

O Ensino de Física através de atividades investigativas sobre a Primeira Lei de Newton
The Teaching of Physics through investigative activities on Newton's First Law
La Enseñanza de Física a través de actividades investigativas sobre la Primera Ley de Newton

Recebido: 05/05/2019 | Revisado: 14/05/2019 | Aceito: 19/05/2019 | Publicado: 29/05/2019

Fábio Andrade de Moura

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9778-5590>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA campus Bragança, Brasil

E-mail: fabio.moura@ifpa.edu.br

Brendo Cruz Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8547-7611>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA campus Bragança, Brasil

E-mail: brendo_cruzcosta@hotmail.com

Gabryell Malcher Freire

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2346-8154>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA campus Bragança, Brasil

E-mail: gabryellg8@hotmail.com

Resumo

Este trabalho tem como o objetivo contribuir com o aperfeiçoamento no Ensino de Física através da metodologia de Ensino por Investigação. Para alcançar esse objetivo foram realizados estudos sobre a construção do conhecimento através da argumentação no Ensino de Física por Investigação realizando leitura de artigos, teses, dissertações e livros dos principais autores sobre o assunto. Planejamos e executamos uma proposta de Sequência de Ensino Investigativa (SEI) em uma escola da rede federal sobre a Primeira Lei de Newton para avaliar se houve ou não a construção do conhecimento através da argumentação. A SEI foi dividida em cinco etapas que são Demonstração Investigativa; Questões Abertas; Leitura de Texto; Laboratório Aberto e Sistematização do Conhecimento. A SEI desenvolvida nesta atividade tem como finalidade permitir que os alunos realizem atividades em grupo, que desenvolvam a argumentação e a construção do conhecimento científico, na qual se mostraram essenciais no processo de aprendizagem. O resultado obtido através da SEI possibilitou concluir que o Ensino

de Física por Investigação, quando bem planejado, desperta no aluno a curiosidade, o espírito investigativo e consequentemente a construção do conhecimento científico.

Palavras-chave: Situação-Problema; Ensino de Física por Investigação; Sequência de Ensino Investigativo.

Abstract

This work aims to contribute to the improvement in Physics Teaching through the methodology of Teaching by Investigation. In order to reach these objectives, studies were carried out on the construction of knowledge through the argumentation in the Teaching of Physics by Investigation, reading articles, theses, dissertations and books of the main authors on the subject. We planned and executed a Sequence of Investigative Teaching (SEI) proposal at a federal school about Newton's First Law to assess whether there was knowledge building through argumentation. The SEI has been divided into five stages that are Investigative Demonstration; Open questions; Reading Text; Open Laboratory and Systematization of Knowledge. The SEI developed in this activity has the purpose to allow the students to carry out activities in group, that develop the argumentation and the construction of the scientific knowledge, in which they have been essential in the learning process. The result obtained through the SEI made it possible to conclude that the teaching of Physics by Investigation, when well planned, arouses in the student the curiosity, the investigative spirit and consequently the construction of scientific knowledge.

Keywords: Problem-situation; Teaching Physics by Investigation; Sequence of Investigative Teaching.

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo contribuir con el perfeccionamiento en la Enseñanza de Física a través de la metodología de Enseñanza por Investigación. Para alcanzar este objetivo se realizaron estudios sobre la construcción del conocimiento a través de la argumentación en la Enseñanza de Física por Investigación realizando lectura de artículos, tesis, disertaciones y libros de los principales autores sobre el tema. Planeamos y ejecuta una propuesta de Secuencia de Enseñanza de la Investigación (SEI) en una escuela de la red federal sobre la Primera Ley de Newton para evaluar si hubo o no la construcción del conocimiento a través de la argumentación. La SEI fue dividida en cinco etapas que son Demostración Investigativa; Cuestiones abiertas; Lectura de texto; Laboratorio Abierto y Sistematización del Conocimiento. La SEI desarrollada en esta actividad tiene como finalidad permitir que los alumnos realicen actividades en grupo, que desarrollen la argumentación y la construcción del conocimiento científico, en la cual se mostraron esenciales en el proceso de aprendizaje. El resultado obtenido a través de la SEI posibilitó concluir que la Enseñanza de Física por Investigación, cuando bien planificada,

desperta en el alumno la curiosidad, el espíritu investigativo y consecuentemente la construcción del conocimiento científico.

Palabras clave: Problema-situación; Enseñanza de la Física por la Investigación; Secuencia de la enseñanza investigativa.

1. Introdução

Este Trabalho nasceu durante as discussões, em um grupo de pesquisa de uma instituição de ensino federal, sobre estratégias e metodologias a serem utilizadas nas escolas para melhorar o processo de ensino-aprendizagem e, entre essas metodologias, escolheu-se o Ensino de Física por Investigação que permitiu perceber, na prática e em sala de aula, a importância da relação professor-aluno e a mudança de postura do aluno que passa a ser o agente ativo no processo de ensino.

Inicialmente, trabalhou-se com uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) sobre o conceito de Empuxo com uma turma de 1º ano na cidade de Bragança-PA do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará. Esse primeiro contato rendeu várias observações importantes ao se aplicar o Ensino de Física por Investigação em turmas do Ensino Médio. Dentre essas observações destacamos a importância do planejamento para que a execução e avaliação da SEI permita a construção do conhecimento. Seguindo estas observações, foram realizadas adaptações que posteriormente aplicou-se a mesma metodologia pautada em abordagens investigativas da Primeira Lei de Newton em outra turma de 1º ano do Ensino Médio que será discutido mais a diante.

O Ensino de Física por Investigação proporciona ao aluno que ele se torne uma espécie de cientista, pois, ao procurar soluções para os problemas apresentados (sem a mesma rigidez apresentada aos cientistas), os alunos, aspiram à construção do conhecimento de maneira eficaz. Para isso, faz-se necessário, como afirma Azevedo (2009, p.20), a integração de atividades na qual não “seja possível distinguir entre teoria, prática ou problemas”. Ainda nesse pensamento, Hodson (1994), afirma que pesquisas, sobre o conhecimento científico das crianças, apontam que a obtenção e o entendimento dos conceitos sobre ciências são mais bem desenvolvidos quando o aluno é estimulado a participar de atividades investigativas em exercícios parecidos aos praticados em laboratórios por cientistas.

O contexto educacional possibilita pensar em uma atividade parecida com aquela praticada por um cientista, na qual, teoria, prática e resolução de problemas estão interligadas em uma só atividade ou sequência de atividade. Moura (2018), Azevedo (2009) e Carvalho

(2016) entendem que é importante planejar e trabalhar com os alunos uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI), que é uma sequência de atividades desenvolvidas em torno de um tema da grade curricular. Com isso, espera-se que seja proporcionado aos alunos condições de somar ao seu conhecimento o entendimento científico do assunto a ser trabalhado.

