

Uma Sequência de Ensino Investigativa para o Estudo de Queda Livre dos Corpos

An Investigative Teaching Sequence for the study of Free Fall of Bodies

Una secuencia didáctica investigativa para el estudio de la Caída Libre de los Cuerpos

Thais Alves Reis (thaisreis1111@gmail.com)

Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática - UFS, Brasil

<https://orcid.org/0009-0003-1122-0631>

Cintia Teles de Argôlo (cintia.argolo@ifs.edu.br)

Instituto Federal de Sergipe-Campus Lagarto, IFS, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-6412-3646>

Divanizia do Nascimento Souza (divanizia@gmail.com)

Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática - UFS, Brasil

<https://orcid.org/0000-0001-9634-7380>

Resumo

Para um ensino de Física que vise a aprendizagem ampla dos alunos é necessário o uso de abordagens didáticas que busquem estimular o seu desenvolvimento crítico. Neste trabalho foram analisadas as aprendizagens desenvolvidas por alunos da primeira série do ensino médio durante a vivência de uma Sequência de Ensino Investigativa - SEI sobre Queda Livre dos Corpos. A abordagem metodológica foi qualitativa, de natureza interventiva do tipo aplicação, sendo os dados registrados das atividades da vivência da SEI analisados por meio da técnica de análise do conteúdo de Bardin (2011). Os resultados indicam que a vivência da SEI promoveu nos alunos aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal.

Palavras-chave: Ensino de Física; Queda Livre; Sequência de ensino investigativa.

Abstract

For Physics teaching that aims at a broad learning of students, it is necessary to use didactic approaches that seek to stimulate their critical development. In this work, the learning developed by students in the first year of high school during the experience of an Investigative Teaching Sequence - ITS on Free Fall of Bodies was analyzed. The methodological approach was qualitative, of an interventional nature of the application type, and the data recorded from the ITS activities were analyzed using Bardin (2011) content analysis technique. The results indicate that the SEI experience promoted conceptual, procedural, and attitudinal learning among students.

Keywords: Teaching Physics; Free fall; Investigative teaching sequence.

Resumen

Para una enseñanza de la Física que apunta al aprendizaje amplio de los estudiantes, es necesario utilizar enfoques didácticos que busquen estimular su desarrollo crítico. En este trabajo se analizó el aprendizaje desarrollado por estudiantes del primer año de secundaria durante la experiencia de una Secuencia Docente Investigativa - SEI en Caída Libre. El enfoque metodológico fue cualitativo, de carácter intervencionista, de tipo aplicativo, siendo analizados los datos registrados de las actividades de la experiencia SEI mediante la técnica de análisis de contenido de Bardin (2011). Los resultados indican que la experiencia SEI promovió aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales en los estudiantes.

Palabras-clave: Enseñanza de Física; Caída libre; Secuencia Docente Investigativa.

INTRODUÇÃO

É perceptível em diversos relatos de pesquisas na literatura que os processos de ensino e aprendizagem de ciências na Educação Básica vêm enfrentando grandes obstáculos ao longo dos anos. Professores de ciências continuam encontrando dificuldades em fazer com que os conteúdos abordados em suas disciplinas se tornem compreensíveis para os alunos, sendo, portanto, necessário o emprego de estratégias didáticas que possam contribuir para uma aprendizagem com significado para os estudantes (Conceição; Fireman, 2021).

No que se refere ao ensino de Física, foco desta pesquisa, as aulas na Educação Básica podem não atrair o interesse dos alunos por estarem vinculadas a metodologias didáticas que valorizam a passividade dos estudantes. Ainda é comum o professor assumir nas aulas de ciências o protagonismo na comunicação do conhecimento, enquanto os estudantes exercem o papel de receptores do saber; essa dinâmica não favorece o desenvolvimento das competências e habilidades colocadas pela Base Nacional Comum Curricular – BNCC, que guia a educação (Fraga; Moreira; Pereira, 2021). Em contraposição a isso, Dias e Pinto (2019) enfatizam que o processo educacional deve estar voltado para aspectos teóricos e práticos que se modificam incessantemente de forma a acompanhar as transformações da sociedade, tendo em vista que a educação é um fenômeno social associado aos cenários econômico, político, científico e cultural.

Portanto, no contexto da sala de aula, torna-se necessário a inserção de novos

métodos e estratégias de ensino e aprendizagem que contribuam para o protagonismo dos estudantes durante a construção dos seus conhecimentos. No que se refere aos conhecimentos científicos, entende-se que ações didáticas que promovem a associação entre ciência e problemas do cotidiano possibilitam ampliar o debate acerca de temas sociocientíficos, pois colaboram para o desenvolvimento de habilidades de argumentação e para a aprendizagem de conceitos científicos (Santos; Mortimer, 2009; Souza; Kim, 2021). Nesse caminho, o ensino por investigação surge como uma opção promissora para a promoção de tal protagonismo, por se tratar de “abordagem didática que estimula o questionamento, o planejamento, a recolha de evidências, as explicações com bases nas evidências e a comunicação” (Brito; Brito; Sales, 2018, p.2). De acordo com Carvalho (2013), o ensino por investigação pode ser introduzido nas aulas por meio de Sequências de Ensino Investigativas (SEI), que são sequências de atividades que contemplam conteúdos escolares de uma disciplina.

