

Uma Proposta para o Estudo de Empuxo por meio de Atividades Investigativas

A proposal to study buoyancy using Investigative Activities

FÁBIO ANDRADE DE MOURA*¹, RUBENS SILVA†²

¹Coordenação do Curso de Licenciatura em Física, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA, Campus Bragança, Vila Sinhá, Bragança, PA, CEP 68600-000

²Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará - UFPA, Rua Augusto Corrêa, Guamá, Belém, PA, CEP 66075-110

DOI: <https://doi.org/10.26512/rpf.v3i1.21160>

Resumo

O presente trabalho é o fruto de uma pesquisa sobre o Ensino de Física por Investigação ao elaborarmos uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) sobre empuxo. A proposta tem como objetivo geral analisar o Ensino de Física por Investigação na perspectiva do planejamento, execução e avaliação de aulas, e na elaboração da SEI sobre empuxo. Os objetivos específicos desta proposta são: aplicar a SEI elaborada em uma escola pública e demonstrar que pode ser ministrado por outros professores; inserir os alunos em atividades investigativas com o propósito de desenvolver atitudes científicas; e descrever os resultados obtidos durante a aplicação das atividades proposta. Para compreender a metodologia de ensino investigativo, realizamos estudos sobre a importância dos trabalhos em grupo para a construção do conhecimento sob a ótica das pesquisas de Piaget e Vygotsky e analisamos as relações do Ensino por Investigação para contextualizar esta metodologia com os propósitos sugeridos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais. Para alcançar os objetivos propostos, analisamos os resultados e a avaliação da SEI em três vertentes: Avaliação das atividades investigativas, que ocorreram durante a aplicação da metodologia de ensino; avaliação através de questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que foram aplicadas uma semana após a realização da metodologia de ensino; e avaliação do questionário que revelou como os alunos perceberam as atividades investigativas. Analisando as três vertentes avaliativas, concluímos que o Ensino de Física por Investigação é uma metodologia que possibilita melhorar a qualidade de ensino e que promove a construção do conhecimento.

Palavras-chave: Ensino de Física por Investigação. Sequência de Ensino Investigativo. Empuxo.

*fabio.moura@ifpa.edu.br

†rubsilva@ufpa.br

Abstract

The present work is the result of a research on the Teaching of Physics by Investigation when we elaborate a Sequence of Investigative Teaching (SEI) on buoyancy. The purpose of the proposal is to analyze the teaching of Physics by Research in the perspective of planning, execution and evaluation of classes, and in the elaboration of the SEI on buoyancy. The specific objectives of this proposal are: to apply the SEI elaborated in a public school and to demonstrate that it can be ministered by other teachers; to engage students in investigative activities for developing scientific attitudes; and describe the results obtained during the application of the proposed activities. To understand the research teaching methodology, we carried out studies on the importance of the group work for the construction of knowledge from the perspective of the researches of Piaget and Vygotsky and analyzed the relations of Teaching by Research to contextualize this methodology with the purposes suggested by the National Curricular Parameters. In order to reach the proposed objectives, we analyze the results and the evaluation of the SEI in three aspects: Evaluation of the investigative activities, which occurred during the application of the teaching methodology; evaluation through questions of the National High School Examination (ENEM), which were applied one week after the teaching methodology; and a questionnaire that revealed how the students perceived the investigative activities. Analyzing the evaluative aspects, we conclude that the Teaching of Physics by Investigation is a methodology that enables to improve the quality of teaching and that promotes the construction of knowledge.

Keywords: *Teaching Physics by Investigation. Sequence of Investigative Teaching. Buoyancy.*

I. INTRODUÇÃO

A Física, como ciência natural, está inserida nos PCN (BRASIL, 2002) com o objetivo de estudar o mundo submicroscópico das partículas que compõem a matéria, ao mesmo tempo que permitem desenvolver novas fontes de energia e criar materiais, produtos e tecnologias. Através do Ensino de Física os alunos conseguem interpretar fatos e fenômenos da natureza, para que tenham uma visão dinâmica do mundo, além de permitir uma discussão filosófica que não podemos subestimar no processo educativo (BRASIL, 1999, p. 22).