As recentes investigações parecem mostrar que deixando como atividades separadas a resolução de problemas, a teoria e as aulas práticas, os alunos acabam com uma visão deformada do que é ciência, já que na realidade do cientista, essas formas de trabalho aparecem muito relacionada umas com as outras, formando um todo coerente e interdependente (Azevedo, 2009, p. 19).

Dessa forma, o que se propõe nesse trabalho é uma estratégia na qual se pretende ter um ambiente investigativo em aulas de Física sobre o assunto Primeira lei de Newton. Nesse sentido, é possível utilizar a investigação, de modo que os alunos sejam atuantes no processo de ensino aprendizagem, deixem de ser meros expectadores das aulas, participem ativamente da construção de seu conhecimento e desenvolvam atitudes, habilidades e competências ao questionarem, opinarem, proporem hipóteses, interferirem, pensarem e agirem.

Outro fator importante é que a investigação, em ambientes escolares, é prevista nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e nas Orientações Complementares dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) que propõe uma necessidade de mudança de postura.

As práticas de ensino investigativo proporcionam o aprendizado aos alunos através de leituras de texto, questões e problemas abertos, atividades demonstrativas e/ou experimentais ou até mesmo utilizando recursos tecnológicos. Neste contexto, o Ensino de Física por Investigação, provoca o poder de experimentar a descoberta de um fenômeno diante de uma situação-problema proposta. Para Moura e Mandarinó (2017) “Constitui uma abordagem que fomenta o questionamento, planejamento, a coleta de dados experimentais, a realização de explicações com bases nas evidências e a comunicação”. Ao experimentar, o discente torna-se o agente principal e em parcerias com seus colegas (trabalho em grupo) desenvolve teorias que serão estudadas em sala de aula.

Esta pesquisa tem como objetivo contribuir com o aperfeiçoamento no Ensino de Física através da metodologia de Ensino por Investigação e partindo dos conceitos sobre o Ensino de Física por Investigação, propõe-se neste trabalho mostrar as fases do planejamento e execução de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI), que pode vir a se tornar uma proposta metodológica, para que outros professores venham a utilizar ou orientar-se através desta; e perceber que houve a construção do conhecimento pelo aluno através da argumentação.

2. O Ensino Investigativo em sala de aula

Amparado pelos referenciais teóricos citados durante todo o trabalho, faz-se necessário discorrer sobre como acontece o ensino investigativo dentro da sala de aula. A estratégia investigativa pode parecer, a priori, apenas uma única atividade a ser desenvolvida, na qual ao manipular um experimento ou solucionar apenas uma situação-problema pode-se chegar ao objetivo da compreensão de uma teoria. No entanto, essa compreensão, no Ensino por Investigação, deve ser feita não apenas por uma atividade, e sim, em várias etapas, como a demonstração investigativa, questões e/ou problemas abertos, leitura de texto histórico ou descritivo e laboratório aberto, entre outras atividades que o professor julgar necessárias para a construção do conhecimento. Isso enseja afirmar que a estratégia em questão pode ocorrer de várias formas em sala de aula ou em um laboratório.

A partir desse entendimento, a realização de diferentes atividades em sala de aula se torna bastante viável com o caráter investigativo. Para isso, pode se pensar em um ponto de partida para que seja realizada uma investigação, algo que possa ser desafiador para o aluno, que faça com que ele seja estimulado a realizar a tarefa proposta pelo professor (Azevedo, 2009). Dessa forma, todas as atividades devem estar sendo realizadas a partir de uma situação problematizadora ou situação-problema, além da dialógica sob a ação do professor (Azevedo, 2009).

Da mesma forma que as situações-problemas e as atividades investigativas não podem ser aleatórias e desconexas, as investigações como citado por Azevedo (2009), Carvalho (2016) e Moura e Silva (2019a) devem ser organizadas de modo a fazer sentido para o aluno e terem uma sequência lógica de pensamento. Dessa forma, a estratégia em questão proposta deve seguir uma sequência lógica de atividades investigativa.

Uma sequência organizada sobre um determinado tema da grade curricular é o que, segundo os autores Azevedo (2009), Carvalho (2016) e Moura e Vianna (2019), compõe uma SEI organizado em atividades investigativas a ser utilizados. E assim sendo, vários também são os tipos de problemas que se podem utilizar para iniciar cada uma delas. A escolha do problema vai depender de qual atividade investigativa foi selecionada e se esta tem uma relação dependente com o tópico abordado. Reafirma-se a importância do processo de planejamento, execução e avaliação das aulas, pois, como mencionado anteriormente, o aluno mudará de postura e será o agente principal dessa metodologia e o professor será um orientador que em momentos de dúvidas dos alunos terá o papel de recolocá-los na direção certa sem expor as respostas corretas.

No contexto deste trabalho sobre a primeira Lei de Newton a SEI organizamos a SEI

em cinco etapas: Demonstração Investigativa; Questões Abertas; Leitura de Textos; Laboratório Aberto; Sistematização do conhecimento: entre os alunos; e pelo professor. Destaca-se que esta SEI é organizada de forma que cada etapa é pré-requisito para a etapa seguinte, ou seja, as cinco etapas desta sequência investigativa se relacionam diretamente. Outro assunto importante para compreensão desta SEI é a Sistematização do Conhecimento, pois, esta ocorre ao final de cada etapa e em dois momentos: em grupo e com todos os alunos da sala. A diferença, nesta SEI, é que ao final elaboramos uma nova sistematização do conhecimento que realizará debates sobre todo o contexto da SEI e uma aula interativa realizada pelo professor.

2.1 Demonstração Investigativa

Segundo Moura e Silva (2019b) e Carvalho (2016), as demonstrações investigativas são problemas experimentais relacionados às atividades da situação-problema apresentada que, se oferecer perigo ou materiais que não possam ser manuseados pelos alunos, serão realizadas pelo professor. Após o professor realizar a demonstração manuseando o experimento, o problema proposto deverá ser solucionado. Porém, não é interessante que a solução seja dada pelo professor apenas pelo fato deste encontrar-se conduzindo a atividade experimental. Nesse caso, é papel do aluno dar a solução, o que Carvalho (2016) aponta como a ação intelectual realizada pelos alunos após inúmeras tentativas de comprovação das hipóteses. Esta é concluída à medida que o professor vai fazendo perguntas do tipo “Por que vocês acham que o problema foi solucionado quando eu fiz essas ações”, levando-os a pensarem e confrontarem as soluções propostas pelos grupos, e desse modo, permitir que eles iniciem o processo argumentativo. Nesta etapa de demonstração investigativa, a produção escrita e/ou desenhada do aluno também é importante para demonstrar o que foi aprendido individualmente.