Tendo em vista as dificuldades dos alunos na aprendizagem dos conceitos científicos que abrangem a disciplina de Física, optou-se neste trabalho por desenvolver uma SEI sobre o conteúdo Queda Livre dos Corpos. Para isso, considerou-se que os alunos empregam no cotidiano escolar concepções alternativas sobre conceitos científicos relacionados a esse conteúdo que resultam em dificuldades de entendimento de que a massa de um determinado corpo não influencia no tempo de sua queda (Souza Filho *et al.*, 2009; Santos, 2020). Portanto, buscou-se responder a seguinte questão: As atividades desenvolvidas em uma SEI sobre tema referente à Física contribuem para a aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal? Para responder essa questão delineou-se o seguinte objetivo: Analisar as aprendizagens desenvolvidas pelos alunos durante a vivência de uma SEI sobre queda livre. A SEI foi estruturada com base em Carvalho (2013), sendo composta das seguintes etapas: I - Problematização II - Sistematização do Conhecimento e III- Contextualização Social do Conhecimento.

A metodologia empregada neste estudo foi de abordagem qualitativa de natureza interventiva do tipo aplicação. Os dados analisados foram obtidos dos registros escritos das atividades desenvolvidas e de gravação de áudio durante a vivência da SEI. Esses resultados foram analisados por meio da técnica de análise de conteúdo estabelecidas por

Bardin (2011), por meio das etapas: 1) pré-análise; 2) exploração do material; 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

De modo geral, a educação reflete diretamente em aspectos políticos, históricos e culturais, sendo uma componente fundamental para o desenvolvimento da sociedade. Assim, diante de sua importância para o contexto social, nas últimas décadas diversas transformações aconteceram, em especial, no ensino de ciências que abrange o ensino de Física (Silva-Batista; Moraes, 2019).

No Brasil, iniciou-se nos currículos escolares a introdução do ensino de ciências somente na primeira metade do século XX (Rosa; Rosa, 2012). Diferentes políticas educacionais foram sendo desenvolvidas no decorrer dos anos como as que culminaram em documentos educacionais, a exemplo dos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs e da BNCC, que ressaltam a importância dos conteúdos da aprendizagem em termos de conceitos científicos, procedimentos e atitudes para os currículos educacionais.

Os PCNs (1998), destacaram que desenvolver nos alunos atitudes e valores é tão necessário quanto promover a aprendizagem de conceitos e procedimentos, sendo responsabilidade da escola e do docente contribuir para isso. E a BNCC (Brasil, 2018), ressalta que a aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes deve ser desenvolvida com o intuito de possibilitar aos alunos o desenvolvimento de competências, uma vez que estas significam:

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).

Assim, o processo de ensino deve possibilitar aos alunos a aprendizagem de conteúdos que não se limitam a conceitos relacionados às teorias que fundamentam as disciplinas. Segundo Zabala (1998), os conteúdos da aprendizagem não devem ser compostos somente daqueles que têm por finalidade o desenvolvimento da capacidade cognitiva dos alunos, precisam incluir também aqueles que promovam o desenvolvimento de capacidades afetivas, motoras, de relação interpessoal e inserção social. Ainda de

acordo com este autor, torna-se necessário que as instituições educacionais abranjam os conteúdos da aprendizagem elencados por Cool (1986), sendo eles: conceituais, voltados para "o que se deve saber", procedimentais "o que se deve saber fazer" e atitudinais "como se deve ser".

Os conteúdos conceituais, conforme Bernini, Costa Neto e Garcia (2012) são aqueles decorrentes de uma base teórica, estando associados a conceitos, fatos e princípios que proporcionam aos indivíduos compreenderem os acontecimentos do mundo ao seu redor. Os conteúdos procedimentais são ações realizadas com a finalidade de atingir a um objetivo. Logo, um 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). No que diz respeito aos conteúdos atitudinais, Zabala (1998) os define como aqueles que envolvem valores, atitudes e normas. O autor conceitua valores como princípios que permitem às 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.