A Física é uma das disciplinas que os alunos consideram mais difíceis (PASQUALETTO; VEIT; ARAÚJO, 2017). Esse status de disciplina difícil pode ser explicado pela necessidade de interpretar resultados através de equações matemáticas e interpretações de fenômenos de forma abstrata e descontextualizada. Porém, a Física possibilita envolver os alunos em investigações que ultrapassam os limites da sala de aula, proporcionando motivação e engajamento que culminam no desenvolvimento e na capacidade de resolução de problemas, compreensão dos fenômenos físicos (BENDER, 2014; PASQUALETTO; VEIT; ARAÚJO, 2017).

Para que o processo de ensino-aprendizagem em Física ocorra de modo satisfatório, há diversas variáveis que precisam ser analisadas, como, por exemplo: a infraestrutura escolar,

a qualificação profissional dos professores, a elaboração de planejamento/estratégia de aula, a questão social dos alunos, entre outros fatores.

Pozo e Crespo (2009) entendem que o ensino de Física requer mudanças conceituais para permitir aos alunos uma evolução nos princípios que caracterizam as teorias científicas. Concordando com os autores e justificado pelos argumentos apresentados, propomos, nesta pesquisa, a mudança de postura do aluno, como agente ativo no processo de ensino-aprendizagem, e do professor, no papel de orientador e facilitador através do Ensino de Física por Investigação.

Assim, nesta pesquisa, propomos, como objetivo geral, analisar o Ensino de Física por Investigação na perspectiva do planejamento, execução e avaliação de aulas ao aplicar uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) sobre empuxo como meio facilitador para o processo de ensino-aprendizagem em Física. Ademais, a partir da proposta da metodologia investigativa, temos como objetivos específicos: apresentar a metodologia do Ensino de Física por Investigação; inserir os alunos em atividades investigativas com o propósito de desenvolver atitudes científicas; demonstrar que a SEI pode ser planejado e aproveitado por outros professores em suas escolas a partir das experiências relatada nesta pesquisa; e descrever os resultados obtidos durante a aplicação das atividades propostas.

II. A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO NAS PERSPECTIVAS DE PIAGET E VYGOTSKY

Em todo nível de escolaridade, seja do fundamental, médio ou superior, se queremos entender melhor o processo de ensino/aprendizagem, podemos ter como referência as teorias educacionais como base no desenvolvimento cognitivo e social humano. Os autores/teóricos mais citados nesse foco são: Jean Piaget e Lev Vygotsky. Esses pesquisadores mostraram, em suas obras, diferentes pontos de vista de como o ser humano edifica o conhecimento. Para Carvalho (2016), ambos têm uma complementariedade entre suas ideias quando aplicadas em diferentes momentos e situações de ensino-aprendizagem em sala de aula de modo. Complementariedade esta que satisfaz a prática do Ensino de Física por Investigação. Mas, a este respeito, ressalta-se que esta seção não tem como objetivo fazer um resumo das obras de Piaget e Vygotsky, e sim apresentar como esses pesquisadores fundamentam as principais características da prática do Ensino por Investigação.

Piaget, em suas pesquisas, procurava explicar como o conhecimento científico é construído pelo homem, destacando a importância de um problema (situação-problema) para a construção do conhecimento, pois, quando o professor leva uma situação-problema para a sala de aula, faz com que o aluno, ao sair de sua zona de conforto, possa raciocinar e construir seu conhecimento. É nesse momento que o aluno passa a ter a responsabilidade de raciocinar, socializar, expor suas ideias prévias e compartilhar com os colegas de sala de aula, ao final do processo, a produção de um novo conhecimento, pois é necessário estabelecer, entre as crianças, sobretudo entre os adolescentes, relações sociais, apelar para a sua atividade e para a sua responsabilidade (PIAGET, 1948, p. 36).

Cabe ressaltar que a teoria de Piaget não é exatamente uma teoria de aprendizagem, e, sim, uma teoria de desenvolvimento mental que podemos utilizar nas escolas. Para Moreira e Massoni (2016), quando relacionados ao processo de ensino e aprendizagem, muitos

professores pensam que as teorias de Piaget são aplicadas somente à educação infantil, pois a associam aos períodos de desenvolvimento mental. Na visão dos autores, ao analisar as teorias de Piaget, independentemente da idade dos alunos, só há aprendizagem quando há um aumento no conhecimento do indivíduo. Os autores ainda afirmam que as teorias de Piaget trazem implicações para o processo de ensino-aprendizagem e que são transversais ao período de desenvolvimento mental, pois são decorrentes de conceitos como esquema, acomodação e conflito cognitivo.

