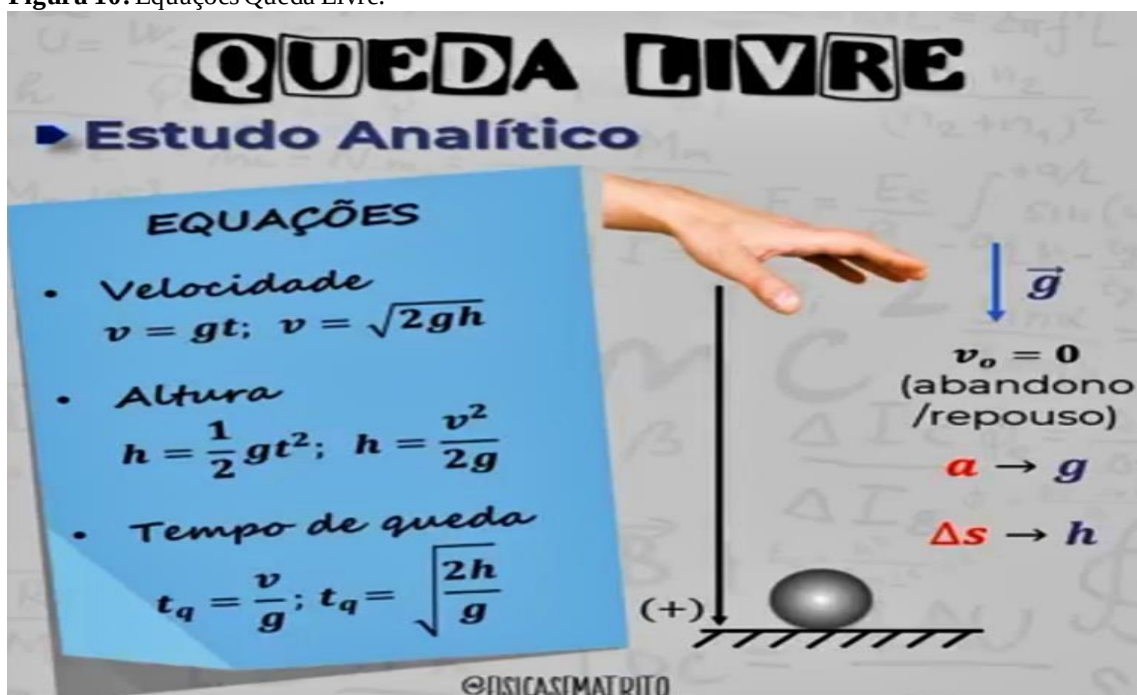
Segundo Carvalho (2013), na etapa de contextualização social do conhecimento diversas atividades de contextualização são realizadas, das mais simples as mais elaboradas. Porém, por mais simples que seja a atividade, como responder à pergunta feita pela professora/pesquisadora no turno 1 para os estudantes “No dia a dia onde vocês observam a queda livre?”, a atividade deve promover a imaginação dos alunos, permitindo a eles irem em busca de relacionar o que foi discutido na sala de aula com sua realidade.

Nesse contexto, as respostas dadas à professora pesquisadora pelos alunos A13 e A3 nos turnos 2 e 3, respectivamente “Um celular que cai da nossa mão.” e “Qualquer objeto que cair de uma certa altura desprezando a resistência do ar”, nos mostram que eles fizeram uma relação do conteúdo estudado em sala de aula com uma situação do cotidiano, o que se caracteriza como uma aprendizagem procedimental. Portanto, os alunos **compreenderam a informação científica do conteúdo e relacionaram com outros contextos ou mesmo com situações do cotidiano e transmitiram a informação de forma oral e escrita.** Também na fala do aluno A3 observamos indício de aprendizagem em termos de conceitos, uma vez que ele exemplifica a queda livre em uma situação, desprezando a resistência do ar, ou seja, considerando que a queda livre **ocorre no vácuo.** Foi possível também observar aprendizagem atitudinal, pois os alunos

trabalharam em grupo de forma colaborativa e solidária e estabeleceram respeito às diferentes opiniões.

Após os alunos apresentarem situações do dia a dia, transcritas no Quadro 7, a professora/pesquisadora, baseando-se nas respostas obtidas deles, propôs uma situação prática na sala de aula. Assim, solicitou que os alunos fizessem uma análise das equações presentes no conteúdo de Queda Livre, apresentadas na Figura 10 e que, em seguida, resolvessem em grupo um exercício supondo uma situação real e prática, apresentando à seguinte questão: Com uma trena, meça a altura do pé direito da sala de aula (altura do teto ao piso) e determine o tempo de queda livre de um objeto que foi solto do teto e a velocidade escalar quando ele atingir o solo. Obs.: Desconsidere a resistência do ar.

Figura 10: Equações Queda Livre.



Fonte: Studymaps, disponível em: <https://studymaps.com.br/queda-livre/>

De imediato, os mesmos grupos do início da SEI começaram a atividade. Com uma trena, os estudantes determinaram a altura do pé direito da sala de aula e em seguida começaram a resolver o exercício, conforme podemos observar na Figura 11.

Figura 11: Alunos medindo a altura do pé direito da sala de aula.



Fonte: Acervo da autora.

Após determinarem a altura de pé direito, 3,2 m, os grupos se reuniram e deram continuidade à resolução do exercício, por um período de 30 minutos. As soluções apresentadas por eles estão mostradas nas Figuras 12 a 15.

Figura 12: Solução da questão exercício pelo grupo 1.

QUESTÃO PROBLEMA: Suponha que um objeto foi desprezado do teto de sua sala de aula. Nessa situação, com uma trena meça a altura do pé direito da sala de aula (altura do teto ao piso) e determine o tempo de queda e a velocidade desse objeto ao atingir o solo.

Considere $g=10\text{m/s}^2$.

$$V = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 3,2}$$
$$V = \sqrt{64}$$
$$V = 8\text{ m/s}$$
$$t_q = \frac{8}{10}$$
$$t_q = 0,8\text{ s}$$
$$\text{Altura} = 3,2\text{ m}$$

Fonte: Acervo da autora.

Figura 13: Solução da questão exercício pelo grupo 2.

QUESTÃO PROBLEMA: Suponha que um objeto foi desprezado do teto de sua sala de aula. Nessa situação, com uma trena meça a altura do pé direito da sala de aula (altura do teto ao piso) e determine o tempo de queda e a velocidade desse objeto ao atingir o solo.

Considere $g=10\text{m/s}^2$.

$$80 \cdot 3,2 = \sqrt{64}$$
$$10\text{ m/s}^2$$
$$V = 8\text{ m/s} \quad t_q = \frac{8}{10} = 0,8\text{ s}$$

Fonte: Acervo da autora

Figura 14: Solução da questão exercício pelo grupo 3.

QUESTÃO PROBLEMA: Suponha que um objeto foi desprezado do teto de sua sala de aula. Nessa situação, com uma trena meça a altura do pé direito da sala de aula (altura do teto ao piso) e determine o tempo de queda e a velocidade desse objeto ao atingir o solo. Considere $g=10\text{m/s}^2$.

$h = 3\text{m} 20\text{cm} = 3,2\text{m}$
 $v = 8\text{m/s}$
 $t_q = 0,8\text{s}$
 $v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 3,2}$
 $v = \sqrt{2 \cdot 32}$
 $v = \sqrt{64} = 8\text{m/s}$
 $t_q = \frac{v}{g} = \frac{8}{10} = t_q = 0,8\text{s}$

Fonte: Acervo da autora

Figura 15: Solução da questão exercício pelo grupo 4.

QUESTÃO PROBLEMA: Suponha que um objeto foi desprezado do teto de sua sala de aula. Nessa situação, com uma trena meça a altura do pé direito da sala de aula (altura do teto ao piso) e determine o tempo de queda e a velocidade desse objeto ao atingir o solo.

Considere $g=10\text{m/s}^2$, $h = 3,2\text{m}$

$v = \sqrt{2gh}$
 $v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 3,2}$
 $v = \sqrt{64}$
 $v = 8\text{m/s}$
 $t_q = \frac{v}{g}$
 $t_q = \frac{8}{10}$
 $t_q = 0,8\text{s}$
 $t_q = \sqrt{\frac{2h}{g}}$
 $t_q = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,2}{10}}$

Fonte: Acervo da autora

Os registros escritos pelos grupos, apresentados nas Figuras 12 a 15, demonstram que os alunos conseguiram determinar corretamente o tempo e a velocidade de queda livre do objeto ao atingir o solo, explanando as unidades de medidas envolvidas. A questão proposta pela professora/pesquisadora, envolvendo a situação no ambiente da sala de aula dos alunos, não teve como objetivo encontrar apenas uma resposta numérica para a questão, mas sim que eles vivenciassem uma situação que envolvesse o conteúdo estudado, visando dar significado ao conteúdo vivenciado durante a SEI, uma vez que, segundo Zabala (1998), a aprendizagem ocorre quando é significativa para o aluno.

Nesse sentido, a contextualização social visa não somente apenas contribuir para aprendizagem do conteúdo científico, mas também estabelecer aspectos do conhecimento científico com a realidade dos estudantes (Maffi et al., 2019).

Como sugestão para reformulação da terceira etapa (Contextualização Social do Conhecimento), para novas aplicações, e com o objetivo de possibilitar aos alunos planejarem o procedimento experimental e iniciar uma investigação mais efetiva, a questão exercício pode ser apresentada a eles da seguinte forma: Determine o tempo de queda livre de um objeto que foi solto do teto e a velocidade escalar quando ele atingir o solo. Obs.: Desconsidere a resistência do ar. Discuta com os seus colegas uma forma de obter os dados para efetuar os seus cálculos e caso necessite de algum material solicite a sua professora.

Após os alunos finalizarem a questão exercício, a professora/pesquisadora os questionou sobre aplicações tecnológicas envolvendo o conteúdo de queda livre, o que resultou no seguinte diálogo transcrito no Quadro 8:

Quadro 8: Diálogo entre a professora/pesquisadora e alunos da turma sobre aplicações tecnológicas.

TURNO	SUJEITO	FALAS
1	Professora/pesquisadora	E aplicações tecnológicas com queda livre? Alguém conhece alguma?
2	Alunos da turma	Não.

Fonte: Acervo da autora.

Tendo em vista que os alunos não conheciam nenhuma aplicação tecnológica que envolvesse o conteúdo de queda livre, a professora/pesquisadora apresentou um equipamento utilizado na construção civil para a preparação de fundações profundas, denominado bate estaca com martelos de queda livre. A utilidade do equipamento despertou a atenção dos alunos, uma vez que se trata de uma aplicação diretamente ligada ao curso Técnico de Nível Médio em Edificações que eles cursam. Assim, a professora/pesquisadora passou o vídeo apresentado na Figura 16.

Figura 16: Print do vídeo sobre Bate estaca.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=oagS4YnBjGo>

Após passar o vídeo, a professora/pesquisadora perguntou aos alunos se conheciam o equipamento, o que promoveu o diálogo apresentado no Quadro 9.

Quadro 9: Diálogo entre a professora/pesquisadora e os alunos sobre o bate estaca.

TURNO	SUJEITO	FALAS
1	Professora/ Pesquisadora	Alguém já ouviu falar do bate estaca?
2	A5	Não, mas gostei de conhecer o equipamento.
3	A3	A gente não conhece porque é início do curso, mas quando entrar nessa parte do curso a gente vai saber para que serve e como funciona.
4	A10	Achava que não tinha nenhum aparelho, mas a Física está em muita coisa para auxiliar.
5	Professora/ Pesquisadora	Exatamente, em todas as áreas da nossa vida a Física está presente, inclusive em diversos aparelhos da construção civil. Vale ressaltar que existem outros tipos de bate estaca, porém o de queda livre é um dos mais usados. O seu funcionamento é simples, ocorre exatamente como vimos no vídeo, um motor levanta e solta uma massa que, por ação da gravidade, faz a cravação da estaca no solo. Alguma dúvida?
6	Alunos da turma	Não.