2.2 Questões Abertas

São chamadas de questões abertas as atividades nas quais são propostas aos alunos situações relacionadas ao cotidiano, sendo que a explicação deve estar ligada aos conceitos construídos e discutidos anteriormente e somados àqueles que os alunos já possuem. Da mesma maneira, essa atividade é encarada como problema a ser resolvido, porém, não experimental. Azevedo (2009) fala da importância dessa atividade para os alunos no desenvolvimento da argumentação e escrita. Ainda no pensamento da autora, esse tipo de problema permite que o

aluno desenvolva competências que são exigidas pelo Enem, como:

Demonstrar domínio da norma culta da língua portuguesa e do uso da linguagem científica; aplicar conceitos para a compreensão de fenômenos naturais, selecionar e organizar informações para enfrentar situações-problema; organizar informações e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para a construção de argumentações consistentes (Azevedo, 2009, p.29).

Durante esta etapa, busca-se desenvolver o potencial argumentativo a partir da resolução do problema, permitindo que seja conceituado na linguagem do próprio aluno, ou seja, não há a obrigatoriedade do uso da linguagem científica.

2.3 Leitura de Textos

Para Carvalho (2014) essas estratégias (leitura de textos) adotam como pressuposto teórico a avanço da qualidade do ensino daqueles envolvidos na atividade. A nossa visão é que as atividades, com essa temática, devem ser utilizadas em conteúdos programáticos que influenciaram a evolução do homem. Cabe ressaltar que esse momento é o ideal para uma reflexão sobre a importância da Física na sociedade.

Carvalho (2016) sustenta a ideia de que todos os professores permanecem com a dúvida de que nem todos os alunos entenderam o que foi proposto. A autora ainda sustenta o argumento de que mesmo analisando a produção escrita feita por eles, não é possível afirmar que todos compreenderam, haja vista que eles consigam relacionar aos conhecimentos que já possuem do cotidiano, mas podem também desviar o que estava sendo realmente proposto a ser aprendido, tendo assim conclusões distorcidas.

Tendo em vista esse fato, faz-se necessário que um texto de sistematização seja trabalhado com a turma para além de relembrar os conceitos vistos anteriormente, permitir que seja refeito também todo o processo da resolução do problema. O que é importante destacar é que não serão apenas refeitos esses processos com o intuito de fixar os conceitos e reafirmar a aprendizagem por meio da repetição, mas sim, organizar o processo pelo qual foram resolvidos os problemas, e, o produto deste serão apresentados agora com uma linguagem formal e científica dentro do entendimento dos alunos.

2.4 Laboratório Aberto

Laboratório aberto são problemas experimentais que têm por objetivo, assim como as demais atividades investigativas, buscar a solução de uma questão que deverá ser respondida pelos alunos por meio da manipulação de um experimento (Azevedo, 2009). O problema será

proposto referente ao material didático (aparato experimental), dessa forma, o professor deve organizá-lo de maneira que os alunos busquem resolver sem perder a lógica do que é proposto a ser resolvido. A mesma atividade é proposta por Carvalho (2016, p.10) em um tópico denominado “o problema experimental”. Para a autora, o aparato experimental deve ser estimulador para despertar a curiosidade e que não seja difícil de manusear de modo a não ser tedioso para o aluno. Nesse sentido, é possível analisar a busca da solução pelo aluno em etapas propostas por Ibid (2016):

- Etapa de distribuição do material experimental e proposição do problema pelo professor
- Etapa de resolução do problema pelos alunos
- Etapa da sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos
- Etapa do escrever e desenhar

2.5 Sistematização do Conhecimento

Durante todas as etapas de uma SEI são realizadas as socializações (Sistematização do conhecimento) para garantir o alcance do objetivo de construção do conhecimento de cada etapa. Ao finalizar a SEI, consideramos necessário que o professor utilize de um método, para que seja efetuada a Sistematização do Conhecimento adquirido no conjunto de todas as etapas anteriores. Nesse contexto, o professor pode fazer uso de uma aula teórica expositiva e interativa, onde serão retomados os conceitos e trabalhados nas atividades investigativas anteriores (Carvalho, 2014). Neste caso, sugerimos que essa etapa seja dividida em dois momentos: Sistematização do Conhecimento, realizado entre os alunos e a Sistematização do Conhecimento realizado pelo professor.

O primeiro momento, a Sistematização do Conhecimento, acontece através das discussões realizadas por cada grupo e depois com todos os alunos. Durante esse momento, o ideal é que todos os alunos consigam compreender conceito e expor de forma científica os conceitos e as ideias sobre o tema abordado. Para Carvalho (2016) e Azevedo (2009), a Sistematização do Conhecimento é importante para evitar que algum aluno saia da aula sem compreender o que foi estudado.

Para evitar essa situação, sugerimos realizar o segundo momento da sistematização, em que o professor organiza uma aula interativa que abordava os conceitos identificados nas atividades anteriores. Todavia, o diferencial desta, será a maneira como o assunto será trabalhado com os alunos. Dessa forma, a aula é de caráter teórico interativa com o objetivo de

levar os alunos a chegarem a uma linguagem formal e científica das soluções propostas aos problemas que surgiram durante a SEI.

3. A Argumentação e o Ensino por Investigação

Ao falar de argumentação no Ensino de Física por Investigação, somos obrigados a compreender que a argumentação promove, nos alunos, os processos necessários à construção do conhecimento e ao exercício da reflexão (Barrelo Junior, 2015; Schwarz, 2009).

Ao tratar do Ensino por Investigação e a argumentação destacamos os trabalhos de Barrelo Junior (2015), Sasseron (2008), Moura et al. (2019) e Sasseron (2016) que utilizam a argumentação para estudar se houve ou não a construção do conhecimento. Os autores concordam que existe uma relação entre argumentação e opinião.

Um argumento ocorre, então, quando uma opinião é utilizada na tentativa de persuadir um ou mais interlocutores sobre determinado ponto de vista a respeito de uma situação, ou seja, quando se tenta convencer outrem que determinado ponto de vista é correto (justificando) ou não (refutando) (Barrelo Junior, 2015, p.51).

Considerando a pesquisa de Sasseron (2016), o Quadro 01 apresenta os propósitos pedagógicos que resume as ações de planejamento que os professores podem realizar durante uma atividade investigativa.