Diante da importância dos conteúdos da aprendizagem para o desenvolvimento intelectual dos alunos, torna-se necessário a contemplação desses conteúdos em sala de aula, por meio de diferentes metodologias e abordagens (Zabala, 1998). Nesse contexto, o ensino por investigação surge como uma possibilidade de abordagem didática. Apesar dessa abordagem ser vista por muitos como atual, ressalta-se que seu enfoque nas salas de aulas vem sendo introduzido desde o século XIX (Deboer, 2006, *apud* Sá, 2009).

O ensino por investigação é definido por Carvalho (2013) como sendo uma sequência de atividades que busca propiciar a investigação de problemas relacionados aos conteúdos que são propostos nos currículos escolares. Essa abordagem possibilita que os estudantes por meio dos saberes prévios debatam e procurem possíveis soluções para os problemas, construindo desse modo novos conhecimentos. A autora ainda destaca que as teorias de Vygotsky e Piaget fundamentam o ensino por investigação. Um ponto em

comum entre essas teorias é a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos para a construção do conhecimento.

O ensino por investigação como abordagem didática visa atribuir ao aluno autonomia, considerando-o um protagonista durante do processo de ensino e aprendizagem, uma vez que essa abordagem didática busca efetivamente promover habilidades cognitivas que permitam aos estudantes elaborarem hipóteses e estratégias de estudo, analisarem dados coletados e proporem conclusões, o que colabora para o desenvolvimento da sua capacidade de argumentação (Zômpero; Laburú, 2011). A linguagem, nesse contexto, se comporta como um elemento fundamental para aprendizagem, pois, de acordo com Vygotsky, ela possibilita a comunicação e organiza o pensamento dos indivíduos, tendo em vista que o desenvolvimento cognitivo não ocorre se não houver interação do indivíduo com o ambiente social (Oliveira, 1993).

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, ainda demandando ajuda do professor ou de outro aluno mais experiente.

No ensino por investigação o docente deve assumir o papel de mediador durante o processo de ensino e aprendizagem, tendo como finalidade incentivar o desenvolvimento de estratégias e discussões para elucidação de problemas (Caldas, 2018). Piaget, destaca que os problemas são de grande importância por possibilitar que o indivíduo elabore sua concepção a respeito dos fenômenos da natureza (Cunha, 2008). Ainda, o docente no ensino por investigação precisa estar atento aos erros dos alunos durante o processo de ensino e aprendizagem, uma vez que, conforme Piaget, um erro possibilita que eles raciocinem e reflitam, enquanto um acerto pode acontecer por pura coincidência, podendo não promover reflexões que contribuam para a cognitiva do aprendiz (Taille, 1997).

Para a prática do ensino por investigação, Sasseron (2015) recomenda a utilização de SEI como abordagem didática no contexto da sala de aula. A autora define SEI 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” (Sasseron, 2015, p. 59). Tal encadeamento, conforme Carvalho (2013), demandam: i) proposição de problema; ii) sistematização do conhecimento; e iii) contextualização do conhecimento.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No que se refere aos procedimentos metodológicos, este estudo é de abordagem qualitativa, uma vez que se buscou 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). Além disso, este estudo é de natureza interventiva, por procurar analisar estratégias didáticas e o desenvolvimento de processo formativo, em que todos os sujeitos envolvidos atuaram em prol da resolução de questões práticas e de produzir conhecimento de modo sistematizado (Teixeira; Megid Neto, 2017). Dentre os tipos de pesquisa interventiva, essa se caracteriza como sendo do tipo aplicação, pois tem como finalidade favorecer o desenvolvimento de conhecimentos e práticas voltadas para processos de ensino e aprendizagem.

Participaram desta pesquisa 13 alunos, com idades entre 14 e 16 anos, de uma turma da primeira série do Ensino Médio, regularmente matriculados no curso técnico em Edificações do Instituto Federal de Sergipe - Campus Lagarto. Por envolver seres humanos, os percursos e recursos deste estudo foram avaliados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Sergipe - CEP/UFS com o intuito de assegurar os interesses científicos e a integridade dos sujeitos participantes. Todos os alunos envolvidos e seus responsáveis tiveram conhecimento e assinaram um Termo de Assentimento Livre Esclarecido (TALE) e um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Para assegurar o anonimato dos participantes, eles foram nomeados com código alfanumérico (A1 a A13), sendo retratados no texto como de gênero masculino.

Esta pesquisa consiste em um recorte da dissertação de mestrado de uma das autoras. Os dados analisados foram coletados por meio dos registros das atividades

desenvolvidas e gravação de áudio durante a vivência da SEI. Para a análise dos dados empregou-se a técnica de Análise de conteúdo estabelecida por Bardin (2011). Essa técnica investiga tanto fontes verbais como não verbais a partir de instrumentos metodológicos (Silva; Fossá, 2015). Os dados foram analisados considerando-se três etapas estabelecidas por Bardin (2011), conforme descrito a seguir.