No contexto social, também cabem reflexões, com base nas teorias de Lev Vygotsky, ao relacionar com o Ensino de Física por Investigação buscando fundamentos através de dois temas desenvolvidos em seus trabalhos que são: as mais elevadas funções mentais do indivíduo em processos sociais, que modificaram a relação/interação entre os alunos e professor; e demonstrar que os processos sociais e psicológicos se firmam através de ferramentas, artefatos culturais que fazem parte da interação entre os indivíduos e o mundo físico (CARVALHO, 2016).

Podemos relacionar o Ensino por Investigação às teorias de Vygotsky através da interação social, dos significados, da fala e da zona de desenvolvimento proximal¹. Partindo da premissa de que o professor, ao propiciar o desenvolvimento do cognitivo do estudante, possibilitando o diálogo, a interação entre alunos e levantamento de hipótese, propiciando maior engajamento do mesmo, não deve esquecer de abordar o contexto social e cultural do indivíduo. Pois, os processos mentais superiores são pensamentos, as linguagens e os comportamentos têm origem nos processos sociais e ao desenvolver o cognitivo gera conversão entre as relações sociais e funções mentais (VYGOTSKY, 1988, p. 97).

Desta forma, o professor não é o único a propiciar a construção do conhecimento. O estudante interpõe seu desenvolvimento cognitivo e o professor passará a mediar, conforme afirma Moreira (2011, p.118):

O papel fundamental do professor como mediador na aquisição de significados contextualmente aceitos, o indispensável intercâmbio de significados entre professor e aluno dentro da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz, a origem social das funções mentais superiores, a linguagem, como o mais importante sistema de signos para o desenvolvimento cognitivo, são muito mais importantes para serem levados em conta no ensino.

Ao relacionar a aprendizagem e ensino, o professor se apresenta como um mediador entre o conhecimento e o aluno. Cabe ao professor apresentar aos alunos significados socialmente aceitos. Essa visão expõe que, sem a interação social, ou sem intercâmbio de significados, dentro da zona de desenvolvimento proximal, não há ensino, não há aprendizagem e não há desenvolvimento cognitivo (MOREIRA; MASSONI, 2016).

Segundo Moreira e Massoni (2016), a visão de Vygotsky é clara quanto ao processo de aquisição do conhecimento, ou seja, é amplamente defendido que o conhecimento advém

¹Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) é um conceito central na Psicologia formulado por Vygotsky. A ZDP é descrita como a distância entre o nível de desenvolvimento real, determinado pela capacidade de resolver tarefas de forma independente, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado por desempenhos possíveis, com ajuda de adultos ou de colegas mais avançados ou mais experientes.

das relações sociais, e, na sala de aula, pode ser adquirida através de trabalhos em grupos, ou interações e proposições resolutivas entre alunos.

Em resumo, as teorias de Piaget e Vygotsky, apesar de ter algumas diferenças, mostraram-nos como o aluno adquire o conhecimento, seja pelo cognitivo ou pelas interações sociais. Nesta perspectiva, pode-se afirmar que, entre essas teorias apresentadas, há pontos de concordância que reforçam a importância do conhecimento anterior, das atividades em grupo, a socialização do conhecimento, bem como, ainda, a inclusão do ensino através da investigação para que o discente adquira o novo conhecimento. Podemos fortalecer essas teorias associando aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, pois, os PCN preveem a investigação na educação brasileira.

III. O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI)

Quando falamos em ensino por investigação, referimo-nos a uma abordagem metodológica, que já é consagrada na América do Norte e Europa, a qual envolve a argumentação, comunicação, atividades em grupo, atividades experimentais, entre outras. Trata-se de um processo essencial no desenvolvimento dos alunos durante a promoção da construção do conhecimento científico (SILVA, 2014).

Cleophas (2016) entende que o ensino por investigação pode apresentar diversas formas de desafios cognitivos. Para a autora, o ensino por investigação propicia condições favoráveis aos alunos para que construam o conhecimento científico, sendo capazes de refletir, questionar, argumentar e interagir. A autora reconhece a valorização do conhecimento prévio do aluno que permite resolver as situações-problema que é imposta por este tipo de ensino.

Clement, Custódio e Alves Filho (2015, p.117) apontam que o ensino por investigação prevê, dentre outros aspectos, uma participação ativa do estudante no processo de ensino e aprendizagem, o que lhes atribui maior controle sobre a sua própria aprendizagem. Analisando por essa ótica, evidenciamos a valorização das atividades em grupo para resolver as situações-problemas apresentadas durante as atividades de ensino.