Fonte: Acervo da autora.

No diálogo do Quadro 9, entre a professora e os alunos, nota-se que embora eles não conhecessem o equipamento bate estaca, a aplicação tecnológica apresentada pela professora/pesquisadora proporcionou um entusiasmo. Isso porque o conteúdo, de modo geral, pareceu significativo para a vida deles, fato que pode ser observado nas falas do aluno A5 no turno 2, “Não, mas gostei de conhecer o equipamento” e do aluno A3 no turno 3 “A gente não conhece porque é início do curso, mas quando entrar nessa parte do curso a gente vai saber para que serve e como funciona.”. Um outro ponto importante é destacado na fala do aluno 10 no turno 4, “Achava que não tinha nenhum aparelho, mas a Física está em muita coisa para auxiliar”. Essa fala do aluno 10 mostra o reconhecimento da importância da Física para sociedade, o que se caracteriza uma atitude com respeito às implicações sociais da ciência, ou seja, **valorizar de forma crítica os usos da ciência**.

Nesse contexto, Pozo e Gómez-Crespo (2009) ressalta que a educação científica influencia as atitudes dos alunos durante sua vida social fora da sala de aula. Assim, é primordial que os alunos desenvolvam atitudes com respeito às implicações sociais da ciência, desenvolvam senso crítico a respeito da contribuição da ciência para o avanço da sociedade bem como sobre os seus efeitos que possam ser nocivos, pois essas atitudes transformam os alunos em cidadãos atuantes e conscientes.

Para finalizar a aplicação da SEI, a professora/pesquisadora aplicou um questionário de pós-teste com as mesmas perguntas do questionário de pré-teste respondido no encontro 1, com o intuito de avaliar se houve aprendizagem conceitual do conteúdo após a aplicação da SEI.

4.2 Análise do Pré-teste e Pós-teste

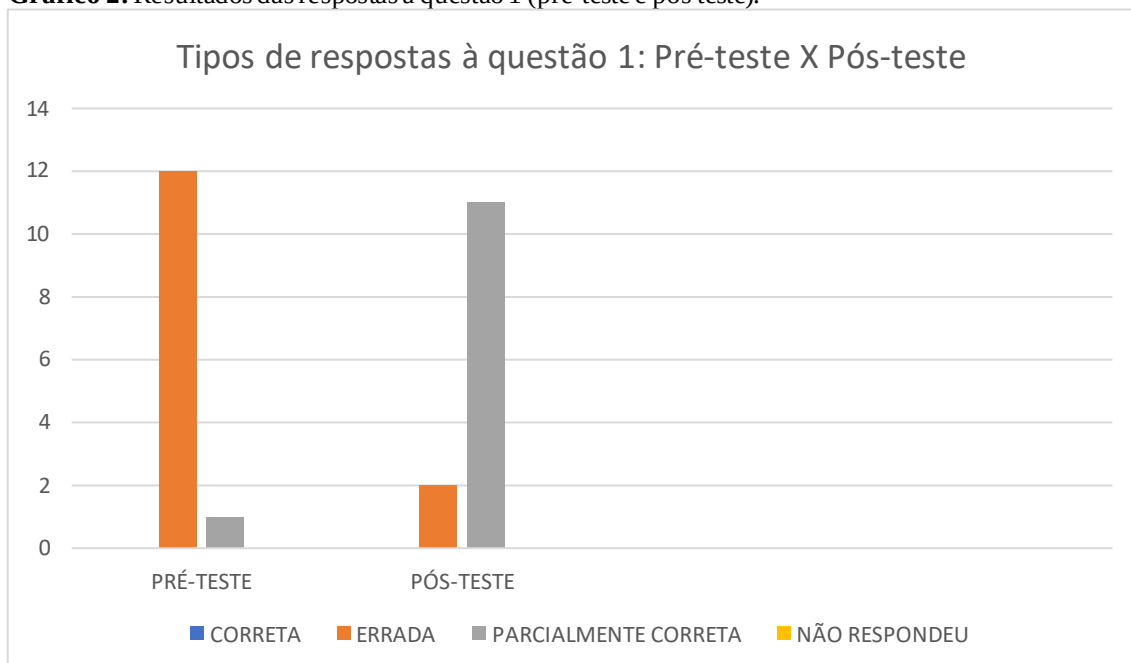
- **Primeira questão**

A questão 01 tem como objetivo conhecer o que os alunos sabem acerca dos conhecimentos científicos presente no conteúdo de queda livre. Em suas respostas à questão, espera-se que os alunos conceituem queda livre explanando os conceitos apresentados no Quadro 1, são eles: Movimento vertical; Ocorrência no vácuo; Movimento causado pela ação da gravidade; Movimento uniformemente acelerado e movimento de queda livre a velocidade e o tempo da queda do corpo não depende da sua

massa. Assim, o enunciado da primeira questão é: Explique com suas palavras o que você entende sobre o fenômeno físico denominado Queda Livre dos corpos.

Após análise das respostas dadas pelos alunos para a questão 1 do pré-teste e pós-teste, obtivemos os seguintes dados apresentados no gráfico no Gráfico 2:

Gráfico 2: Resultados das respostas à questão 1 (pré-teste e pós teste).

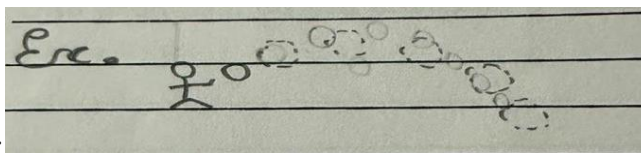


Fonte: Acervo da autora.

Os dados do Gráfico 2 nos mostra que dos 13 alunos que responderam ao questionário de pré-teste, 12 responderam a primeira questão incorretamente e apenas 1 acertou a questão parcialmente. A seguir estão apresentadas as repostas classificadas como erradas, uma vez que não apresentaram os conceitos expostos no Quadro 1.

- (A1): Que é para calcular a velocidade, aceleração de um corpo.
 (A2): Quando algo está caindo existe uma força que a faz cair mais rápido, não sei muito bem como explicar.
 (A3): Eu acho que queda livre seja cair ou flutuar algo em instante.
 (A4): É quando uma pessoa pula de uma determinada distância, como o paraquedas.
 (A5): É quando determinado corpo é solto de uma certa altura no ar e caí, pois é puxado pela gravidade para baixo.
 (A6): O corpo tem uma força onde tende a permanecer parado, a queda livre é gerada quando algo impulsiona o corpo para frente ou para trás gerando um desequilíbrio.
 (A7): A queda livre tem como principal objetivo cair de um lugar bastante alto, para a superfície terrestre.
 (A9): Quando algo é jogado de uma certa altura.
 (A8): Seria quando pulamos de algum lugar somos puxados pela gravidade ao centro da Terra.

Figura 17: Resposta do aluno A10 para a questão 1 do pré-teste.



(A10):

Fonte: Acervo da autora.

(A11): *Que tudo roda em torno da gravidade, quando jogamos uma coisa para cima ela vai cair.*

(A12): *Para mim queda livre dos corpos é quando se solta alguma coisa de determinada altura e ver o tempo que chega no solo ou quando solta dois objetos ao mesmo tempo e ver qual chega primeiro no solo ou se vão chegar juntos.*

Apenas a resposta do aluno A13 apresenta dois dos conceitos expostos no Quadro 1 relativos a movimento de queda livre. A resposta desse aluno é classificada como parcialmente correta, uma vez que deixa claro que a queda livre é um **movimento causado pela gravidade (C3)** e um **movimento uniformemente acelerado (C4)**, ao **responder que:** (A13) *Queda livre é um movimento acelerado que a gravidade provoca.*

Ainda de acordo com o Gráfico 2, o questionário de pós-teste nos mostra que dos 13 alunos que responderam a primeira questão 11 a responderam parcialmente correta, por terem apresentado pelo menos um os dos conceitos expostos na Quadro 1.

(A1): *É uma queda que ocorre no vácuo e a gravidade influencia; é um movimento vertical. No vácuo, ou seja, sem a resistência do ar.*

(A2): *A queda livre só ocorre no vácuo e a massa não interfere em nada.*

(A3): *Eu entendi sobre a velocidade aumentar a cada segundo.*

(A4): *Queda livre como o próprio nome já diz é a queda de um corpo livremente, ou seja, sem resistência do ar, no vácuo.*

(A6): *Queda livre é queda vertical que acontece no vácuo que tem como principais variáveis a gravidade, resistência do ar e a velocidade.*

(A7): *Queda livre ocorre em vertical, quando os dois corpos acontecem em vácuo.*

(A9): *A força da gravidade, ou seja, não envolve massa.*

(A10): *Queda livre é quando um objeto cai sem a resistência do ar.*

(A11): *Que depende do vácuo, se tiver é queda livre e se não tiver não é.*

(A12): *É uma queda na vertical, sem a resistência do ar.*

(A13): *A queda livre é um movimento vertical com aceleração constante que ocorre apenas no vácuo.*

No questionário de pós-teste, os alunos A5 e A8 não apresentaram em suas respostas para a primeira questão os conceitos expostos na Quadro1, assim essas respostas classificam-se como errada, como podemos observar abaixo:

(A5): *Queda livre é um fenômeno que ocorre quando um corpo é solto e cai em direção ao chão, como quando uma bola de papel cai, indo obviamente ao*

encontro do chão.

(A8): O fenômeno queda livre é quando um objeto cai de um determinado lugar.

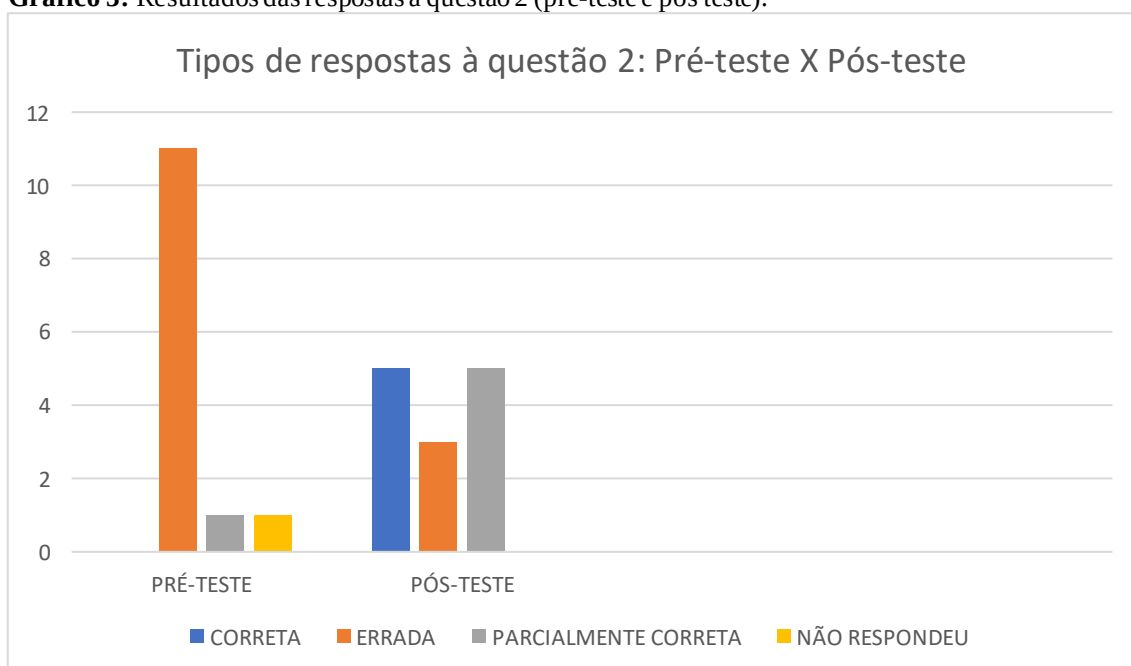
Assim, com os resultados apresentados, pode-se inferir que houve um avanço significativo na compreensão conceitual de queda livre pelos alunos após a aplicação da SEI.