Quadro 01 - Propósitos pedagógicos

Propósitos e ações pedagógicas do professor para promover argumentação	
Propósitos pedagógicos	Ações pedagógicas
Planejamento da atividade	Definição dos objetivos, organização dos materiais necessários e preparação do cronograma
Organização para a atividade	Divisão de grupos e/ou tarefas, organização do espaço, distribuição de materiais, limite de tempo
Ações disciplinares	Proposição clara das atividades e das ações a serem realizadas, atenção ao trabalho dos alunos ações disciplinares
Motivação	Estimulo à participação, acolhida das ideias dos alunos

Fonte: Sasseron, 2016, p.48.

As ações pedagógicas descritas no Quadro 01 estão contidas no conceito de Ensino por Investigação e descritas em várias pesquisas tais como Barrelo Junior (2015), Moura (2018), Carvalho (2016). O Quadro 02 apresenta os propósitos pedagógicos que podem auxiliar o professor ao organizar as ações realizadas durante a atividade investigativa.

Quadro 02 - Propósitos epistemológicos

Propósitos e ações epistemológicos do professor para promover argumentação	
Propósitos epistemológicos do professor	Ações epistemológicas do professor

Retomada de ideias	Referência a ideias previamente trabalhadas e/ou experiências prévias dos alunos
Proposição de problemas	Problematização de uma situação
Teste de ideias	Reconhecimento e teste de hipóteses
Delimitação de condições	Descrição, nomeação e caracterização do fenômeno e/ou de objetos
Reconhecimento de variáveis	Delimitação e explicitação de variáveis
Correlação de variáveis	Construção de relação entre variáveis, construção de explicações
Avaliação de ideias	Estabelecimento de justificativas e refutes

Fonte: Sasseron, 2016, p.50.

A ações evidenciadas nos Quadros 01 e 02 contribuem, com o professor, ao analisar se as atividades investigativas promoveram a argumentação através da atuação do docente. É necessário nortear o progresso argumentativo, que por sua vez, estão relacionadas ao desenvolvimento das ações do professor em sala de aula.

Segundo *Ibid* (2016) para que a argumentação ocorra de fato, em sala de aula, o docente necessita promover a investigação por meios de situações-problemas apresentado aos alunos e que serão resolvidos. Pois ao longo da investigação, podemos perceber através de interações discursivas se houve ou não os indícios da argumentação. Sasseron (2016, p.49) afirma que:

cada um desses propósitos pedagógicos e as ações a eles relacionadas devem auxiliar no desenvolvimento da argumentação, pois estão associados diretamente à criação de possibilidades para que os alunos realizem investigação, interajam discursivamente e divulguem suas ideias.

Para alcançar os objetivos determinados neste trabalho, partiu-se de um planejamento minucioso e antecipado de todos os passos e estratégias que culminaram no desenvolvimento das atividades investigativas trabalhadas com os alunos. Dessa forma, esses passos foram pensados e discutidos de modo que a SEI desenvolvida permita a construção do conhecimento que será analisado através da argumentação.

4. Metodologia

Ao iniciar esta pesquisa, propomos realizar as atividades investigativas com o objetivo de melhorar o processo de ensino-aprendizagem na sala de aula. Por esta razão, consideramos que esta pesquisa tem um caráter pesquisa-ação de natureza qualitativa pois nossos resultados estão estruturados a partir das falas dos discentes pesquisados. Segundo Tripp (2005) a pesquisa-ação é uma estratégia que permite aos professores-pesquisadores utilizarem suas pesquisas para aprimorar seu ensino e o aprendizado dos alunos. Para Moura *et. al.* (2019) a abordagem qualitativa permite aos professores-pesquisadores organizar os dados, frente aos objetivos da pesquisa e garantir a liberdade ao analisar dos dados obtidos.

Esta pesquisa, que é contínua, é realizada através de um grupo de pesquisa de uma Instituição Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA localizado na cidade de Bragança-PA. Ao iniciar esta pesquisa realizamos várias leituras sobre a argumentação no Ensino por Investigação e procuramos vários exemplos de SEI aplicada em turmas de Ensino Médio onde encontramos várias Teses e Dissertações que nos dão o alicerce da continuidade desta pesquisa.

Após o período de estudo, elaboramos a SEI sobre a Primeira Lei de Newton e aplicamos em uma turma do 1º ano do Curso Técnico de Edificações Integrado ao Ensino Médio. Antes de começar a atividade recebemos a autorização do uso de imagem e voz dos alunos assinado pelos responsáveis. De posse de todas as autorizações gravamos com duas câmeras as atividades desta pesquisa.

A seguir apresentaremos a Sequência de Ensino Investigativa aplicada nessa turma que foi organizada em cinco etapas e que teve duração de quatro horas/aula.

4.1 Etapa 1 – Demonstração Investigativa

A Demonstração Investigativa foi realizada com a participação de um voluntário (monitor) e a utilização de um skate como recurso experimental. O objetivo dessa etapa é instigar os alunos a proporem hipóteses (ideias) que possam ser testadas na demonstração e se chegar a uma ideia predominante entre os grupos. Dessa forma, não é objetivo dessa etapa conceituar a lei da inércia, mas sim, verificar o conhecimento prévio que os alunos possuem sobre a situação a ser demonstrada. Nesse momento realizaram-se questionamentos sobre referencial inercial, se o skate e o monitor estavam em repouso ou movimento e verificar se os alunos compreendem a necessidade de se aplicar uma força para alterar o estado do movimento ou repouso do monitor (ver descrição da pergunta: Turno 1).

Após esse momento, aconteceu um pequeno debate separadamente com cada um dos grupos, para sondarem as discussões ocorridas entre eles e ter conhecimento das divergências de opiniões. Essa ação foi importante para que se uniformizassem as ideias individuais, chegou-se a um consenso do grupo e, em seguida, partiu-se para um debate geral da classe. Após os debates com os grupos, realizou-se uma socialização das ideias propostas pelos alunos. Uma parte do objetivo foi concluída quando os alunos, que estavam sendo apenas questionados pelo professor, chegaram a um termo em comum e depois relataram suas ideias. As várias soluções possíveis deram lugar a apenas uma que foi posta em prática em uma demonstração.