Logo, a partir do momento que o professor decide trabalhar com o Ensino de Física por Investigação, precisa ter ciência de toda a ideia apresentada até esse momento. Analisar as teorias apresentadas por Piaget e Vygotsky, compreender as habilidades e competências apresentadas nos PCN e PCN+ que tratam da investigação no Ensino de Física e, principalmente, estar disponível para a mudança de postura para planejar, executar e avaliar os alunos durante as atividades desenvolvidas. Ademais, precisa mudar sua postura e atitudes principalmente ao planejar as atividades investigativas, pois, ao aceitar que o aluno é o investigador da situação, precisa encontrar meios para propiciar êxito a essa investigação de situações-problema.

Destarte, para que a investigação possa fazer sentido aos jovens, é necessário que haja um diálogo entre os alunos e professores, mediado pelo conhecimento, bem como, a observação dos fenômenos que fazem parte do cotidiano.

Assim, para realizar essas atividades com as características apresentadas, propomos o planejamento e elaboração de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) realizada em

etapas idealizado por Azevedo (2009), Carvalho e Sasseron (2015) e Carvalho (2014, 2016). Os autores definem a Sequência de Ensino Investigativa como situações-problemas que instigam os alunos a estudar, investigar e solucionar os problemas apresentados utilizando vários recursos de ensino.

Para os autores, a SEI proporciona a valorização do conhecimento prévio como ponto de partida; encara o erro como uma conquista de experiência que permite o aluno construir de maneira mais sólida o conhecimento; permite ao discente desenvolver e organizar as próprias ideias; valoriza as atividades em grupo e contempla a discussão com seus colegas de sala e professores acerca do conhecimento adquirido.

Não podemos deixar de destacar que ao aplicar uma SEI no Ensino Médio, sempre haverá cobranças se o aprendizado será aplicado no ENEM ou nos vestibulares, já que os alunos passarão por um processo seletivo para ingressar em uma universidade; se o professor concluirá o conteúdo programático previsto pelo sistema educacional. Esse contexto, pode dificultar as atividades do professor, porém, ao planejar as atividades de uma SEI adaptando à realidade da escola, o professor, precisa planejar todas as etapas e explicar aos alunos a ideia central do Ensino por Investigação para que se comprometam a participar e se comportar como um ser investigativo para que ao longo da SEI, ocorra a construção do conhecimento científico.

A este respeito, Bellucco e Carvalho (2013) e Carvalho (2016) destacam alguns pontos importantes na construção e planejamento de uma SEI: a relevância da situação-problema, pois, precisa fazer parte do cotidiano do aluno para cativar o aluno; transformar a ação manipulativa em ação intelectual; a importância da tomada de consciência dos atos; criar etapas para as explicações científicas; realizar atividades que exijam a interação social para a construção do conhecimento, pois, o estudante precisa ser estimulado a participar da ação; a importância da relação aluno-aluno e aluno-professor; ensinar o aluno valorizando o conhecimento prévio; propor atividades que envolvam Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Analisando os pontos apresentados pelos autores, organizamos o produto educacional (SEI sobre empuxo) voltado para o Ensino de Física por investigação no Ensino Médio em sete etapas: leitura de texto; questões abertas; demonstrações investigativas; recursos tecnológicos; problema aberto; laboratório aberto; sistematização do conhecimento.

IV. METODOLOGIA

No início desta pesquisa enunciamos os objetivos gerais e específicos. Para alcançar esses objetivos, realizamos uma revisão bibliográfica sobre os temas desta pesquisa, através de diversos livros, artigos, dissertações de mestrado e teses de doutorado. Analisando pesquisas qualitativas, destacamos as teorias defendidas por Godoy (1995), ao expressar o tratamento de dados para conduzir discussões por meio de referenciais que possam dialogar com os resultados apresentados nesta pesquisa.

A análise qualitativa nos respalda pelo fato de possibilitar melhor organização e garantir uma liberdade na análise dos dados. Caracterizamos os dados desta pesquisa através de uma abordagem quali-quantitativa, pois os dados qualitativos se sobressaem aos dados quantitativos. A SEI desenvolvida através de aulas planejadas envolvem os alunos de uma

maneira que fosse possível associar teoria e prática e demonstrar uma física mais realista e dinâmica (MOURA et al., 2019).