- **Segunda questão**

Com a questão 02, espera-se que os alunos apresentem o comportamento dos objetos nas duas situações descritas, explanando as variáveis físicas que envolve o que está pedindo em questão. Assim, o enunciado da segunda questão é: **É possível que dois objetos de massas diferentes, a exemplo de uma pena e uma bola de chumbo, ao serem soltos de uma certa altura no vácuo e posteriormente no ar, alcancem o solo no mesmo intervalo de tempo? Explique.**

Após análise das respostas dadas pelos alunos para a segunda questão do pré-teste e pós-teste obtivemos os seguintes dados apresentados no Gráfico 3:

Gráfico 3: Resultados das respostas à questão 2 (pré-teste e pós teste).



Fonte: Acervo da autora.

Com os dados apresentado no Gráfico 3, podemos inferir que dos 13 alunos que responderam à segunda questão do pré-teste, 11 erraram, 1 respondeu parcialmente

correta e 1 não respondeu. Após analisar as respostas erradas dos estudantes, observa-se que no pré-teste todos afirmaram que a velocidade e o tempo de queda dos objetos estão diretamente relacionados com a massa do objeto, como podemos verificar nas respostas apresentadas a seguir:

- (A1): Não, pois a velocidade depende da massa do objeto.
(A2): Acho que não, acredito que a bola de chumbo por ter mais massa cairá mais rápido, já a pena demoraria mais.
(A4): Não por conta do peso, a bola de chumbo chegará primeiro.
(A5): Não, como eles tem massas diferentes não cairiam no mesmo intervalo de tempo; por exemplo, a bola de chumbo tem maior massa, ou seja, tende a ser puxado com mais força pela gravidade do que a pena, que provavelmente planaria até cair.
(A6): Acredito que sim, já que a queda livre depende muito da densidade que faz um balanço da massa com o volume.
(A7): Não, alcançam no mesmo intervalo de tempo, pois a bola de chumbo tem maior densidade do que a pena.
(A8): Não, pois a bola é muitas vezes mais pesada, então consequentemente a bola cairia primeiro.
(A9): Não, pois a pena é mais leve do que a bolinha, ou seja, a pena iria demorar mais.
(A10): Não, pois a pena é mais leve do que a bola de chumbo.
(A11): Não, porque a bola de chumbo é bem mais densa que a pena.
(A13): A massa da pena e da bola são diferentes obviamente a resposta é não.

A resposta apresentada pelo aluno A12 para a segunda questão do pré-teste, transcrita a seguir, configura-se como parcialmente correta, uma vez que ele explicou corretamente o tempo de queda da pena e da bola tanto no vácuo como no ar, porém não conseguiu expressar a relação da resistência do ar trocando pelo termo gravidade, como podemos observar:

- (A12): Se for no vácuo eles alcançam o solo ao mesmo tempo, pois não têm gravidade, se for no ar a mais pesada alcança o solo primeiro, pois tem gravidade.

No que compete às respostas dos alunos para a questão 2 do pós-teste, no Gráfico 3 observa-se que dos 13 alunos 5 deles responderam à questão corretamente, 5 parcialmente correta e 3 erraram. Com isso, pode-se inferir que os 5 estudantes compreenderam que no movimento de queda livre **a velocidade não depende da massa do objeto (C5)**, não afetando consequentemente no tempo de queda, como podemos observar nas respostas corretas descritas abaixo:

(A1): No vácuo sim, pois a gravidade vai agir de forma igual para ambos e chegam no mesmo tempo. No ar eles chegaria em tempos diferentes já que o ar seria uma força oposta à queda e afetaria principalmente a pena por possuir uma massa menor.

(A4): No vácuo é possível que eles alcancem o solo no mesmo intervalo de tempo, pois não há resistência do ar. Já no ar não é possível, pois há resistência do ar, ou seja, o objeto de maior massa (bola de chumbo) atingiria o solo mais rápido do que o de menor massa (pena).

(A5): Não, os objetos soltos no vácuo irão chegar ao mesmo tempo no solo, diferentemente do que ocorre no ar, os objetos por conterem massa e forma diferentes sofrem a resistência do ar, por isso caem em velocidades diferentes.

(A9): Sim, pois no vácuo a massa não importa. No ar não, pois o ar ele meio que empurra o objeto mais pesado.

(A13): Não, no vácuo os objetos chegarão ao chão ao mesmo tempo, diferentemente caso esses sejam soltos no ar, por causa da resistência do ar que está diretamente relacionada com a massa do objeto.

Ainda de acordo com o pós-teste, conforme mostrado no Gráfico 3, 5 alunos responderam à segunda questão de forma parcialmente correta. Esses alunos explicaram corretamente como se comporta o tempo de queda da pena e da bola tanto no vácuo como no ar, porém não justificaram suas respostas, como é o caso dos alunos A7, A11 e A12, ou justificaram incorretamente, como é o caso do aluno A2 e A8. As respostas desses 5 alunos estão apresentadas a seguir:

(A2): Se forem soltos no vácuo os dois cairá no mesmo instante. Já no ar isso não é possível por conta da gravidade, aceleração, massa e outros fatores.

(A7): A queda livre no vácuo uma pena e uma bola de chumbo os dois vão cair ao mesmo tempo. Já posteriormente no ar, o que cai mais rápido é de maior massa.

(A8): No vácuo é possível sim, pois no vácuo não tem gravidade. No solo não é possível por causa da gravidade que interfere.

(A11): Não no vácuo vão cair na mesma velocidade e no ar não.

(A12): Se elas forem soltas no vácuo é possível que alcancem o solo ao mesmo tempo, mas se forem soltas no ar o objeto de maior massa chegará ao solo primeiro.

Já as respostas apresentadas pelos alunos A3, A6, e A10 são classificadas como erradas, visto que não consideram o comportamento da queda dos objetos nas situações pedidas pela questão, no vácuo e no ar, como podemos observar nas transcrições a seguir:

(A3): Por conta que está sujeito a mesma aceleração.

(A6): Não, as gravidades são diferentes não sendo possível, a queda livre ocorre no vácuo, na Lua a gravidade é de $1,6 \text{ m/s}^2$ na Terra de $9,8 \text{ m/s}^2$.

(A10): Sim, já foi comprovado que se não houver resistência do ar a massa é irrelevante, o que muda é a gravidade do local.

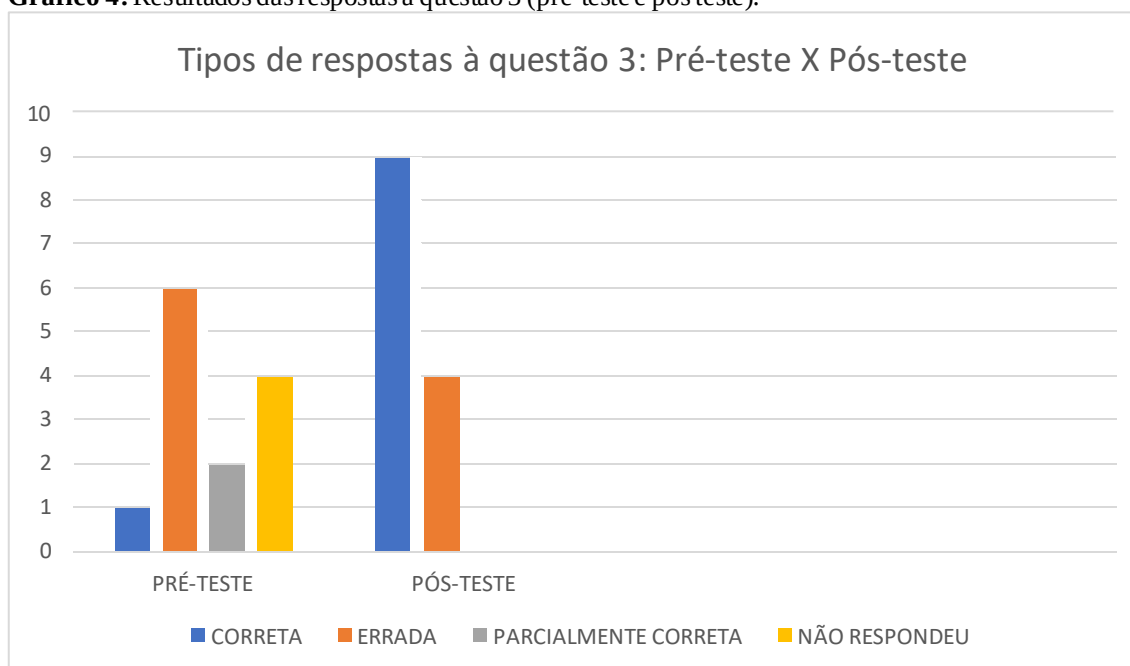
Assim, após a análise dos pós-teste, conclui-se que houve uma mudança conceitual significativa, visto que no pré-teste 11 alunos erraram e após a SEI, no pós-teste, esse número se reduziu para 3.

- **Terceira questão**

Com a questão 03, espera-se que os alunos apresentem o movimento de queda livre como um movimento uniformemente acelerado, ou seja, que a aceleração sofrida pelas esferas seja sempre constante e que indiquem o valor da aceleração da gravidade para o caso em questão. Assim, o enunciado da terceira questão é: **Duas esferas com massas diferentes estão em queda livre nas proximidades da superfície da Terra. Nessa situação, os corpos estão sendo acelerados? Caso a resposta seja sim, indique o valor da aceleração de queda da esfera de maior massa e da esfera de menor massa.**

Após análise das respostas dadas pelos alunos para a terceira questão do pré-teste e pós-teste, obtivemos os seguintes dados apresentados no Gráfico 4:

Gráfico 4: Resultados das respostas à questão 3 (pré-teste e pós teste).



Fonte: Acervo da autora.

Com os dados apresentados no Gráfico 4, podemos inferir que dos 13 alunos que responderam à terceira questão do pré-teste 6 alunos erraram, 2 responderam de forma parcialmente correta, 4 não responderam e 1 aluno respondeu corretamente. Após analisar as respostas erradas dos estudantes, observa-se que no pré-teste os alunos A1, A3, A6,

A7 e A9 entenderam que a aceleração no movimento de queda livre é variável e o aluno A11 apresentou uma resposta fora do contexto da questão, como podemos verificar nas respostas apresentadas a seguir:

(A1): Sim, não dá para calcular, dizer os valores da aceleração sem o valor das massas dos corpos.

(A3): 70

(A6): Sim. 2m/s^2 e 10m/s^2

(A7): Sim, a queda da esfera maior 10m/s^2 e a menor 2m/s^2 .

(A9): Sim, mas o valor não pode ser acrescentado, pois a aceleração vai aumentar a cada segundo enquanto estiver caindo.

(A11): Sim, a esfera de maior massa vai cair mais rápido e a de menor massa vai cair mais devagar.

As respostas dos alunos A2 e A12 para a terceira questão do pré-teste demonstram que eles compreenderam que o movimento de queda livre é um movimento uniformemente acelerado, ou seja, que a aceleração sofrida pelas esferas é sempre constante, porém os alunos não conseguiram indicar o valor da aceleração como solicitado na questão. Isso faz com que as respostas sejam classificadas como parcialmente corretas. O aluno A2 pareceu estar com dúvidas, apresentando 3 valores distintos para a aceleração da gravidade, faltando a unidade de medida, e o aluno A12 não indicou o valor dessa aceleração, como podemos observar nas respostas transcritas a seguir:

(A2): $9,8^2$ ou 10^2 ou 10^3 algo semelhante. Existe sim uma aceleração.