A segunda situação se resumiu em empurrar cuidadosamente o voluntário que estava de

pé sobre o Skate, de maneira que, momentaneamente, se locomoviam a uma velocidade considerada constante. A reação observada ocorreu no instante em que o professor intercepta, subitamente, o movimento do Skate com o pé, provocando uma freada brusca. Sobre os efeitos observados com o voluntário no momento em que o sistema foi parado subitamente, foram feitas indagações aos alunos sobre o ocorrido. Foi proposto assim, um segundo problema em forma de pergunta a ser resolvido (descrição da pergunta: Turno 6). Da mesma forma, foi disponibilizado um intervalo de tempo para que os alunos pudessem pensar e discutir possíveis hipóteses, registrando de forma escrita. Mais uma vez a sondagem com cada grupo foi efetivada antes da socialização que ocorreu logo em seguida.

4.2 Etapa 2 – Questões Abertas

Nesta etapa, propôs-se analisar duas situações-problema sobre o conceito de inércia através de um exemplo onde uma pessoa cairia se um ônibus arrancar ou frear bruscamente (ver Turno 10). Assim, foi sugerido aos alunos que, individualmente, procurassem uma solução na forma escrita (podendo argumentar entre os alunos do próprio grupo).

Após finalizar o tempo de resolução, o professor realizou uma discussão com os alunos para verificar se todos estavam conseguindo argumentar corretamente as soluções. Para facilitar a discussão, o professor interagiu com os alunos de modo a resolver o problema proposto sempre com a utilização de perguntas dos tipos “como”, “porque” e “qual sua opinião”. Assim que os problemas foram resolvidos pelos grupos e cada membro teve a oportunidade de compartilhar com os demais a sua solução para o problema proposto.

4.3 Etapa 3 – Leitura de Textos

Para essa etapa, foi utilizado um texto de apoio (ver 4.3.1) retirado do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – GREF – sobre a Lei da Inercia (Primeira Lei de Newton). O texto apresenta a ideia de repouso, movimento, referencial e inércia de forma descontraída e em uma situação descrita do cotidiano. O texto é baseado em uma história na forma de charge, contendo situações do cotidiano discorridas pelos personagens. O texto tem por objetivo proporcionar uma dinâmica de discussão entre os alunos, sistematizando o assunto abordado em todas as etapas anteriores, permitindo conceituar a Lei da Inercia. Porém, diferente da etapa anterior, a utilização do texto proporciona ser este conceituado agora com uma linguagem científica, somando a conceituação não científica da etapa anterior.

4.3.1 Texto utilizado na Etapa 3 – Textos de Sistematização

A Lei da Inércia segundo Garfield

Newton disse que um corpo permanece em repouso se não houver nada que possa tirá-lo deste estado, ou seja, alguma interação com qualquer outro corpo.



Às vezes não percebemos que estamos em movimento porque quando o movimento é uniforme, não podemos senti-lo ou distingui-lo do estado de repouso.

Às vezes não percebemos que estamos em movimento... mas uma mudança brusca pode nos lembrar disso!!

Somente quando estamos acelerando realmente sentimos algo que nos permite dizer que estamos em movimento.

Adaptado de: Quadrinhos de Jim Davis, extraídos da Folha de São Paulo, da revista "Garfield na Maior" e GREF.

4.4 Etapa 4 – Laboratório Aberto

Esta etapa teve início com a apresentação de um *kit* experimental aos alunos composto por carrinhos simples, esferas de massas diferentes, corpos de prova de metal em formato cilíndrico e de disco. O kit experimental foi disponibilizado em uma caixa que ficava em um

local separado dos alunos, onde os mesmos tinham que escolher o material e desenvolver sua própria atividade experimental sem nenhum roteiro disponibilizado pelo professor. O kit experimental, por sua vez, permitiu que fosse trabalhado o conceito de inércia retratando a ideia do texto anterior. O objetivo dessa etapa é fazer com que o aluno possa explorar o conhecimento construído até a presente etapa por meio da manipulação experimental.

Primeiramente, o kit experimental foi disponibilizado aos alunos permitindo que fossem utilizados os objetos livremente por todos. Nessa etapa, os alunos não foram orientados a fazer uma atividade pré-definida ou com roteiro, apenas foi proposto um problema para que cada um pudesse testar hipóteses livremente. O problema é proposto em forma de pergunta (ver turno 27). Após a realização desta etapa, conforme indicado por Carvalho (2016), os alunos foram instigados a relatar suas conclusões sobre a Inércia e se conseguiram distinguir a relação entre massa e Inércia.

4.5 Etapa 5 – Sistematização do Conhecimento

A Sistematização do conhecimento ocorre ao final de cada etapa da SEI, porém deixamos claro, nesta pesquisa, que criamos uma etapa exclusiva para sistematizar o que foi estudado durante a SEI. Por se trabalhar com alunos que precisam interagir com outros alunos, nos preocupamos se o mesmo realmente compreendeu tudo que foi trabalhado nas etapas anteriores e por isso realizamos esta sistematização em dois momentos: O primeiro, através da sistematização realizada entre todos os alunos através de um debate/discussão sobre todas as etapas da SEI e o segundo momento através de uma aula interativa realizada pelo professor que através de recursos tecnológicos explica o tema da SEI. Esta etapa tem como principal objetivo garantir que todos os alunos entendam o conceito da Primeira Lei de Newton.

5. Resultados e discussões

No final da introdução deixamos claro os principais objetivos desta pesquisa que são: mostrar a fases do planejamento e execução de uma SEI e perceber que houve a construção do conhecimento através da argumentação.

O primeiro objetivo, mostrar as fases do planejamento e execução da SEI, ficou evidenciado na metodologia e também poderá ser complementado neste tópico. A construção do conhecimento através da argumentação é evidenciada em algumas falas que selecionamos e transcrevemos em turnos e ao analisar estes argumentos podemos lembrar as afirmações

defendidas por Sasseron (2016) ao defender que a argumentação contribui na construção do conhecimento. Reafirmamos que a análise da argumentação defendida anteriormente através dos autores citados apresenta, de forma resumida, através da análise de *Ibid* (2016). Para analisar a argumentação dos alunos separamos as falas dos alunos por etapa da SEI.

5.1 Análise da Etapa 1 - Demonstração Investigativa

É imprescindível destacar os motivos pelos quais as atividades investigativas ocorreram em grupos menores de alunos dentro de sala de aula. Essa estratégia é relevante, pois os educandos quando têm o desenvolvimento já consolidado e possuem a capacidade de resolver situações sem a orientação de um adulto, tendem a compreender uns aos outros mais facilmente do que entender o educador (Carvalho, 2016).

Essa etapa trata de uma atividade que permitiu a discussão sobre os efeitos da inércia aos quais ficou submetido um voluntário. Inicialmente, como orienta *Ibid* (2016), foi necessário apresentar um problema aos alunos, iniciando a etapa em que o educador propõe o problema. Esse momento de interação está descrito no Quadro 03.