Na primeira etapa da análise do conteúdo, a pré-análise, foi organizado o registro resultante da vivência da SEI, tendo como objetivo tornar sistematizadas as ideias iniciais a respeito do estudo em questão.

Na segunda etapa da análise do conteúdo, fez-se a exploração do material e foram definidas as categorias de análise, por ser a etapa de interpretação das inferências e das descrições analíticas do corpus. Além disso, foram identificadas as unidades de registros e o contexto. Os registros de análise compuseram o corpus desta pesquisa, dando origem às categorias de análise (categorias de aprendizagem) elencadas no Quadro 1, com base em Pozo e Gómez-Crespo (2009).

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

Tipos de Aprendizagem	Categorias de Aprendizagem	Aprendizagens Desenvolvidas 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 à questão problema
	Atitudes com respeito à aprendizagem da ciência	Trabalhar em grupo de forma colaborativa e solidária
		Estabelecer respeito às diferentes opiniões
	Atitudes com respeito à aprendizagem da ciência.	Valorizar de forma crítica os usos da ciência
Procedimental	Interpretação da informação	Observar, selecionar e captar informações acerca do fenômeno estudado

		Interpretar as informações e realizar procedimentos
	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: Dos autores, adaptado a partir de Pozo; Gómez-Crespo (2009).

A terceira e última etapa da análise do conteúdo corresponde ao tratamento dos, à inferência e à interpretação dos resultados (Bardin, 2011). Nesta etapa foi feito o tratamento dos resultados com a inferência e interpretação dos dados, o que será apresentado na próxima seção.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção estão discutidos os registros da SEI sobre o conteúdo Queda Livre, elaborada e aplicada pelas autoras desta pesquisa, tendo por base as três etapas propostas por Carvalho (2013).

Primeira Etapa da SEI: Problematização

A primeira etapa da SEI refere-se à problematização, uma vez que de acordo com Carvalho (2013), é fundamental inserir um problema inicial que possibilite a aproximação dos alunos nos contextos dos conteúdos abordados em sala de aula. Portanto, buscou-se na abordagem sobre queda livre levar os estudantes a pensarem sobre tal conhecimento científico, pois era o primeiro contato deles com esse conteúdo. Antes de aplicar a SEI, os conhecimentos prévios dos alunos foram sondados por meio de um questionário sobre queda livre. Na análise das respostas ao questionário foi constatado que eles não demonstravam ter conhecimentos sobre conceitos físicos relativos a esse conteúdo.

Assim, buscando inserir os alunos no contexto do conteúdo Queda Livre, na primeira atividade da SEI a professora apresentou a eles um breve contexto histórico envolvendo os conceitos científicos relativos ao movimento de queda livre. Foi também apresentado um problema de natureza teórica, questionando-os se é possível confirmar a descoberta de Galileu Galilei acerca dos movimentos dos corpos. Para isso, foi

perguntado: *Corpos em queda livre, largados ao mesmo tempo de certa altura, mesmo tendo massas diferentes alcançam o solo ao mesmo instante?* Sobre esse questionamento os alunos não apresentaram resposta.

A experimentação se comporta como uma ferramenta que pode estimular o interesse pela observação, investigação e resolução de problemas, favorecendo a construção de conceitos a partir dos conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva do aprendiz (Gonçalves; Goi, 2018; Zabala, 1998; Stoll; Bica; Coutinho; Osório, 2020). Assim, a professora almejando a participação ativa e a aprendizagem dos estudantes introduziu um problema de natureza experimental por meio de um vídeo do canal Aulas4you (2019), disponível no YouTube. No vídeo é apresentado um experimento sobre a queda livre de objetos no vácuo. Em seguida, reproduziu o experimento no ar, em sala de aula. Após a apresentação do experimento, a professora questionou os alunos com a seguinte pergunta: *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?*

De imediato, os alunos começaram a se posicionar a respeito do questionamento levantado, apresentando as seguintes respostas:

A3: “Sim”.

A6: “Depende, porque no vídeo chegaram ao mesmo tempo, mas na sala não”.

Vale ressaltar que inserir atividades investigativas em sala de aula por si só não garante que os alunos desenvolvam habilidades investigativas que os levem em busca da construção do seu próprio conhecimento, sendo necessário então que o professor assuma uma postura de motivador, orientador e questionador. Diante disso, buscando uma maior participação dos estudantes, a professora fez novos questionamentos aos alunos: *Vocês observaram diferenças entre a queda dos objetos apresentada no vídeo em comparação à queda dos objetos em sala de aula? Se sim, cite quais?* Para esse questionamento os alunos apresentaram as seguintes respostas:

A1: “Na sala a bola caiu primeiro do que a pena e no vídeo caíram ao mesmo tempo por causa do vácuo”.

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”.