(A12): Sim, independentemente da massa do objeto a aceleração será a mesma.

No pré-teste, apenas o aluno A5 apresentou a resposta correta, o que significa que esse aluno compreende que no movimento de queda livre a aceleração é constante, uma vez que ele respondeu que:

(A5): Sim, ambos teriam a mesma aceleração $9,8\text{m/s}^2$.

Com relação ao pós-teste, nota-se uma evolução significativa da aprendizagem conceitual dos alunos, uma vez que dos 13 alunos 9 deles responderam à questão 3 corretamente. Com esse resultado, infere-se que os alunos após a SEI compreenderam que um movimento de queda livre é **uniformemente acelerado**. Antes da SEI apenas 1 aluno demonstrou saber esse conceito, como discutido anteriormente. As respostas dos alunos à questão 3 estão apresentadas a seguir:

(A1): Sim, $9,8\text{m/s}^2$ para ambas independentes da massa.
 (A2): Sim, a aceleração é a mesma $9,8\text{m/s}^2$ ou podemos arredondar para 10m/s^2 , pois é uma aceleração constante.
 (A3): O valor de número é constante 10m/s^2 .
 (A4): Sim, ambos têm a aceleração de $9,8\text{m/s}^2$.
 (A5): Sim, há uma aceleração de $9,8\text{m/s}^2$ nos dois casos.
 (A8): Sim. Na terra é $9,8\text{m/s}^2$.
 (A10): Sim, a aceleração será de $9,8\text{m/s}^2$, pois essa é a aceleração da gravidade da terra.
 (A12): Sim, a aceleração é constante nos dois casos e o valor da aceleração é de 10m/s^2 .
 (A13): Sim, há uma aceleração de $9,8\text{m/s}^2$ nos dois objetos.

Embora tenha ocorrido uma grande evolução da aprendizagem conceitual da maioria dos alunos após a vivência da SEI, a partir das respostas ao questionário de pós-teste foi possível inferir também que os alunos A6, A7, A9 e A11 apresentaram respostas erradas, sendo confusas ou fora contexto. O aluno A6 afirmou que não há uma aceleração e em seguida expressou o valor da aceleração da gravidade na Terra; o aluno A7 também afirmou que não há aceleração; o aluno A9 afirmou que há uma aceleração e que é constante, porém infere-se que ele não compreendia o que significa constante, pois também afirmou que não é possível calcular um número que está mudando; e o aluno A11 afirmou que há uma aceleração, porém não expressou o seu valor, e finalizou sua resposta explicando como se no caso em questão as esferas estivessem sob a ação de duas acelerações. As respostas desses 4 alunos estão apresentadas a seguir:

(A6): Não, só há queda livre no vácuo, porém a aceleração ocorre na terra que é igual a $9,8\text{m/s}^2$.
 (A7): Não. Só no caso da queda livre por vácuo a aceleração da Lua é $1,6\text{m/s}^2$
 (A9): Sim. A aceleração é constante, ou seja, não é possível calcular um número que está sempre mudando
 (A11): Sim. A menor massa vai cair devagar e a maior vai cair mais rápido.

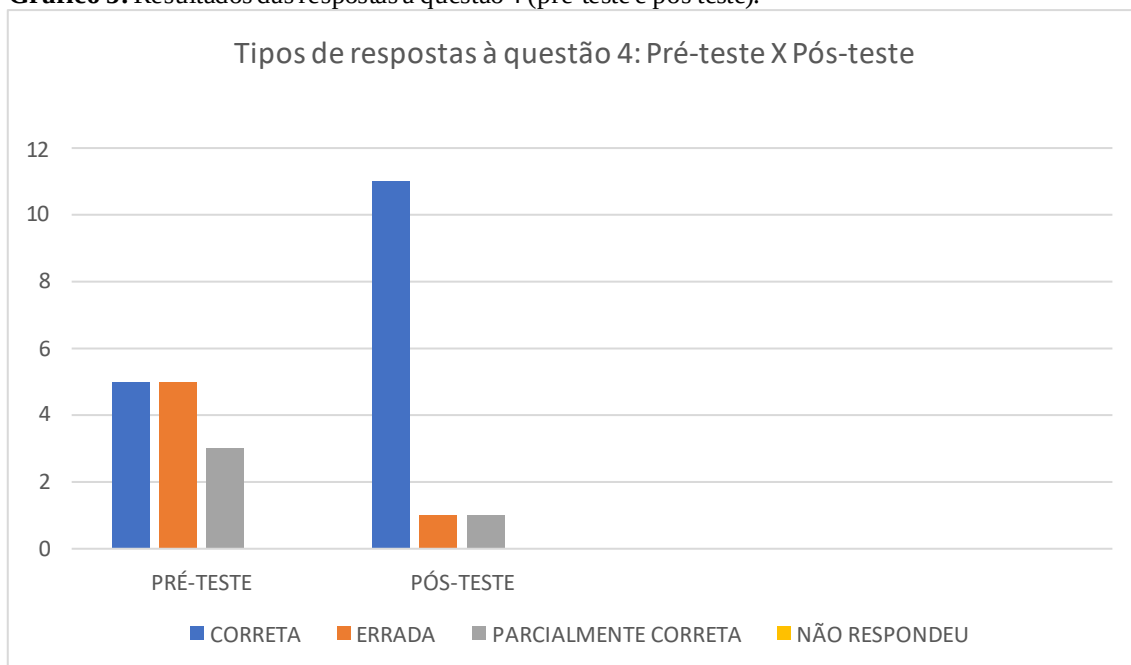
- **Quarta questão**

Com a quarta questão espera-se que os alunos apresentem em suas respostas que o tempo de queda livre na situação exposta no enunciado da questão são diferentes por estarem sob gravidades diferentes. Assim, o enunciado da quarta questão é: **Suponha que uma pedra de 10 kg é solta na superfície da Terra e em seguida é solta na Lua,**

a partir de uma mesma altura. Pode-se afirmar que o tempo de queda é igual nos dois casos? Explique.

Após análise das respostas dadas pelos alunos para a quarta questão do pré-teste e pós-teste, obtivemos os seguintes dados apresentados no Gráfico 5:

Gráfico 5: Resultados das respostas à questão 4 (pré-teste e pós teste).



Fonte: Acervo da autora.

Com o gráfico 5 podemos inferir que dos 13 alunos que responderam à quarta questão do pré-teste, 5 deles responderam corretamente, 5 erraram e 3 responderam de forma parcialmente correta.

Após analisar as respostas erradas dos estudantes, observa-se que no pré-teste os alunos A1, A9, e A11 demonstraram compreender que os tempos de queda de uma pedra que está em queda livre na superfície da Terra e na Lua são diferentes, porém erroneamente eles justificaram que é devido à ausência de gravidade na Lua. No que compete à resposta do aluno A3, observa-se que ele demonstrou não ter conhecimento acerca do que a questão estava perguntando, ou não levou a sério a atividade requerida. O aluno A7 afirmou que o tempo de queda em ambos locais são os mesmos, justificando que a densidade da pedra é a mesma, o que caracteriza também a resposta como errada. As respostas dadas pelos alunos citados estão apresentadas a seguir:

(A1): Não, pois na terra tem a força da gravidade e na lua não há gravidade.
(A3): Essa justificativa não seria adequada, pois tem consequências desadequada.
(A7): O tempo de queda da terra a da lua são os mesmos, pois a densidade da pedra é a mesma.
(A9): Não, pois a Lua não tem gravidade, ou seja, o objeto iria flutuar, já na terra tem gravidade, então a pedra iria cair em queda livre.
(A11): Não, pois no espaço não tem gravidade, já na terra tem.

As respostas dadas pelos alunos A2, A4 e A13 para a quarta questão do pré-teste classificam-se como parcialmente corretas, uma vez que os alunos compreenderam que o tempo de queda de uma pedra em queda livre na superfície da Terra ou na Lua são diferentes devido à gravidade, porém os alunos A2 e A4 não deixaram claro em suas respostas que a gravidade da Terra e da Lua são diferentes. O aluno A13 foi mais preciso em sua justificativa, porém se apropriou do termo “pesada” para se referir à intensidade da gravidade e também respondeu que a gravidade da Lua é de $1,9 \text{ m/s}^2$ quando é de $1,6 \text{ m/s}^2$. As respostas estão apresentadas abaixo:

(A2): Acho que não por causa da gravidade, mas também não sei como explicar a gravidade e como ela funciona.
(A4): Não, por conta da gravidade.
(A13): Não a gravidade da Terra é mais “pesada” $9,8 \text{ m/s}^2$ e a Lua $1,9 \text{ m/s}^2$.

As respostas dos alunos A5, A6, A8, A10 e A12 para a quarta questão do pré-teste demonstram que eles compreenderam que os tempos de queda de uma pedra que está em queda livre na superfície da Terra ou na Lua são diferentes, devido a diferença de gravidade da Terra e da Lua, como podemos observar nas respostas a seguir:

(A5): Não, porque a gravidade na Lua é diferente da Terra; portanto o tempo de queda não seria igual.
(A6): Não, a gravidade das duas são diferentes assim variando o tempo de queda.
(A8): Não, pois a gravidade da Terra é maior do que a da Lua, então vai cair na terra primeiro.
(A10): Não, pois haverá uma aceleração diferente.
(A12): Não, pois a Lua tem menos gravidade do que a Terra.

Com os dados apresentados no Gráfico 5, comparando-os com os do pós-teste, foi possível observar uma evolução conceitual significativa após a SEI, uma vez que das 13 respostas dadas pelos alunos 11 estão corretas, 1 parcialmente correta e apenas 1 errada. As respostas corretas dadas pelos alunos estão apresentadas a seguir:

(A1): Não, pois a aceleração gravitacional é diferente uma da outra, a da Lua é $1,6\text{m/s}^2$ e a da Terra $9,8\text{m/s}^2$.

(A2): Não, o tempo muda por conta da gravidade e aceleração, já que na Terra é $9,8\text{m/s}^2$ e na Lua é $1,6\text{m/s}^2$.

(A4): Não, na Terra o tempo de queda seria muito menor, pois a aceleração gravitacional é de $9,8\text{m/s}^2$. Já na Lua o tempo de queda é maior, pois sua aceleração gravitacional é de $1,6\text{m/s}^2$.

(A5): Não, pois a gravidade é diferente.

(A6): Não, quando solta na Terra a sua aceleração será maior, assim demorando um menor tempo para cair, diferente da Lua que a aceleração é menor e consequentemente demorará mais tempo para cair.

(A7): Não, a gravidade da Terra é $9,8\text{m/s}^2$ já a da Lua é de $1,6\text{m/s}^2$, nesse caso a pedra na Terra é mais avançada.

(A8): Não, só por causa da gravidade da Terra $9,8\text{m/s}^2$ e a da Lua é de $1,6\text{m/s}^2$.

(A9): Não, pois a gravidade da Lua é mais baixa do que a da Terra, ou seja, é evidente que a pedra irá cair mais rápido na Terra.

(A10): Não, a queda será diferente, pois a gravidade deles não são iguais e na Lua não há resistência do ar.

(A12): Não, pois a gravidade da Terra é maior que a da Lua, então o tempo de queda da Terra será mais rápido.

(A13): Não, pois a aceleração gravitacional é diferente nas duas superfícies fazendo com que na Terra o objeto caia mais rápido e na Lua de maneira mais lenta.