Quadro 03 – Transcrição das falas selecionadas da Etapa 1

DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA	
TURNOS	FALAS TRANSCRITAS
1	Professor: “Primeira situação, nós temos um skate, o voluntario vai subir. Pronto, temos o voluntario em cima do skate. Primeira pergunta, só que vocês vão discutir entre vocês inicialmente antes da gente fazer algum tipo de resposta. O que é que eu devo fazer para tirar o voluntario do estado de repouso?”
2	Grupo 1: “Aplicando uma força, não o senhor aplicando uma força nele, mas ele também em relação ao chão, o atrito no caso. Nesse caso, o senhor poderia aplicar uma força nele.”
3	Professor: “Então ele pode aplicar uma força, não é? Como é que ele faria?”
4	Grupo 1: “Tipo assim, ele colocaria o pé no chão e faria mais ou menos isso aqui óh”
5	Grupo 3: “Existem quatro possibilidades, uma seria alguém botando uma força nele, no caso empurrando ele, a outra seria ele mesmo provocando isso usando as pernas...”
6	Professor: “O que aconteceu com o corpo do voluntario?”
7	Grupo 1: “Continuou o movimento quando o skate foi parado, por que ele não estava preso ao skate.”
8	Professor: “Ele foi arremessado ou não?”
9	Grupo 2: “Ele continuou o movimento, quando o senhor parou o skate.”

Fonte: Autores (2019)

Nessa etapa, a atividade é iniciada sobre duas situações e, logo, é possível analisar nos turnos 1 e 6, o desenvolvimento dos propósitos epistemológicos e pedagógicos, nessa ordem, proposição de um problema e motivação, onde se apresenta a situação sem ponderar sobre o que vai ocorrer. Em seguida o problema é proposto provocando, nos alunos, motivação em responder pela forma como a pergunta é feita (Sasseron, 2016).

É possível notar que as falas posteriores permanecem na motivação. O que se pode constatar é que os alunos continuam a responder, e que isso motiva os outros a também responderem, ao tempo em que se dá grande importância às respostas obtidas. O que é considerado nas falas dos discentes fica evidente nos turnos 2, 4 e 5. Por meio das falas, pode-se confirmar o uso de perguntas que serviram como ponto de partida para os discentes relacionarem com situações já conhecidas e vivenciadas, o que *Ibid* (2016) argumenta por meio de perguntas intrigantes.

Após esse momento, de posse das hipóteses de cada grupo, voltou-se para o sistema (voluntário/Skate) para teste das ideias concluídas. Os alunos não entenderam de forma clara, o problema que exigia que a ação fosse externa ao sistema. Logo é possível observar nas falas dos alunos, uma ação por parte do voluntário (turno: 2, 4 e 5). Não se considerou pertinente interromper o raciocínio deles, deixando-os livres para argumentarem (turno 3) e também para valorizar o erro, pois, mais adiante, os alunos perceberam a forma correta do conceito. Vale enfatizar que essa etapa não tem por objetivo conceituar inércia, muito menos se esperava que fosse dada uma explicação científica para as duas situações apresentadas.

5.2 Análise da Etapa 2 - Questões Abertas

Em continuidade, nesta etapa, foi apresentado um problema na forma de questão, com recorrência ao propósito epistemológico proposição de problema. Esta por sua vez, foi planejada antecipadamente depois da análise de duas situações que o discente vivencia diariamente ou que já foi vivenciada (Carvalho, 2016). Este problema junto a interação com o professor é mostrado no Quadro 04, a seguir:

Quadro 04 – Transcrição das falas selecionadas da Etapa 2

QUESTÕES ABERTAS	
TURNO	FALAS TRANSCRITAS
10	Professor: “Primeira situação - O que acontece comigo, sendo que o ônibus está em repouso e eu em pé dentro do ônibus sem me segurar em nada, quando o ônibus sair repentinamente?” Segunda situação – “O ônibus que saiu em movimento, já passou o ocorrido, aí eu me levanto, estou em pé sem me segurar em nada, aí o motorista bruscamente pisa no freio, por que passou uma tartaruga na frente, o que vai acontecer comigo?”
11	Grupo 2: Resposta para primeira situação – “O movimento simultâneo do ônibus ao sair do repouso, gera uma alta elevação de força causando com que a pessoa, sem se movimentar, fosse ser arremessada contra o solo do ônibus.”
12	Professor: “O ônibus estava parado e a pessoa também.”
13	Grupo 3: Resposta para primeira situação – “A aceleração brusca causa e acaba alterando o impulso que vai ser aplicado no corpo e vai lançar ele, no caso de uma aceleração vai lançar o corpo para trás.”
14	Professor: “A aceleração brusca do ônibus vai fazer com que eu caia para trás é isso?”
	Grupo 4: Resposta para primeira situação – “A partir do momento em que entrou no ônibus, tipo o ônibus estava em repouso certo. A pessoa estando em repouso e o ônibus

15	estando em repouso, logicamente o quadro está em repouso, então com a arrancada brusca que o ônibus vai ter para se colocar em movimento seu corpo vai ser jogado para trás. Por exemplo se for uma arrancada média, tá parado, então vai colocar apenas o pé para trás, mas se for uma maior vai ser lançado e cair de costa no chão do ônibus.”
16	Professor: “Eu vou cair ou não vou cair?”
17	Grupo 6: Resposta para a segunda situação – “O ônibus ele tá em uma certa velocidade, certo. E ele vai ser parado, no caso vai ser acionado o freio então o ônibus vai parar e já que você não tá segurando em nada, então a tendência é que o senhor continue em movimento retilíneo, então o senhor vai basicamente ir pra frente, no caso vai cair ou se tiver alguém na sua frente o senhor vai ser parado por aquele alguém que vai estar na sua frente.”

Fonte: Autores (2019)

A realização dessa etapa iniciou-se com a uma problemática apresentada à classe descrita no turno 10. Com isso, procurou-se proporcionar novamente um momento de discussão nos grupos e, com isso, atingiu-se a motivação com o surgimento de hipóteses perceptíveis no turno 12, 14 e 16.

Ao propor essa atividade para a segunda etapa, pensou-se em uma forma de aproximar a realidade já conhecida pelo aluno (conhecimento prévio) com a demonstração feita pelo professor. Almejou-se com essa etapa apresentar subsídios para se começar a construir explicações para o fenômeno (Sasseron, 2016). Mais uma vez, são consideradas todas as ideias dos alunos que podem ser analisadas nos turnos 11, 13 e 15. Mesmo que nem todos os grupos cheguem a uma linguagem mais próxima da científica, é importante considerar, pois o propósito é conduzir a conceituação por meio da argumentação.