Em seguida foi feita a seguinte pergunta aos alunos: *E se eu realizasse essa mesma experiência na Lua teria o mesmo resultado da sala de aula?* Para esse questionamento eles apresentaram as seguintes respostas:

A5: “Na Lua os dois caíram ao mesmo tempo porque lá é vácuo”.

A partir dos diálogos da etapa inicial da SEI, observou-se uma participação mais ativa dos alunos nas atividades, com episódios de argumentação, o que se traduz como evidência de autonomia na construção do próprio conhecimento (Carvalho, 2013). Conforme destaca Vygotsky (1991), a linguagem é um instrumento essencial para o desenvolvimento cognitivo, pois promove a interação social.

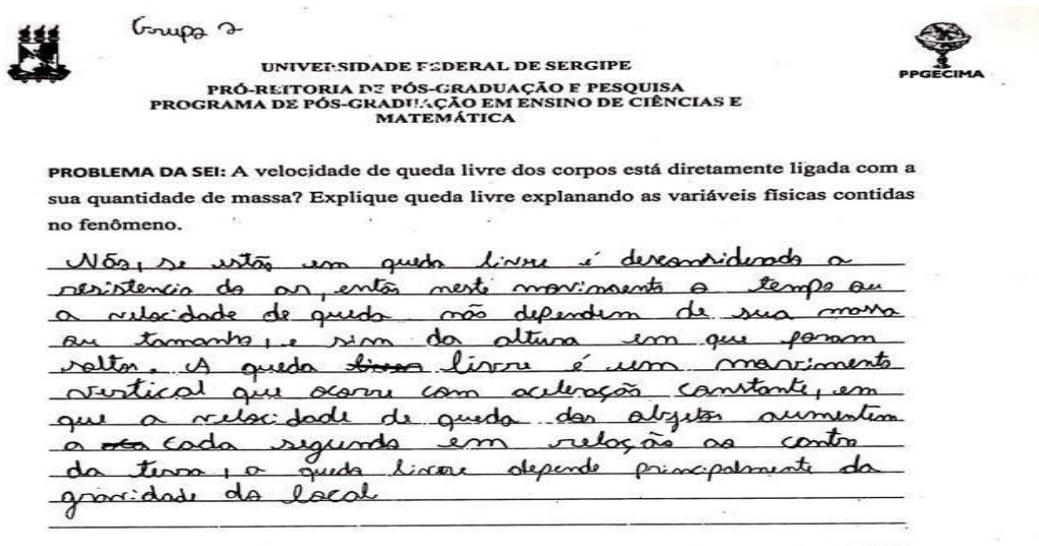
Nessa etapa da SEI foi possível notar o desenvolvimento de novas aprendizagens em termos de conceitos, pois os alunos em suas falas explicaram que a queda dos objetos ocorreu de formas distintas no vácuo e no ar, e que no vácuo o tempo de queda dos corpos foi igual. Portanto, além dos alunos terem observado, eles selecionaram informações acerca do fenômeno estudado por meio do experimento apresentado no vídeo e em sala de aula, e em seguida explicaram oralmente, compartilhando suas ideias e atitudes. Com isso, suas falas demonstram respeito às opiniões compartilhadas durante o diálogo entre alunos e professor.

Para mobilizar os alunos para estudos no contexto do conteúdo Queda Livre dos Corpos e considerar os seus conhecimentos prévios, a professora solicitou que eles se dividissem em quatro grupos e investigassem uma solução para 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.*

Os alunos começaram a investigação em busca da solução para a questão problema, demonstrando indícios de aprendizagem atitudinal, pois trabalharam em grupo de forma colaborativa e solidária. Eles demonstraram também indícios de aprendizagem

procedimental, uma vez que interpretaram as informações, realizaram procedimentos, elaboraram hipóteses e transmitiram a informação de forma escrita para suas respostas.

A respeito dos registros escritos elaborados pelos grupos, vale ressaltar que em todos se observou indícios de aprendizagem conceitual. Na Figura 1 é apresentado um registro feito pelo grupo 2, como exemplo.



Fonte: Acervo dos autores.

Figura 1 - Registro da resposta escrita pelo grupo 2 para a questão problema da SEI.

Na análise do registro do grupo 2 sobre a questão problema constatam-se indícios de aprendizagem conceitual, pois na resposta os alunos demonstraram compreender que a massa de um objeto não influencia na sua velocidade de queda livre e nem no tempo de sua queda, mas que a altura influencia. Essa compreensão se configura como uma aprendizagem também atitudinal, visto que os alunos apresentaram um posicionamento crítico e investigativo frente à questão problema, não tendo restringido seus comentários à velocidade de queda livre, mas citando também o tempo e salientando a altura como sendo uma variável que interferiria no tempo de queda do objeto. Ainda foi possível constatar nas respostas dos alunos que eles compreenderam que o movimento de queda livre é vertical, causado pela gravidade, com aceleração constante, explicando o aumento contínuo da velocidade de queda do objeto.