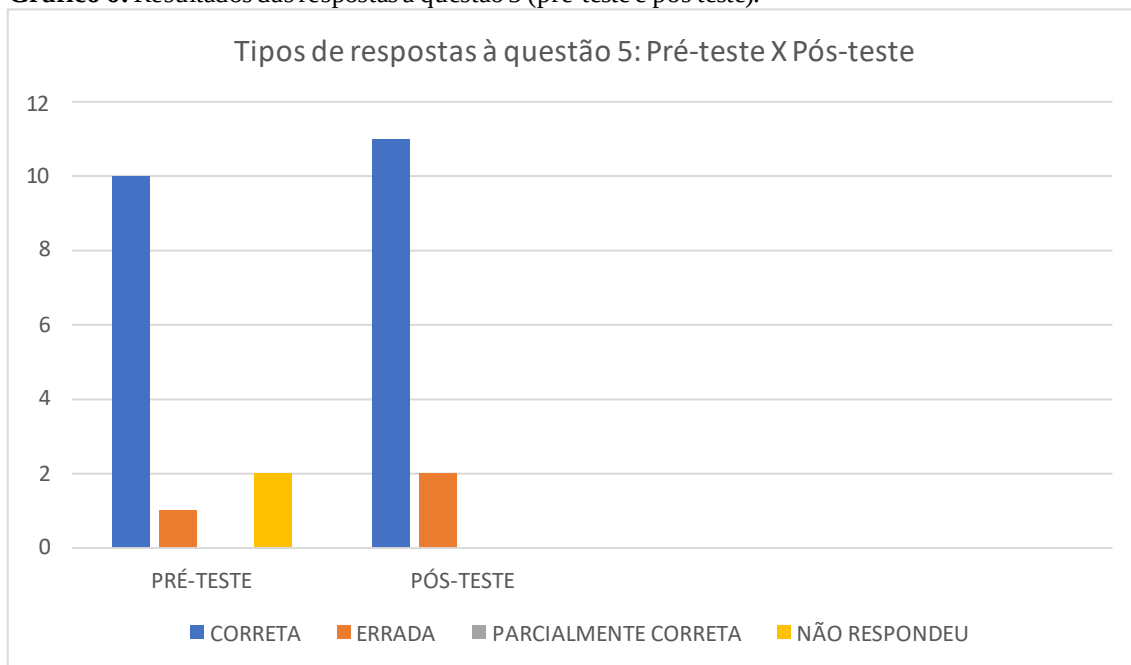
Assim, no que compete à resposta do aluno A3 classifica-se como errada, visto que ele afirmou que o tempo de queda nos dois casos seria diferenciado ou constante, como podemos observar na transcrição: (A3): *Não, o valor seria diferenciado ou constante em modo.* Já a resposta do aluno A11 classifica-se como parcialmente correta, pois ele deixou claro que o tempo de queda é diferenciado, porém não justificou sua resposta, como podemos observar a seguir: *Não, na Lua vai cair mais devagar, a Lua tem vácuo e na Terra não.*

- **Quinta questão**

Com a quinta espera-se que os alunos apresentem em suas respostas que na queda livre a aceleração é sempre constante, de forma que quando um objeto é abandonado com velocidade inicial nula e sofre uma queda livre, sua velocidade aumentará em cada segundo. Assim, o enunciado da quinta questão é: **Quando um objeto está em queda livre, o que acontece com o valor de sua velocidade continuamente?**

Após análise das respostas dadas pelos alunos para a quinta questão do pré-teste e pós-teste, obtivemos os seguintes dados apresentados no Gráfico 6:

Gráfico 6: Resultados das respostas à questão 5 (pré-teste e pós teste).



Fonte: Acervo da autora.

Com os dados apresentados no Gráfico 6, podemos inferir que dos 13 alunos que responderam à quinta questão do pré-teste, 10 deles responderam corretamente, 1 aluno errou e 2 não responderam. A seguir estão apresentadas as respostas corretas dos alunos para a questão 5 do pré-teste:

- (A1): Aumenta a cada segundo, ou seja, há uma aceleração.
- (A2): Aumenta
- (A3): Ela vai aumentando cada instante.
- (A5): Aumenta.
- (A7): O valor da velocidade a cada segundo estaria aumentando.
- (A8): Vai aumentando com o decorrer do tempo.
- (A9): Aumenta.
- (A10): Aumenta a velocidade.
- (A11): Em cada segundo sua velocidade aumenta.
- (A12): A cada segundo sua velocidade aumenta.

Os alunos A4 e A13 não responderam a quinta questão do pré-teste e o aluno A6 respondeu incorretamente, uma vez que afirmou que (A6): *A velocidade aumenta juntamente com a aceleração*. Porém, vale ressaltar que no movimento de queda livre a aceleração é sempre constante.

O Gráfico 6 também nos mostra que para o questionário de pós-teste dos 13 alunos que responderam a quinta questão, 11 deles responderam corretamente e apenas 2 erraram.

Vale ressaltar que dentre os alunos que responderam corretamente a quinta questão no questionário de pós-teste, consta-se os alunos A4 e A13 que não responderam a quinta questão do pré-teste e o aluno A6 que respondeu essa questão incorretamente no pré-teste. Assim, observa-se que os alunos após a vivência da SEI compreenderam que o movimento de queda livre é um movimento uniformemente acelerado. Portanto, compreenderam que a velocidade corpo aumenta sempre numa mesma proporção, de forma que quando um objeto é abandonado com velocidade inicial nula e sofre uma queda livre, sua velocidade aumenta continuamente. As respostas dos alunos estão apresentadas abaixo:

- (A1): Aumenta uniformemente, há uma aceleração uniforme.*
- (A2): Aumenta de acordo com a aceleração.*
- (A4): Aumenta regularmente*
- (A5): A sua velocidade aumenta 9,8 m/s.*
- (A6): Aumentará. A velocidade irá aumentar conforme o objeto (corpo) esteja caindo, diferente da aceleração que continua estável.*
- (A7): O valor de sua velocidade irá aumentar a cada segundo.*
- (A8): A cada segundo a velocidade aumenta, tipo de um exemplo é um celular caindo de uma mesa.*
- (A9): Ela aumenta cada metro por segundo.*
- (A10): Aumenta a cada segundo.*
- (A11): Vai aumentar constantemente.*
- (A13): Aumenta 9,8 m/s a cada segundo*

Com o questionário de pós-teste, podemos observar também que apesar do alto índice de acertos, dois alunos erraram essa questão. A resposta dada pelo aluno A3 classifica-se como errada, pois ele utilizou o termo acelerando, o que dá a entender que compreende que a aceleração está variando. Já a resposta do aluno A12 demonstra uma falta de compreensão em relação ao conceito de queda livre, pois é um movimento que ocorre no vácuo e com aceleração constante ocasionando no aumento da sua velocidade. As respostas dadas pelos alunos estão descritas abaixo:

- (A3): Ela vai acelerando e aumentando em nível médio.*
- (A12): Ela aumenta a cada segundo, mais se estiver no vácuo a velocidade é a mesma.*

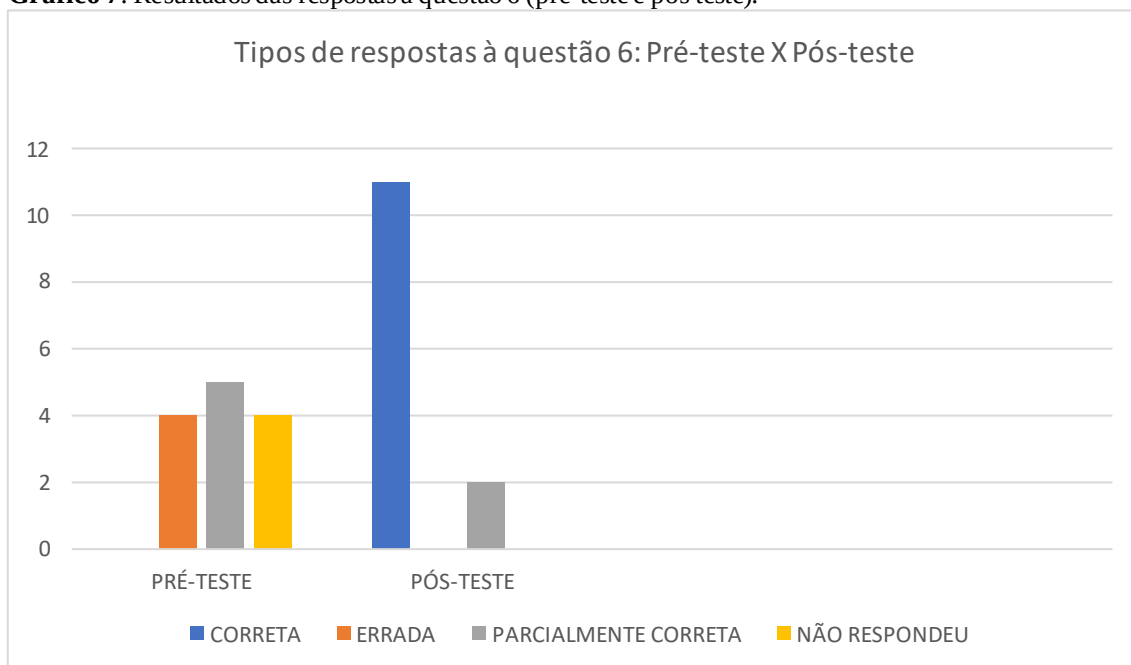
- **Sexta questão**

Com a sexta questão, espera-se que os alunos apresentem exemplos de situações do seu cotidiano bem como exemplo de aplicações tecnológicas relacionadas com o

conhecimento científico do conteúdo queda livre. Assim, o enunciado da sexta questão foi: **Cite exemplos do seu cotidiano e aplicações tecnológicas que envolvem o conteúdo de queda livre.**

Após análise das respostas dadas pelos alunos para a sexta questão do pré-teste e pós-teste, obtivemos os seguintes dados apresentados no Gráfico 7:

Gráfico 7: Resultados das respostas à questão 6 (pré-teste e pós teste).



Fonte: Acervo da autora.

Com os dados apresentado no Gráfico 7, podemos inferir que dos 13 alunos que responderam a sexta questão do pré-teste, 5 deles responderam à questão de forma parcialmente correta, 4 alunos erraram e 4 não responderam.

A partir das respostas dadas pelos estudantes para a sexta questão do pré-teste, foi possível inferir que eles não conheciam ou lembravam de aplicações tecnológicas que envolviam o conteúdo de queda livre, uma vez que nenhum aluno citou exemplos tecnológicos. Também foi possível perceber, que durante o questionário de pré-teste os conceitos prévios dos estudantes sobre o conteúdo de queda livre eram superficiais, já que em suas respostas sobre exemplos cotidianos foram apresentados exemplos que fogem do conteúdo. A seguir estão apresentadas as respostas parcialmente corretas dos alunos para a questão 6 do pré-teste:

(A1): Um salto de paraquedas, a queda de um lápis, a folha seca da árvore caindo no chão, pessoas jogando vôlei e deixando a bola cair.

(A2): Um objeto caindo sem querer.
(A5): Derramar café do alto de um prédio e ele cair na calçada; uma borracha que cai da mão, um pulo na piscina e etc.
(A8): Quando derrubamos algo no chão.
(A11): A chuva, quando joga uma bola pra cima e quando deixo algo cair no chão.

No que se classifica como resposta errada, é aquela que foge totalmente do conteúdo de queda ou utiliza-se de uma justificativa que não condiz com o conhecimento científico. As respostas dadas pelos alunos A3, A7 e A12 estão nesse grupo de classificação, já que na resposta do aluno A3 e A6 são apresentados exemplos em que a resistência do ar não é desprezível, e as respostas dos alunos A7 e A12 não são movimentos verticais. Assim, esses alunos não apresentaram exemplos cotidianos ou tecnológicos que condizem com os conceitos científicos do conteúdo de queda livre; as suas respostas estão apresentadas a seguir:

(A3): Balão, quando cai em movimento.
(A6): Queda de cabelo tem uma massa bem pequena assim tendo uma queda rápida.
(A7): Quando joga pedra em uma mangueira para retirar uma manga.
(A12): Quando a gente anda ou corre.