Nesse sentido, é importante atentar para o turno 12, uma vez que este mostra uma ação dialógica realizada onde se recorre ao propósito epistemológico retomada de ideias, cujo propósito foi organizar as informações e permitir ao discente tomar consciência sobre os dados dispostos (*Ibid*, 2016).

Por fim, verificou-se que, após essa ação, a explicação para o problema proposto começou a se estabelecer como uma solução melhor fundamentada, com aparecimento de um termo mais científico. É possível comprovar no turno 17, o uso da expressão “movimento retilíneo”.

5.3 Análise da Etapa 3 - Textos de Sistematização

Nessa etapa, o intuito é conceituar inércia por meio da interação argumentativa que só foi possível após a promoção de uma investigação (*Ibid*, 2016). A utilização do texto (ver apêndice) tem o objetivo de relacionar todas as atividades já desenvolvidas. Contudo, as interações referentes à atividade de sistematização com utilização de um texto de apoio são

descritas no Quadro 05, a seguir.

Quadro 05 – Transcrição das falas selecionadas da Etapa 3

TEXTO DE SISTEMATIZAÇÃO	
TURNO	FALAS TRANSCRITAS
18	Professor: “Vocês conseguiram encontrar o quê nesse texto?”
19	Grupo 5: “Que tudo que está em movimento, ele tende a permanecer em movimento, e o que está em repouso tende a permanecer em repouso.”
20	Professor: “Tudo o que a gente viu até agora praticamente está se repetindo nesse texto?”
21	Grupo 7: “É a lei da inércia, primeira lei da física, e que um corpo que está em movimento permanece em movimento e um que está em repouso permanece em repouso.”
22	Professor: “O quê que altera esse estado de inercia?”
23	Grupo 6: “Um movimento.”
24	Professor: “Um movimento? Eu queria outra palavra.”
25	Grupo 2: “Uma interação.”
26	Grupo 7: “Uma força.”

Fonte: Autores (2019)

De início, a leitura do texto fez com que os alunos que conseguiram ler primeiro, ficassem dispersos e iniciassem conversas paralelas. Dessa forma, foram desenvolvidas ações disciplinares para continuar a atividade com a retomada de ideias (descrita no turno 18), proporcionando aos alunos que relembassem os pontos-chave do texto, os quais se relacionaram com as atividades anteriores, com a finalidade de que eles reorganizassem as informações já obtidas e tomassem consciência dos dados para dar início à conceituação da Primeira Lei de Newton (*Ibid*, 2016).

A partir de agora, utiliza-se o propósito motivação constantemente ao estimular os discentes por meio de perguntas possíveis de responder utilizando o texto, sendo um ponto de partida para uma solução que será avaliada e utilizada na discussão (*Ibid*, 2016). Todas as motivações podem ser verificadas nos turnos 18, 20, 22 e 24.

É possível verificar que a interação entre educador e educando, por meio do diálogo e argumentação (turnos 18, 19 e 20), proporcionou ao aluno a conceituação das situações analisadas nas atividades de demonstração e questões abertas. Tal afirmativa se efetiva ao se verificar a resposta descrita no turno 21. Isso favorece concluir que os discentes compreenderam o conceito apresentado nas situações do texto, o que permitiu relacionar com as demais atividades. Por fim, é importante destacar a motivação que fora utilizada, descrita no turno 24, em que a participação da equipe em responder “um movimento” foi considerada, avaliada e, em seguida, utilizada na discussão seguinte. A partir da discussão que foi gerada, a resposta esperada surgiu no turno 25.

Esta etapa previa a realização de uma linguagem científica para a definição dos conceitos apresentados, no entanto, verificou-se que foi, justamente nesse ponto, que os alunos tiveram maior dificuldade, por isso mesmo, a orientação do professor se tornou mais necessária,

o tempo previsto no planejamento da aula não foi o suficiente e por este motivo a aula foi estendida por mais alguns minutos. Contudo, o objetivo só foi concluído quando a resposta esperada ao problema do turno 22 surgiu com caráter científico, descrita no turno 26. Dessa forma, chegou-se à conclusão de que, por meio dessa atividade investigativa foi possível sistematizar o conhecimento construído ao longo das atividades, chegando à conceituação do tema e que foi trabalhado com uma linguagem científica.

5.4 Análise da Etapa 4 - Laboratório Aberto

Para essa etapa procurou-se analisar cuidadosamente um material que possibilitasse trabalhar as aplicações da lei de Newton. Nesse sentido, fez-se uso do propósito planejamento da atividade. Para isso, os materiais foram antecipadamente organizados, foram realizados testes para se verificar as condições de uso e sua aplicação experimental e, atentou-se ainda, para a quantidade a ser utilizada pelos discentes (*Ibid*, 2016). O Quadro 06 a seguir descreve as interações discursivas ocorridas entre professor-aluno:

Quadro 06 – Transcrição das falas selecionadas da Etapa 4

LABORATÓRIO ABERTO	
TURNO	FALAS TRANSCRITAS
27	Professor: “Utilizando o material, podemos demonstrar de quantas formas possíveis a aplicação da Lei da inércia?”
28	Grupo 3: “Três formas diferentes, uma freando, outra acelerando o carrinho e mais uma segurando a bolinha.”
29	Professor: “Poderia existir mais alguma?”
30	Grupo 4: “Três formas: a primeira acelerando o carrinho e a outra desacelerando, e a terceira fazendo uma curva.”
31	Grupo 7: “Quatro formas diferentes sendo uma fazendo uma curva com o carrinho, duas acelerando e freando o carrinho e mais uma usando bolinhas de peso diferente.”

Fonte: Autores (2019)

A atividade foi iniciada de acordo com o que propõe Carvalho (2016), apresentando um problema aos discentes. Para isso, buscou-se expor primeiramente os materiais disponíveis a serem utilizados, permitindo que fossem manipulados livremente. O objetivo dessa etapa é proporcionar condições para que o aluno explore o conhecimento sistematizado até então, ao investigar diferentes aplicações para a lei da inércia.

Em seguida, após todos terem conhecimento do aparato experimental, propôs-se a problemática descrita no turno 27 consolidando o propósito epistemológico proposição de um problema. Por fim, é relevante analisar a interação descrita nos turnos 28, 29 e 31 que se referem às discussões ocorridas em torno das soluções ao problema proposto.