Segunda Etapa da SEI: Sistematização do Conhecimento

De acordo com Carvalho (2013), após a resolução de uma questão problema, é fundamental que o docente retorne a abordagem do conteúdo a fim de possibilitar aos alunos a sistematização do conhecimento, pois isso colabora para que eles adquiram um vocabulário científico. Assim, na etapa de sistematização do conhecimento, os grupos de estudantes compartilharam oralmente as suas respostas para a questão problema solucionada na etapa anterior. Com isso, revelaram novamente aprendizagem procedimental.

Com o intuito de sanar as dúvidas dos alunos sobre a questão problema, a professora retomou o conteúdo questionando: *O que é Queda de Livre?* Para esse questionamento, os alunos apresentaram as seguintes respostas:

A12: Na queda livre dois corpos de massas diferentes atingem o chão ao mesmo tempo.

A2: Concordo, mas para ser queda livre tem que ser no vácuo.

Levando em consideração as respostas apresentadas pelos estudantes e buscando conhecer se eles se apropriaram dos termos científicos presentes em suas respostas, a professora perguntou “*O que é vácuo?*”, obtendo a seguinte resposta: *A2 - Ausência de ar.* Nesta resposta pode-se observar o emprego de linguagem científica de forma adequada, como também a apropriação do significado de vácuo, evidenciando-se a ocorrência de uma aprendizagem conceitual, uma vez que o aluno entendeu que o movimento de queda livre ocorre no vácuo.

Após o aluno A2 responder que o movimento de queda livre ocorre no vácuo, o estudante A6 indagou: *Professora, aqui na Terra não tem queda livre porque não é vácuo?* Essa pergunta demonstra que o aluno A6 correlacionou o seu cotidiano com o conceito de queda livre. Isso evidencia que ele compreendeu a informação científica do conteúdo e relacionou com outros contextos ou mesmo com situações do cotidiano, sendo isso indício de aprendizagem procedimental. Para sanar a dúvida do aluno A6, a professora explicou que na Terra podem ser observados movimentos que se aproximam aos de queda livre quando a resistência do ar é desprezada.

O aluno A13 também correlacionou a explicação da professora com um exemplo de seu cotidiano, demonstrando então aprendizagem procedimental, isso porque ele compreendeu a informação científica do conteúdo e relacionou com outros contextos ou mesmo com situações do cotidiano, conforme pode-se observar na resposta abaixo:

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 desconsiderada.

Tendo em vista que a dúvida do aluno foi sanada, a professora apresentou um novo questionamento: “*O que provoca o movimento de queda livre?*”. Para esse questionamento, foram obtidas as seguintes respostas:

A10 – Gravidade

A3 – Aceleração da gravidade

Nas respostas apresentadas pelos alunos ficou perceptível a aprendizagem conceitual, visto que eles compreenderam que o movimento de queda de livre é causado devido a gravidade e que também se refere a um movimento acelerado.

A professora, para finalizar os questionamentos sobre o conteúdo Queda Livre dos Corpos, introduziu o seguinte questionamento: “*E quanto à massa do objeto, como ela se comporta na velocidade de queda livre?*”. Respondendo ao questionamento, os alunos apresentaram o seguinte diálogo como resposta:

A1: Não importa.

A9: Não importa no vácuo, mas no ar sim.

A7: É, porque no ar o mais pesado cai mais rápido.

A1: Mas queda livre desconsidera o ar, então não importa a massa.

A9: Verdade, faz sentido a massa não importa na queda livre.

Nesse diálogo ocorreu uma interação mútua entre os alunos. O aluno A1 demonstrou efetivação da aprendizagem conceitual, uma vez que compreendeu que a velocidade de um corpo em queda não depende da sua massa. Por meio do diálogo, entende-se também que os alunos A9 e A7 erroneamente informaram que a massa

interfere no movimento de queda livre, porém o aluno A1 explicou que esse tipo de movimento ocorre sem a resistência do ar, de forma que a massa do objeto em queda não influencia no seu movimento. Na sua segunda fala, o aluno A9 concordou com a explicação conceitual apresentada pelo aluno A1, de que a massa não interfere nesse movimento.

Diante disso, o diálogo demonstra a ZDP apresentada por Vygotsky (1991), uma vez que o aluno A9 percorreu o caminho entre o nível de desenvolvimento real até o nível de desenvolvimento potencial a partir da interação com o aluno A1. O que classifica essa atividade da etapa de sistematização do conhecimento como sendo sociointeracionista, visto que promoveu o debate e troca de conhecimentos que acabaram conduzindo à aprendizagem (Carvalho, 2013).