Os alunos A4, A9, A10 e A13 não responderam à sexta questão do questionário de pré-teste. Porém, após análise do questionário de pós-teste, foi possível observar que dos 13 alunos que responderam à sexta questão do questionário, 10 a responderam corretamente, e dentre esses 10 estão os alunos A4, A9, A10 e A13. Também foi possível observar que 3 alunos responderam de forma parcialmente correta, e nenhum aluno respondeu incorretamente a essa questão. Assim, infere-se uma evolução dos conhecimentos dos alunos após a vivência da SEI, visto que no questionário de pré-teste nenhum deles respondeu essa questão corretamente. Abaixo estão apresentadas as respostas dos alunos para a sexta questão do pós-teste.

(A1): Um celular caindo no chão, tecnológico o bate estaca.
(A2): O bate estaca é um exemplo, um celular caindo também, pois a resistência do ar é nula.
(A3): Quando cai algo no chão. Bate estaca.
(A4): A queda de um caderno e o bate estaca.
(A6): A queda de uma bola de papel onde a resistência do ar que age é desprezível. Bate estaca é um exemplo de aplicação tecnológica onde a queda livre ocorre quando a máquina bate na estaca, assim firmando o objeto no solo, as batidas é um exemplo de queda livre.
(A7): Um exemplo no cotidiano é, eu estou na sala de aula e meu estojo cai no chão, daí ele vai cair livre. A tecnológica é a aplicação de estaca na

construção civil, nesse caso quando vai batendo à estaca vai perfurando mais o solo.

(A8): Um exemplo do cotidiano um celular caindo, e uma aplicação tecnológica é um bate estaca.

(A9): Quando um celular cai de uma certa altura e no meio do trabalho com o bate estaca.

(A10): Uma pena ou algum objeto caindo e uma aplicação tecnológica seria a máquina bate estaca que é máquina usada para comprimir terra.

(A11): Um celular caindo no chão, o bate estaca é um exemplo tecnológico.

(A13): Quando uma caneta cai da mesa é um exemplo cotidiano de algo próximo a queda livre, pois a resistência do ar é desprezível nesse caso. Uma aplicação tecnológica é o bate estaca usado em construções civis, ele prensa o solo enquanto finca uma estaca, deixando a construção mais segura e firme. Ele é solto sobre a estaca, a gravidade o acelera, aumentando a sua força.

As respostas dadas pelos alunos A5 e A12, são classificadas como parcialmente corretas, uma vez que os alunos apresentaram apenas um exemplo cotidiano e não apresentaram aplicação tecnológica, como podemos observar a seguir:

(A5): No cotidiano é fácil ver a queda livre acontecendo quando algo cai de algum lugar etc.

(A12): Quando derrubamos algum objeto no chão, por exemplo, e aplicações tecnológicas.

Nas respostas apresentadas pelos estudantes, nota-se que eles trouxeram exemplos cotidianos que se aproximam ao de queda livre, principalmente aqueles que ocorrem em pequenas alturas, considerando a resistência do ar desprezível como discutido durante a vivência da SEI, assim como também o bate estaca como aplicação tecnológica, que foi citado durante a etapa de contextualização social do conhecimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o ensino de ciências, os PCNs orientam que no contexto da sala devem ser trabalhados conteúdos que desenvolvam nos alunos conceitos, mas também procedimentos e atitudes. Nesse contexto, são necessários abordagens e estratégias de ensino que superem a passividade dos alunos, que é frequentemente observada no ensino tradicional.

Diante disso, esta pesquisa teve como objetivo analisar as aprendizagens desenvolvidas pelos alunos durante a vivência de uma SEI sobre queda livre de corpos. Nesta seção são apresentadas ponderações sobre a análise das atividades e as respostas dos alunos aos questionários no processo de vivência de uma SEI, com o propósito de mostrar que o ensino por investigação pode contribuir para o desenvolvimento de aprendizagens no ensino de Física, não só em termos de conceitos, mas também de procedimentos e atitudes.

Assim, decidiu-se, ao longo de uma SEI, investigar evidências da aprendizagem conceitual de alunos da primeira série do Ensino Médio, do curso de Edificações, sobre queda livre dos corpos e caracterizar as atitudes e procedimentos desenvolvidos pelos alunos. A análise das evidências da aprendizagem de conceitos científicos se deu por meio das atividades e de um questionário de pré-teste, cujo objetivo foi conhecer os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do conteúdo de queda livre, e de um questionário de pós-teste, com o objetivo de identificar mudanças de aprendizagem conceitual em relação aos conhecimentos prévios explanados pelos alunos nas respostas ao questionário de pré-teste. A caracterização das atitudes e procedimentos desenvolvidos pelos alunos se deu a partir das atividades vivenciadas durante a SEI.

A partir das etapas de análise do conteúdo de Bardin (2011) foi possível apresentar os resultados dos dados coletados. Assim, na primeira etapa da SEI, foi iniciada uma problematização teórica e experimental, na qual foi gerado um diálogo entre a professora/pesquisadora e os alunos. Ainda nessa etapa também foi apresentado um problema para ser solucionado em grupo.

As atividades desenvolvidas durante a etapa de problematização desencadearam mudanças procedimentais e atitudinais nos alunos, pois eles observaram, selecionaram e captaram informações acerca do fenômeno estudado, queda livre; puderam ter um

posicionamento crítico e investigativo frente à questão problema; elaboraram hipóteses e apresentaram o que compreenderam de forma oral e escrita e com respeito às opiniões dos colegas. A partir desses procedimentos e atitudes foram sendo construídas aprendizagens conceituais, pois por meio das falas e registros escritos dos alunos ficou claro que eles compreendem conceitos científicos sobre o fenômeno de queda livre dos corpos, identificando-o como um movimento vertical que ocorre no vácuo, causado pela gravidade sobre um corpo, com aceleração constante, em que a massa do corpo não influencia na sua velocidade e tempo de queda.

Assim, podemos inferir que o ensino por investigação por meio de SEI propicia a participação ativa dos alunos desde o início do processo de ensino e aprendizagem, possibilitando que eles desenvolvam sua aprendizagem sobre conceitos, procedimentos e atitudes.

Na segunda etapa da SEI, sistematização do conhecimento, foram desenvolvidas atividades como socialização das respostas construídas pelos grupos a respeito da questão do problema proposto na última etapa, retomada do conteúdo por parte da professora/pesquisadora através da discussão na turma e leitura de texto. Durante a vivência dessa etapa, foi possível observar que os alunos se apropriaram de linguagem científica referente ao conteúdo abordado e de seu significado. Também, além dos procedimentos, atitudes e conceitos desenvolvidos na primeira etapa, os alunos desenvolveram atitudes procedimentos, tendo demonstrado isso ao compreender a informação científica do conteúdo e relacioná-la com outros contextos, inclusive com situações do cotidiano.

Na terceira etapa da SEI, contextualização social do conhecimento, foram desenvolvidas atividades de contextualização do conhecimento científico estudado, o que envolveu a discussão de situações cotidianas e tecnológicas envolvendo queda livre e realização de atividade prática na sala de aula. Foi possível observar que a vivência das atividades contribuiu para aprendizagem do conteúdo científico, pois deu significado para os alunos, ao estabelecer vínculos com a realidade dos estudantes, visto que a aprendizagem ocorre quando é significativa para o aluno (Zabala, 1998). Também foi possível observar que além dos conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos nas etapas anteriores, nessa etapa foram desenvolvidas novas atitudes, como valorizar de forma crítica o conhecimento dos usos e abusos da ciência. Essa criticidade é de grande

importância, pois a educação científica influencia nas atitudes dos alunos durante sua vida social fora da sala de aula (Pozo; Gómez-Crespo, 2009).

Com os resultados apresentados, nota-se que o ensino do conteúdo Queda Livre por meio de SEI permite que eles desenvolvam gradualmente habilidades procedimentais e atitudinais que propiciam o desenvolvimento de habilidades conceituais (Souza; Kim, 2021). Vale ressaltar também que apesar das potencialidades apontadas, em caso de interesse em utilizar a SEI na sala de aula, são necessários pequenos ajustes para melhoria do processo de investigação e desenvolvimento ativo dos alunos na SEI, já sugeridos na seção anterior, a exemplo de retirar a problematização teórica, substituindo-a pela comparação do experimento por vídeo e o apresentado em sala e reformular a questão exercício. Outro aspecto importante a ser lembrado é que o(a) professor(a) tem grande importância no ensino por investigação, sendo necessário que assuma o papel de motivador, orientador e questionador, devendo evitar responder a dúvidas dos alunos de forma direta ou mesmo confirmar ou negar hipóteses apresentadas por eles, pois isso pode inibir a participação ativa dos demais estudantes.

Nas respostas ao questionário de pré-teste, constatou-se que os conhecimentos prévios dos alunos não correspondiam aos conhecimentos físicos relativos ao conteúdo de queda livre, uma vez que os alunos não conseguiram descrever com suas palavras o que é queda livre e apresentaram concepções errôneas, ao afirmar, por exemplo, que a massa do objeto influencia na velocidade e no tempo de queda de um objeto, que a aceleração da gravidade varia e que na Lua não tem gravidade. Eles também não conseguiram correlacionar o fenômeno de queda livre com situações do cotidiano e com aplicações tecnológicas. Nas respostas apresentadas por meio do questionário de pós-teste foi possível observar que os alunos apresentaram uma evolução significativa acerca dos conhecimentos científicos, visto que conseguiram conceituar queda livre e superar suas concepções errôneas apresentadas nas respostas ao questionário de pré-teste.

Nesse contexto, respondendo à questão desta pesquisa: As atividades desenvolvidas em uma SEI sobre tema referente à Física contribuem para a aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal? A partir dos resultados obtidos, infere-se que as atividades investigativas utilizadas nessa SEI contribuíram para a aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes, tendo em vista que durante a vivência da SEI essas aprendizagens puderam ser evidenciadas. Assim, a SEI aqui apresentada sobre Queda Livre apresenta-se como uma estratégia didática com grande potencial para o processo de

ensino e aprendizagem de ciências.

Portanto, com os resultados da investigação desenvolvida nesta pesquisa, espera-se contribuir para a superação de práticas de ensino e aprendizagem baseadas na passividade dos alunos e limitadas à aprendizagem de conceitos. Assim, sugere-se como motivação para pesquisas futuras a aplicação dessa SEI reformulada com os ajustes apresentados na seção anterior, e também o desenvolvimento de outras SEIs que contribuam para o processo de aprendizagem de Física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD-EL-KHALICK, F., et al., (2004). Inquiry in Science Education: International Perspectives. **Science Education**, 88(3), 397-419. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.10118>. Acesso em: 20 de Mai. de 2023.
- AGUIAR, D. V. **Pensando a Física durante um alagamento numa tempestade**. 2021. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Rio de Janeiro, 2021.
- ALMEIDA, M. K. e S. X. de. **Física Térmica com Ênfases curriculares em CTSA ensino por Investigação**. 2016. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Centro de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Natal, 2016.
- ANJOS, D. G. S. **Atividades experimentais investigativas em física na perspectiva do ensino híbrido**. 2022. Dissertação (Mestrado) Instituto Federal do Espírito Santo, Cefor, Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática, Espírito Santo, 2022.
- ARAÚJO, R. P.; UCHOA, J. D. **As dificuldades na aprendizagem de física no ensino médio da Escola Estadual Dep. Alberto de Moura Monteiro**. 2015. 15 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Angical do Piauí, 2015.
- AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula**. In: CARVALHO, Ana Maria Pessoa de Ensino de Ciências – Unindo a Pesquisa e a Prática. 1ª ed. São Paulo: Thompson, Cap. 2, p. 19 – 33, 2012.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARRELO JUNIOR, N. **Promovendo a Argumentação em sala de aula de Física Moderna e Contemporânea - Uma Sequência e Ensino Investigativa e as Interações Professor-Aluno**. 2015. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Área de Concentração: Ensino de Física - Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2015.
- BARROSO, A.L.R; DARIDO, S.C. A pedagogia do esporte e as dimensões dos conteúdos: conceitual, procedimental e atitudinal. **R. da Educação Física/UEM**, v. 20, n. 2, p. 281-289, Maringá, 2009. Disponível em: [file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/3884-Article%20Text-26191-1-10-20090804%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/3884-Article%20Text-26191-1-10-20090804%20(1).pdf). Acesso em: 15 Dez. 2023.
- BERNINI, D. S. D.; COSTA NETO, P. L. O.; GARCIA, S. Objetivos procedimentais, atitudinais e conceituais na avaliação da aprendizagem. In: Workshops do CBIE. Rio de Janeiro. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. 2012. Disponível em: <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/wcbie/article/viewFile/1938/1698>. Acesso em: 09 Nov. 2023.