5.5 Análise da Etapa 5 - Sistematização do Conhecimento

Nesta etapa, que objetiva sistematizar o conhecimento entre os alunos e, posteriormente pelo professor, é importante não deixar nenhum aluno sem compreender os fundamentos da Primeira Lei de Newton.

No primeiro momento da sistematização, os alunos conseguiram transcrever a Primeira Lei de Newton e exemplificar formas de aplicação desta lei entre os grupos e, também, compartilharam as ideias com a sala inteira.

No segundo momento, a sistematização do conhecimento realizado pelo professor serviu para “aparar as arestas” que poderiam existir (o que não se percebeu) e também reduzir ao máximo as dúvidas e/ou a não compreensão do assunto, por parte dos alunos.

6. Considerações Finais

Após compreender como foi planejada e executada a SEI sobre a Primeira Lei de Newton, percebemos que esta metodologia pode ser aplicada a outros conteúdos da grade curricular desde que seja realizado os devidos planejamentos. Percebemos que a aplicação da SEI despertou nos alunos reações argumentativas diante das atividades investigativas, mesmo ao abordarem temas clássicos do conteúdo de Física referente ao primeiro ano do Ensino Médio.

Constatamos que a mudança de postura do professor é fundamental ao aplicar o Ensino de Física por Investigação, pois permite que o professor não se julgue o foco principal e permite que o aluno compreenda que ele é o agente principal do processo de ensino-aprendizagem e, por fim, assegura-se que, mesmo ao realizar atividades em grupo, pode construir o conhecimento científico.

Destaca-se durante a SEI, a necessidade de se obter, por parte dos alunos, uma atitude argumentativa diante das atividades investigativas, cujo objetivo é aprimorar o raciocínio científico, evitando, dessa forma, que a proposta de Ensino por Investigação venha a se tornar apenas mais uma exposição de ideias, sem que tenha interesse ou significado para o aluno. Destaca-se também a importância da interação professor-aluno através do diálogo, capaz de gerar momentos de argumentação, característica de um Ensino Investigativo.

Percebemos que esta metodologia, em estudo no nosso grupo de pesquisa, precisa ser estudada com maior profundidade, pois ao propor a argumentação como ferramenta no Ensino por Investigação em turmas de Ensino Médio requer maiores atenção quanto ao planejamento.

Diante do exposto, o Ensino de Física por Investigação proporcionou aos alunos, o

aperfeiçoamento de habilidades pertinentes à resolução de situações-problema e contribuiu no poder de arguição, permitindo elaborar argumentos com mais coerência, clareza e com o caráter científico sobre o assunto. O Ensino por Investigação se mostrou uma metodologia eficaz, neste trabalho, pois possibilitou a contextualização dos conteúdos para os alunos e facilitou a forma de raciocinar e entender as ideias e os objetivos planejados durante a SEI.

Esta pesquisa evidencia como uma atividade investigativa contribui no processo de ensino e aprendizagem. Sugerimos, como futuro estudo, analisar a relação da construção do conhecimento através da argumentação científica.

Referências

Azevedo, M. C. (2009). *Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula*. In, A. M. Carvalho (org), *Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática* (pp. 19-33). São Paulo: Cengage Learning.

Barrelo Junior, N. (2015). *Promovendo a argumentação em sala de aula de física moderna e contemporânea: uma sequência de ensino investigativa e as interações professor-alunos*. Tese (Doutorado em Ensino de Física), Curso de Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Área de Concentração: Ensino de Física, Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Brasil. (1999). Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais - ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC.

Brasil. (2002). Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. PCN+: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais - ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC.

Carvalho, A. M. (2014). *Calor e temperatura: um ensino por investigação*. São Paulo: Editora Livraria da Física.

Carvalho, A. M. P. (2016). *O Ensino de Ciências e a proposição de Sequências de Ensino Investigativas*. In: A. M. P. Carvalho, *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula* (pp. 01-20). São Paulo: Cengage Learning.

Hodson, D. (1994). *Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, v. 12, n. 3, p. 299-313.

Moura, F. A. (2018). *Ensino de Física por Investigação: Uma Proposta para o Ensino de Empuxo para alunos do Ensino Médio*. 2018. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.
Disponível em:
<http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_fabio_1.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018.

Moura, F. A., & Silva, R. (2019a). O Ensino de Física por Investigação: A socioconstrução do conhecimento para medir a aceleração gravitacional. *Research, Society And Development*, [s.l.], v. 8, n. 3, p.1083771-13, 1 jan. 2019. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i3.771>. Disponível em: <<https://rsd.unifei.edu.br/index.php/rsd/article/view/771/679>>. Acesso em: 01 mar. 2019.

Moura, F. A., & Silva, R. (2019b). Uma Proposta para o Estudo de Empuxo por meio de Atividades Investigativas. *Revista Do Professor De Física*, 3(1), 155-176. <https://doi.org/10.26512/rpf.v3i1.21160>

Moura, F. A., & Mandarino, P. H. P. (2017). Ensino de Física por Investigação: relato de caso sobre uma Sequência Didática de aulas experimentais no Ensino de Empuxo. In: resumos do II Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências. Campina Grande. Disponível em <http://editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV070_MD1_SA5_ID_1591_01052017120918.pdf> Acesso em: 20 out. 2018.

Moura, F. A., & Vianna, P. O. (2019). O Ensino de Física Moderna baseado no filme Interestelar: Abordagem didática para a aprendizagem significativa. *Research, Society And Development*, [s.l.], v. 8, n. 3, p.1-16, 1 jan. 2019. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i3.823>. Disponível em: <<https://rsd.unifei.edu.br/index.php/rsd/article/view/823/681>>. Acesso em: 01 mar. 2019.

Moura, F., Gomes, T., Maria, A., & Moura, S. (2019). Ensino de Termometria e Tecnologias de Inovação: realidade e possibilidades de uma prática educacional usando Arduino. *Revista De Estudos E Pesquisas Sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)*, 5(10). <https://doi.org/10.31417/educitec.v5i10.459>

Sasseron, L. H. (2016). Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor In. Carvalho, A. M. P. (org). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. Cap. 3 p. 41-62. São Paulo: Cengage Learning.

Sasseron, L. H. (2008). *Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula*. 2008. 265 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Schwarz, B. (2009). *Argumentation and learning*. In: Mirza, N. M.; Perret-Clermont, A-N. (Eds.). *Argumentation and education: theoretical foundations and practices*. Dordrecht: Springer, p. 91-126.

Tripp, David. (2005). Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, 31 (3), 443-466. <https://dx.doi.org/10.1590/S1517-97022005000300009>

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Fábio Andrade de Moura – 40%

Brando Cruz Costa – 30%

Gabryell Malcher Freire – 30%