Terceira Etapa: Contextualização Social do Conhecimento

A etapa de contextualização social do conhecimento, de acordo com Carvalho (2013), pode ser promovida por meio de variados tipos de atividades didáticas, contextualizadas ou não, que tenham o intuito de relacionar o que foi discutido em sala de aula com o dia a dia dos alunos, de modo a promover o seu desenvolvimento cognitivo. Nessa etapa, a professora iniciou a contextualização social do conhecimento questionando os alunos por meio da seguinte pergunta: “*No dia a dia, onde vocês observam queda livre?*” Para esse questionamento, os estudantes apresentaram as seguintes respostas:

A13: Um celular que cai da nossa mão.

A3: Qualquer objeto que cair de uma certa altura desprezando a resistência do ar.

Por meio das respostas dos alunos foi possível identificar a aprendizagem sobre o conteúdo Queda Livre dos Corpos em termos de conceitos, procedimentos e atitudes, visto que eles correlacionaram o conteúdo com o seu cotidiano. Essa aprendizagem é classificada como procedimental, pois os alunos demonstraram compreender a informação científica relativa ao conteúdo e relacionaram com outros contextos e com situações do cotidiano; além disso, eles foram capazes de explicar a informação oralmente e por meio da escrita. O aluno A3, por exemplo, em sua resposta deixou claro que num

movimento de queda livre a resistência do ar deve ser desprezada, o que demonstra que ele compreendeu que esse tipo de movimento ocorre no vácuo. A aprendizagem atitudinal também pôde ser identificada, pois os alunos demonstraram respeito às diferentes opiniões de seus colegas.

Para uma atividade de sistematização do conhecimento mais contextualizada, a professora apresentou uma situação real e prática na sala de aula, solicitando que os alunos realizassem a análise das fórmulas matemáticas contidas no conteúdo Queda Livre dos Corpos e posteriormente solucionassem em grupo à seguinte questão exercício: *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.* Foi pedido que eles desconsiderassem a resistência do ar.

Seguindo a solicitação da professora, os alunos analisaram as fórmulas a serem empregadas na solução da questão e em seguida iniciaram o processo de recolha de dados para solucioná-la. Ao determinarem a altura do pé direito da sala de aula (3,2 m), os mesmos grupos da primeira etapa deram continuidade à resolução da questão exercício. Os alunos apresentaram suas respostas corretamente, descrevendo o tempo, a velocidade de queda livre do objeto ao atingir o solo e as unidades de medidas envolvidas. A título de exemplo, o registro da resolução feita pelo grupo 3 é apresentado na Figura 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 $g=10\text{m/s}^2$.

Primeiro descobrimos a velocidade

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

Fonte: Acervo da autora

Figura 2 - Solução da questão exercício pelo grupo 3.

Vale ressaltar, que o principal objetivo dessa atividade não foi a resolução numérica da questão exercício, mas sim proporcionar que os alunos vivenciassem uma situação que relacionasse o conteúdo estudado, tendo em vista que a aprendizagem ocorre quando é significativa para o aluno (Zabala, 1998).

Dando sequência ao desenvolvimento da terceira etapa e tendo ciência que a Física é uma disciplina que fundamenta o desenvolvimento de diversas tecnologias que influenciam na qualidade de vida da sociedade, a professora questionou os alunos a respeito das aplicações tecnológicas que envolvem o conteúdo Queda Livre dos Corpos, mas eles responderam que não conheciam aplicações. Assim, a professora apresentou, por meio de um vídeo da Tengrel Engenharia (2022) disponibilizado no YouTube, o equipamento denominado Bate Estaca com Martelos de Queda Livre, usado em construções civis para o preparo de fundações profundas. Esse exemplo despertou o interesse dos alunos por estar diretamente ligado a edificações, sendo bem relacionado ao curso Técnico de Nível Médio em Edificações cursado por eles.

Após assistirem o vídeo, a professora perguntou se os alunos já conheciam o equipamento apresentado, obtendo as seguintes respostas:

A5: Não, mas gostei de conhecer o equipamento.

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.

A10: Achava que não tinha nenhum aparelho, mas a Física está em muita coisa para auxiliar.

As respostas apresentadas demonstram que embora os alunos ainda não conhecessem o equipamento, a sua aplicação demonstrada no vídeo aguçou o contentamento deles, por ter significado no contexto do seu curso, conforme observado nas falas dos alunos A3 e A5. Cabe salientar também que o comentário do aluno A10 revela aprendizagem atitudinal, pois demonstra o reconhecimento da importância da Física para o avanço da sociedade.