BIANCHINI, T. B. **O ensino por investigação abrindo espaços para argumentação de alunos e professores do ensino médio.** 2011. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.

BORGES, R. C. P. **Formação de formadores para o ensino de ciências baseado em investigação.** 2010. 257 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação: Ensino de Ciências e Matemática, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais. 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio): Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília 2002.

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

BRAGA, M. C. F. T. **Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para o ensino de Termodinâmica no ensino médio.** 2018. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação do Mestrado Nacional. Universidade de Viçosa, Minas Gerais, 2018.

BRITO, B.C.S.B, et al. Ensino por investigação: uma abordagem didática no ensino de Ciências e Biologia. **Vivências em Ensino de Ciências**, v.2, n.1, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/vivencias/article/view/238687>. Acesso em: 13 Jan. 2024.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências.** São Paulo: Cortez, 2005.

CALDAS, L. H. M. **Ensino por investigação: uma proposta metodológica para atividades formativas de professores de química em uma escola de Caruaru-PE.** 2018. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, 2018, Caruaru (PE).

CAMPELO, D. F. **Sequência de ensino investigativa para o estudo do efeito Fotovoltaico em uma abordagem experimental na perspectiva da teoria de campos conceituais de Vergnaud.** 2019. Dissertação (Mestrado). Programa de pós Graduação em Rede – Ensino de Física em Rede Nacional, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: CENCAGE Learning, 2013.

CUNHA, M. V. da. **Psicologia da educação.** Rio de Janeiro: Lamparina, 2008, 4 . ed., p.96.

CONCEIÇÃO, C. G. **A Física das Instalações Elétricas Residenciais.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Física, Programa de Pós Graduação em Ensino de Física, Rio de Janeiro 2021.

- ESMERALDO, G. G. S. L. Elementos constituintes da sociedade moderna e sua política geral de verdade para a organização da Educação Moderna. **Jornada Internacional de Políticas Públicas**, Ceará, 2011. Disponível em: http://www.joinpp.ufma.br/jornadas/joinpp2011/CdVjornada/JORNADA_EIXO_2011/IMPASSES_E_DESAFIOS_DAS_POLITICAS_DE_EDUCACAO/ELEMENTOS_CONSTITUINTEIS_DA_SOCIEDADE_MODERNA_E_SUA_POLITICA_NEW.pdf. Acesso em: 28 de jul. de 2023.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.
- GONÇALVES, E. B.; JESUS, A. R. de. Ensino e aprendizagem na perspectiva histórico-crítica: algumas reflexões. **O professor PDE e os desafios da escola pública Paranaense**. 2010, v. 1. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2010/2010_uel_ped_artigo_edilene_brancahio.pdf. Acesso em: 05 de Mai. de 2023.
- HARLEN, W. Evaluating Inquiry-Based Science Developments – A Paper Commissioned the National Research Council in Preparation for Meeting on the Status of Evaluation of Inquiry-Based. **Science Education**. Bristol-Myers Squibb Foundation, 2004. Disponível em: <https://studylib.net/doc/18674543/evaluating-inquiry-based-science-developments>. Acesso em 29 Nov. 2023.
- HILÁRIO, T. W.; SOUZA, R. R. **Sequência de ensino por investigação**: uma proposta para o processo de alfabetização: produto educacional vinculado à dissertação [manuscrito], 2017.
- LEAL, M. et al. A Queda Livre. **Física Ontem e Hoje - PIBID**, ed. 17º, 2016. Disponível em: https://fisica.alegre.ufes.br/sites/fisica.alegre.ufes.br/files/jornal_online_17a_edicao.pdf. Acesso em: 20 de Jan. de 2023.
- LORENZ, K. M; BARRA, V. **Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil**, período: 1950 a 1980. *Ciência e Cultura*, v.38, n.3, p.1970-83, 1986.
- MAFFI, C. et al. A contextualização na aprendizagem: percepções de docentes de Ciências e Matemática. **Revista Conhecimento Online**, [S. l.], v. 2, p. 75–92, 2019. DOI: 10.25112/rco.v2i0.1561. Disponível em: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistaconhecimentoonline/article/view/1561>. Acesso em: 13 Dez. 2023.
- MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo, SP: Atlas 2003.
- MINAYO, M. C. S. **Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade**. 21. ed. Petrópolis: VOZES, 2002.
- MONTEIRO, J. H. L.; MAGALHÃES, C. H. F. BNCC e suas concepções político-pedagógicas para a educação e educação física: algumas aproximações. **Educação: Teoria e Prática**, [S. l.], v. 33, n. 66, p. e03[2023], 2023. DOI: 10.18675/1981-

8106.v33. n.66.s15633. Disponível em:
<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/educacao/article/view/15633>.
Acesso em: 13 Jan. 2024.

MORAES, J. U. P. **A visão dos alunos sobre o ensino de física:** um estudo de caso. Scientia Plena, [S. l.], v. 5, n. 11, 2011. Disponível em:
<https://www.scienciaplena.org.br/sp/article/view/736>. Acesso em: 4 set. 2023.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. **Interfaces entre teorias de aprendizagem e ensino de ciências/física.** Textos de apoio ao professor de física – Porto Alegre: UFRGS, 2015, v.26 n.6. Disponível em:
https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/tapf_v26_n6.pdf. Acesso em: 01 de Mai. de 2023.

MOREIRA, M. A. **Teoria de aprendizagem.** São Paulo: E.D.U., 1999.

MOURA, F. A. **Ensino de Física por Investigação: Uma proposta para o ensino de Empuxo para alunos do ensino médio.** 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Pará, Belém do Pará, 2018.

MORESI, E.A.D. **Metodologia da Pesquisa.** Brasília, Universidade Católica de Brasília, Mar. 2003.

NASCIMENTO, E. D. O. **Práticas epistêmicas em atividades investigativas de Ciências.** 2015. Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2015.

OLIVEIRA, M. K. **Aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico.** São Paulo: Scipione, 1993.

PALMIERI, M. **Aspectos epistêmicos e conceituais em interações discursivas possibilitadas por atividades investigativas em aulas de Física.** Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Educação científica Matemática e Tecnológica) --Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2019.

PIVATTO, W. B. Os conhecimentos prévios dos estudantes como ponto referencial para o planejamento de aulas de matemática: Análise de uma atividade para o estudo de geometria esférica. **REVEMAT**, v. 9, n. 1, p. 43-57. 2014. Disponível em:
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2014v9n1p43>.
Acesso em: 02 Nov. 2023.

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

QUEIROZ, S. S., et al. Erros e equilibração em psicologia genética. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional.** V. 15, nº 2, Julho/Dezembro de 2011: 263-271, São Paulo. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/pee/a/JSQvxx3Y7Vw3TcyjDncbYqc/?format=pdf&lang=pt>.
Acesso em: 02 de Mai. DE 2023.

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

2008. disponível em: <http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/artigo4.pdf>. Acesso em: 10 de Abr. de 2023.

ROSA, C.W.; ROSA, A. B. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educación**, [S. l.], v. 58, n. 2, p. 1–24, 2012. DOI: 10.35362/rie5821446. Disponível em: <https://rieoei.org/RIE/article/view/1446>. Acesso em: 13 mar. 2023.

SÁ, E. F. **Discursos de professores sobre o ensino de Ciências por investigação**. 2009. Nº fl. 203 Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação da UFMG, Belo Horizonte, 2009.

SANTOS, J. S. Analisando os conceitos de Queda Livre estruturados por alunos do ensino médio em questões abertas investigativas. **Caderno Intersaberes**, v. 9 n. 18, 2020. Disponível em: <https://www.cadernosuninter.com/index.php/intersaberes/article/view/897>. Acesso em 20 Dez. 2023.

SASSERON, L.H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 2008, 265p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

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

SASSERON, L. H. **Ensino por investigação**: pressupostos e práticas. São Paulo, s. d. (Apostila de Licenciatura em Ciências USP/Univesp. 2014, Módulo 7. Capítulo 12. p. 116-124).

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação**: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v.17n. especial, p. 49-67, nov. 2015.

SILVA, M. X. da. **As dificuldades dos alunos do 1º ano do ensino médio m relação a Física**. Monografia (Graduação em Física) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

SILVA, A. H.; FOSSÁ, M. I. T. **Análise de Conteúdo**: Exemplo de Aplicação da Técnica para Análise de Dados Qualitativos. *Qualitas Revista Eletrônica*, [S.l.], v. 16, n. 1, mai, 2015.

SILVA, E. G. **Uma sequência de ensino investigativa sobre a evolução dos Modelos Atômicos: a busca pela argumentação em aulas de Física**. 2017. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás Campus Jataí Programa de pós-graduação em educação para Ciências e Matemática, Jataí, 2017.

SILVA, H. C. L. **DESVENDANDO O UNIVERSO**: uma Sequência de Ensino Investigativa para Promover a Alfabetização Científica nas Aulas de Astronomia. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física)-Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2019.

SILVA, J. R. **Uma Sequência de Ensino Investigativa para abordagem do Efeito Fotovoltaico**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2020.

SILVA, C. R.; GOBBI, B. C.; SIMÃO, A. A. **O uso da análise de conteúdo como uma ferramenta para a pesquisa qualitativa**: descrição e aplicação do método. Universidade Federal de Lavras Minas Gerais, Organizações Rurais & Agroindustriais, v. 7, n. 1, p. 70-81, 2005.

SOUZA FILHO, M. P. et al. Construção do conceito sobre a queda livre dos corpos por meio de atividades investigativas. **In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7., Florianópolis. Anais, UFSC, 2009.** Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1408.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2023.

SOUZA, I. M. R. **Proposta de Ensino Investigativo usando a Indução Eletromagnética e Piezoeletricidade Aplicados aos Sensores de Guitarras e Violões**. 2018. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Física (PPGF), Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

SOUZA, E. B.; KIM, S. C. Ensino de Ciências por investigações: uma sequência didática para o Ensino Fundamental I. **Revista Educação Pública**, v. 21, nº 6, 23 de fevereiro de 2021. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/6/ensino-de-ciencias-por-investigacoes-uma-sequencia-didatica-para-o-ensino-fundamental-i>. Acesso em: 15 Nov. 2023.

TAILLE, Y. J. J. M. R. de. **O erro na perspectiva piagetiana**. Erro e fracasso na escola: alternativas teóricas e práticas. Tradução . São Paulo: Summus, 1997.

TEIXEIRA, P.M.M; MEGID NETO, J. 2017. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v.23,n.4,p.1055-1076, 2017. Disponível: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/cBjf7MPDSy5V5JYwFJR4bd/abstract/?lang=pt>. Acesso: 29 out. 2023.

TRÓPIA, G. **Relações dos alunos com o aprender no Ensino de Biologia por atividades investigativas**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) –Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis: UFSC, 2009.