De acordo com Pozo e Gómez-Crespo (2009), o entendimento das implicações sociais da ciência é um objetivo para a educação científica, por esse entendimento

influenciar em atitudes que refletem na vida dos estudantes além da sala de aula. Nesse sentido, torna-se primordial esse tipo de atividade nas aulas, pois a contextualização social contribui para aprendizagem do conteúdo científico e para o estabelecimento de relações entre o conteúdo e a realidade dos estudantes (Maffi *et al.*, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesta pesquisa possibilitam inferir que as atividades investigativas aplicadas na SEI favoreceram a aprendizagem dos alunos acerca de conceitos, procedimentos e atitudes, uma vez que essas aprendizagens foram evidenciadas no desenvolvimento da SEI sobre queda livre dos Corpos. Portanto, as atividades da SEI são estratégias didáticas com potencial para a promoção do processo de ensino e aprendizagem sobre o conteúdo Queda Livre dos Corpos.

Na primeira etapa da SEI, a problematização, foi possível observar que os alunos trabalharam em grupo de forma colaborativa e solidária, observaram, selecionaram e compreenderam informações sobre o conteúdo abordado. Eles apresentaram também um posicionamento crítico, investigativo e elaboraram hipóteses, manifestando concepções oralmente e de forma escrita com respeito às opiniões compartilhadas pelos colegas. Portanto eles demonstraram aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal.

Na segunda e na terceira etapas da SEI, sistematização do conhecimento e contextualização social do conhecimento, respectivamente, além dos alunos demonstrarem as aprendizagens desenvolvidas na primeira etapa, eles também desenvolveram novos procedimentos, pois compreenderam a informação científica do conteúdo e a relacionaram com situações do cotidiano. Além disso, demonstraram se apropriar de linguagem científica e desenvolveram novas atitudes como a valorização crítica do conhecimento acerca da utilização da ciência.

Portanto, a partir dos resultados apresentados, inferimos que o ensino por investigação sobre o conteúdo Queda Livre dos Corpos proporcionou nos alunos uma postura ativa do início ao fim da SEI, favorecendo para que eles desenvolvessem gradualmente habilidades procedimentais e atitudinais que resultaram em habilidades conceituais.

REFERÊNCIAS

- AULAS4YOU. Bola de boliche e pena em queda livre no vácuo!! incrível!!. YouTube, 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=O6mO7yJ0YjU>. Acesso em 30 de maio de 2024.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BERNINI, D. S. D.; COSTA NETO, P. L. O.; GARCIA, S. Objetivos procedimentais, atitudinais e conceituais na avaliação da aprendizagem. **In: Workshops do CBIE. Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**, Brasília: Secretaria da Educação Básica, 2018.
- BRITO, B. W. C. S.; BRITO, L. T. S.; SALES, E. S. Ensino por investigação: uma abordagem didática no ensino de Ciências e Biologia. **Vivências em Ensino de Ciências**, v.2, n.1, 2018.
- 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, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, 2018, Caruaru, 2018.
- 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.
- CONCEIÇÃO, A.; FIREMAN, E. O ensino de botânica: proposta de ensino investigativo para o 2º ano do ensino fundamental. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 1, p. 168-188, 2021.
- CUNHA, M. V. **Psicologia da educação**. Rio de Janeiro: Lamparina, 4 ed., p.96, 2008.
- DIAS, E.; PINTO, F. C. F. Educação e Sociedade. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v.27, n.104, p. 449-455, 2019.
- FRAGA, V. M.; MOREIRA, M. C. A.; PEREIRA, M. V. Uma proposta de gamificação do processo avaliativo no ensino de física em um curso de licenciatura. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 38, n. 1, p. 174-192, 2021.
- GONÇALVES, E. B.; JESUS, A. R. Ensino e aprendizagem na perspectiva histórico-crítica: algumas reflexões. **In: O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense**, PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Curitiba: SEED/PR, v. 1, 2010.
- MAFFI, C. *et al.* contextualização na aprendizagem: percepções de docentes de Ciências e Matemática. **Revista Conhecimento Online**, [S. l.], v. 2, p. 75–92, 2019.
- MINAYO, M. C. S. **Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade**. 21. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

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

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

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.

SÁ, E. F. **Discursos de professores sobre o ensino de Ciências por investigação**. 2009. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação da UFMG, Belo Horizonte, 2009.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.

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

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, 2015.

SILVA-BATISTA, I. C.; MORAES, R. R. História do ensino de Ciências na Educação Básica no Brasil (do império até os dias atuais). **Revista Educação Pública**, v.19, n. 26, 2019.

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.

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, 2021.

STOLL, V. G. *et al.* A Experimentação no Ensino de Ciências: Um Estudo no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v.3, n.2, 2020.

TEIXEIRA, P.M.M; MEGID NETO, J. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v.23, n.4, p.1055-1076, 2017.

TENGEL ENGENHARIA. Cravação de Estaca Metálica com Martelo de Queda Livre. YouTube, 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=oaqS4YnBjGo>. Acesso em 30 de maio de 2024.

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

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. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 13(3), 67-80., 2011.