VIEIRA, R. G. **As reconfigurações do trabalho docente no século XXI [manuscrito]: controle, intensificação e precarização do professor**. 2019. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Ciências Sociais (FCS), Programa de Pós-graduação em Sociologia, Goiânia, 2019.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. Livraria Martins Fontes Editora Ltda, São Paulo, 1991.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Tradução E. Rosa. Porto Alegre (RS): Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades Investigativas no Ensino de Ciências: Aspectos Históricos e Diferentes Abordagens. **Rev. Ensaio**. v. 13, n. 03, p. 67-80, set-

dez, 2011, Belo Horizonte. disponível em:
<https://www.scielo.br/j/eped/a/LQnxWqSrmzNsrRzHh3KJYbQ/?format=pdf>. Acesso
em: 19 de Jan. de 2023.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA – PPGEICIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

APÊNDICE I

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido Prezado participante, você está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa “Uma Abordagem sobre Queda Livre por meio de Sequência de Ensino Investigativa na Educação Básica” de responsabilidade da pesquisadora Thaís Silva dos Reis, aluna do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, nível Mestrado, da Universidade Federal de Sergipe, sob a orientação da Profa. Dra. Divanizia do Nascimento Souza.

A pesquisa tem como objetivo investigar se a utilização de uma sequência de ensino investigativa sobre o conteúdo de Queda Livre dos Corpos no ensino de Física contribui para promover a aprendizagem desse conteúdo, na qual consiste em participar nas aulas sobre o conteúdo de Queda Livre dos Corpos e durante a pesquisa responder a um questionário sobre o tema que será estudado.

Você está livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar sua recusa não causará nenhum tipo penalidade. Caso aceite, você receberá todos os esclarecimentos necessários antes, durante e após a finalização da pesquisa. Você também poderá, a qualquer momento, desistir de colaborar com a pesquisa, e ao sair, poderá retirar seu consentimento, sem com isso causar nenhuma penalidade para você e nem para a pesquisadora. Sua participação é voluntária e livre de qualquer remuneração ou benefício.

Para preservar seu anonimato e sigilo, serão utilizados códigos para substituir seu nome durante a elaboração e publicação dos resultados, de forma que omita totalmente as informações que possam identificá-lo(a), conforme estabelecido na Resolução CNS nº466 de 2012 e nº 510 de 2016 do Conselho Nacional de Saúde.

A pesquisa prevê possíveis riscos a seus participantes como cansaço psicológico ou físico ao responder as questões do questionário e/ou ao participar das aulas, porém

quando solicitado, as pesquisadoras poderão contribuir com aconselhamentos e orientações para amenizar qualquer desconforto que venha sentir. Como benefício, espera-se que você aprenda o conhecimento científico presente no conteúdo de Queda Livre dos Corpos, desenvolva um pensamento crítico perante as situações do seu cotidiano e autonomia durante o processo de construção do conhecimento.

Você terá direito a assistência e a solicitar indenização, por parte da pesquisadora e das instituições envolvidas nas diferentes fases da pesquisa através das vias judiciais conforme Resolução CNS nº 466/2012, Resolução CNS nº 510 de 2016, Artigo 19 e Código Civil (Lei 10.406 de 2002), artigos 927 a 954, capítulos I e II, caso venha sofrer qualquer tipo de dano devido sua participação neste estudo, previsto ou não neste termo.

Os dados coletados nessa pesquisa ficarão sob responsabilidade da pesquisadora responsável, que serão mantidos por cinco anos e somente poderão ser utilizados para fins exclusivamente científicos, ou seja, para obtenção dos resultados e objetivos da pesquisa. A pesquisadora se compromete em informar e entregar os resultados da pesquisa a você e ao seu responsável legal de forma gratuita.

Caso você tenha dúvidas em relação à pesquisa, segue os nossos contatos. Thaís Alves Reis – Tel. (79) 99913-4325, e-mail: thaisreis1995@hotmail.com (Mestranda responsável pela pesquisa) e Dra. Divanizia do Nascimento Souza – Universidade Federal de Sergipe – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Tel.: (79) 9 9121-4461, e-mail: divanizia@gmail.com (Orientadora do curso de Mestrado).

Este projeto foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe -CEP/UFS. As informações com relação à assinatura do TALE ou sobre os direitos dos participantes da pesquisa podem ser obtidas através do Comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de Sergipe, a partir do endereço: Rua Cláudio Batista s/nº, Bairro: Sanatório – Aracaju/SE, CEP: 49.060-110, contato por e-mail: cep@academico.ufs.br. Telefone e horários para contato: (79) 3194-7208 de segunda a sexta-feira das 07h às 12h.

Este documento foi elaborado em duas vias que serão assinadas e rubricadas, uma via deverá ser devolvida porque ficará com a pesquisadora e a outra com você, é importante que sua via seja guardada. Desde já, agradecemos sua atenção e colocamos à disposição para maiores informações.

Consentimento para participação

Eu, _____ após ter sido devidamente informado(a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa e que posso tirar qualquer dúvida sobre a realização desta pesquisa a qualquer momento, concordo em participar do estudo. Declaro que recebi minha via deste termo de consentimento, e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas. Sei que poderei continuar ou desistir da participação na pesquisa, se assim desejar e que isso não nos trará nenhum prejuízo.

Lagarto/SE, _____ de _____ de 2023

Assinatura do(a) participante da pesquisa

Assinatura do(a) responsável pelo participante da pesquisa

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária, o Consentimento Livre e Esclarecido deste(a) participante para o presente estudo. Declaro ainda que me comprometo a cumprir todos os termos aqui descritos.

Thaís Alves Reis

Pesquisadora Responsável - PPGEICIMA/UFS Matrícula: 20221100424



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA – PPGECIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

APÊNDICE II

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO -TCLE

Prezado, seu filho está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa “Uma Abordagem sobre Queda Livre por meio de Sequência de Ensino Investigativa na Educação Básica” de responsabilidade da pesquisadora Thaís Silva dos Reis, aluna do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, nível Mestrado, da Universidade Federal de Sergipe, sob a orientação da Profa. Dra. Divanizia do Nascimento Souza.

A pesquisa tem como objetivo investigar se a utilização de uma sequência de ensino investigativa sobre o conteúdo de Queda Livre dos Corpos no ensino de Física contribui para promover a aprendizagem desse conteúdo, na qual consiste em participar nas aulas sobre o conteúdo de Queda Livre dos Corpos e durante a pesquisa responder a um questionário sobre o tema que será estudado. Você está livre para decidir se seu filho irá participar ou não da pesquisa. Caso não aceite que ele(a) participe sua recusa não causará nenhum tipo de penalidade. Caso aceite, você receberá todos os esclarecimentos necessários antes, durante e após a finalização da pesquisa. Você também poderá, a qualquer momento, desistir que seu filho(a) colabore com a pesquisa, e ao sair, poderá retirar seu consentimento, sem com isso causar nenhuma penalidade para você e nem para a pesquisadora. A participação do seu filho(a) é voluntária e livre de qualquer remuneração ou benefício.

Para preservar o anonimato e sigilo do seu filho(a), serão utilizados códigos para substituir o nome dele(a) durante a elaboração e publicação dos resultados, de forma que omita totalmente as informações que possam identificá-lo(a), conforme estabelecido na Resolução CNS nº466 de 2012 e nº 510 de 2016 do Conselho Nacional de Saúde.

Ao participar dessa pesquisa seu filho(a) poderá sentir um cansaço psicológico

ou físico ao responder as questões do questionário e/ou ao participar das aulas, porém quando solicitado, as pesquisadoras poderão contribuir com aconselhamentos e orientações para amenizar qualquer desconforto que venha sentir. Como benefício, espera-se que seu filho(a) aprenda o conhecimento científico presente no conteúdo de Queda Livre dos Corpos, desenvolva um pensamento crítico perante as situações do seu cotidiano e autonomia durante o processo de construção do conhecimento.

Você terá direito a assistência e a solicitar indenização, por parte da pesquisadora e das instituições envolvidas nas diferentes fases da pesquisa através das vias judiciais conforme Resolução CNS nº 466/2012, Resolução CNS nº 510 de 2016, Artigo 19 e Código Civil (Lei 10.406 de 2002), artigos 927 a 954, capítulos I e II, caso seu filho(a) venha sofrer qualquer tipo de dano devido sua participação neste estudo, previsto ou não neste termo.

Os dados coletados nessa pesquisa ficarão sob responsabilidade da pesquisadora responsável, que serão mantidos por cinco anos e somente poderão ser utilizados para fins exclusivamente científicos, ou seja, para obtenção dos resultados e objetivos da pesquisa. A pesquisadora se compromete em informar e entregar os resultados da pesquisa a seu filho(a) e a você responsável legal de forma gratuita.

Caso você tenha dúvidas em relação à pesquisa, segue os nossos contatos. Thaís Alves Reis – Tel. (79) 99913-4325, e-mail: thaisreis1995@hotmail.com (Mestranda responsável pela pesquisa) e Dra. Divanizia do Nascimento Souza – Universidade Federal de Sergipe – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Tel.: (79) 9 9121-4461, e-mail: divanizia@gmail.com (Orientadora do curso de Mestrado).

Este projeto foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe -CEP/UFS. As informações com relação à assinatura do TALE ou sobre os direitos dos participantes da pesquisa podem ser obtidas através do Comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de Sergipe, a partir do endereço: Rua Cláudio Batista s/nº, Bairro: Sanatório – Aracaju/SE, CEP: 49.060-110, contato por e-mail: cep@academico.ufs.br. Telefone e horários para contato: (79) 3194-7208 de segunda a sexta-feira das 07h às 12h.

Este documento foi elaborado em duas vias que serão assinadas e rubricadas, uma via deverá ser devolvida porque ficará com a pesquisadora e a outra com você, é importante que sua via seja guardada. Desde já, agradecemos sua atenção e colocamos à disposição para maiores informações.

Consentimento para participação

Eu, _____ após ter sido devidamente informado (a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa e que posso tirar qualquer dúvida sobre a realização desta pesquisa a qualquer momento, concordo que meu filho(a) participe do estudo. Declaro que recebi minha via deste termo de consentimento, e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas. Sei que meu filho(a) poderá continuar ou desistir da participação na pesquisa, se assim desejar e que isso não nos trará nenhum prejuízo.

Lagarto/SE, ____ de _____ de 2023

Assinatura do(a) responsável pelo participante da pesquisa

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária, o Consentimento Livre e Esclarecido deste(a) participante para o presente estudo. Declaro ainda que me comprometo a cumprir todos os termos aqui descritos.

Thaís Alves Reis

Pesquisadora Responsável - PPGEICIMA/UFS Matrícula: 20221100424



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA – PPGECIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

APÊNDICE III

QUESTIONÁRIO - PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

Turma: _____

Idade: _____

Sexo: _____

Este questionário é um instrumento de coleta de dados de uma pesquisa sobre Ensino por Investigação com estudantes da educação básica. Leia atentamente os enunciados e, de acordo com sua opinião responda expressando o que você realmente entende a respeito do que está sendo questionado. Os seus dados serão mantidos em absoluto sigilo. Agradecemos a sua colaboração.

1- Explique com suas palavras o que você entende sobre o fenômeno físico denominado queda livre dos corpos.

2- É possível que dois objetos de massas diferentes, a exemplo de uma pena e uma bola de chumbo, ao serem soltos de uma certa altura no vácuo e posteriormente no ar, alcancem o solo no mesmo intervalo de tempo? Explique.

3- Duas esferas com massas diferentes estão em queda livre nas proximidades da superfície da Terra. Nessa situação, os corpos estão sendo acelerados? Caso a resposta seja sim, indique o valor da aceleração de queda da esfera de maior massa e da esfera de menor massa.

4- Suponha que uma pedra de 10 kg é solta na superfície da Terra e em seguida é solta na Lua, a partir de uma mesma altura. Pode-se afirmar que o tempo de queda é igual nos dois casos? Explique.

5- Quando um objeto está em queda livre, o que acontece com o valor de sua velocidade a cada segundo?

6- Cite exemplos do seu cotidiano e aplicações tecnológicas que envolve o conteúdo de queda livre.