Elaboramos a SEI sobre empuxo, conforme Quadro 1, e realizamos análises sobre os resultados ao aplicar a SEI em uma escola pública na cidade de Bragança-PA. Esta Sequência de Ensino Investigativo sobre Empuxo poderá ser aplicado em qualquer outra escola e, para isso, sugerimos para cada etapa uma certa quantidade de tempo e esse tempo sugerido (06 horas/aula) pode ser adaptado. Essa adaptação poderá ocorrer inclusive na quantidade de etapas desde que o professor realize o planejamento necessário.

Os resultados passam pela análise das respostas dos alunos emitidas durante a aplicação da SEI, através da fala individual ou em grupo, desenhos realizados durante as atividades, textos explicativos escritos pelos alunos. Após a aplicação da SEI, uma semana depois, os alunos responderam de forma individual uma lista de exercício com 6 questões do ENEM sobre o tema e responderam um questionário, sem se identificar, sobre como foi a experiência sobre a metodologia.

Ao aplicar a SEI, avaliamos a necessidade de gravar as aulas para que seja possível realizar observações que podem passar despercebidas durante a aula (Carvalho, 2016; Sasseron, 2008). Para realizar essas gravações, utilizamos 3 câmeras e 6 microfones para captar as imagens e áudio de toda a sala de aplicação e de cada equipe. Conseguimos a autorização do uso de fala e imagem dos pais e/ou responsáveis dos alunos. Ressaltamos que, por questões de privacidade, para cada aluno participante, elegemos um nome fictício.

V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, realizaremos uma análise sobre o desenvolvimento da SEI de modo a evidenciar os resultados e as dificuldades encontradas durante sua aplicação. Esta análise será dividida por etapas da SEI e evidenciará como cada etapa foi desenvolvida e, em seguida, realizaremos uma análise sobre a lista de exercício que os alunos responderam uma semana após a aplicação da metodologia de ensino acrescido de uma entrevista.

I. Análise da Etapa Leitura de Textos

Durante a primeira etapa da SEI, entregamos aos alunos dois textos sobre o Mar Morto, os quais abordam situações envolvendo densidade e empuxo. O objetivo desta etapa, conforme o planejamento da SEI, é que o aluno comece a entender o conceito de densidade, inclusive a equação; de empuxo. Ao realizar a leitura e discussão do primeiro texto, os alunos compreenderam que o motivo de objetos flutuarem no Mar Morto envolve a questão do excesso de sal na água, o que limita drasticamente a existência de vida marítima no local, uma vez que esse excesso de sal muda a característica da água.

Ao final do segundo texto, os alunos apresentaram indícios de terem compreendido, pelo menos parcialmente, que essa característica é o que define o conceito de densidade. Neste momento, os alunos compreenderam o conceito de densidade e perceberam a existência de uma força vertical para cima que impede as pessoas de afundarem nessa água. A interpretação do conceito de empuxo não foi totalmente compreendida, porém os alunos compreenderam que, devido a essa força vertical, os corpos não afundam no Mar Morto.

Tabela 1: *Resumo da Sequência de Ensino Investigativo*

Atividades Propostas	Momentos
Etapa 01: Leitura de Texto	-Leitura de 2 textos sobre o mar morto; -Debate do texto 1 (em grupos e em sala); -Debate do texto 2 (em grupos e em sala); Sistematização da leitura em sala.
Etapa 02: Questões Abertas	-1a atividade experimental (afunda ou boia); -Debate em grupos para analisar e justificar os resultados encontrados no experimento; -Sistematização da atividade em sala.
Etapa 03: Demonstração Investigativa	-Apresentação da 2a atividade experimental (coluna de líquidos); -Debate em grupos para analisar e justificar os resultados encontrados no experimento; -Sistematização da atividade em sala.
Etapa 04: Recursos Tecnológicos	-Apresentação da atividade através do aplicativo; -Debate em grupos para analisar e justificar as relações entre as grandezas analisadas; -Sistematização da atividade em sala.
Etapa 05: Problema Aberto	-Apresentação da 3a atividade experimental para medir m , VLD, PR, PAP, d e E ; -Debate em grupos para analisar e justificar as relações entre as grandezas analisadas; -Sistematização da atividade em sala.
Etapa 06: Laboratório Aberto	-Apresentação do Problema; -Apresentação do material disponível; -Elaboração de estratégias, pelos alunos, para a solução do problema; -Debate em grupos, sob a mediação do professor, para analisar a solução do problema; -Apresentação da(s) Solução(ões) do Problema; -Sistematização da atividade em sala.
Etapa 07: Sistematização do Conhecimento	-Sistematização das atividades realizada pelos alunos; -Sistematização das atividades realizada pelo professor.

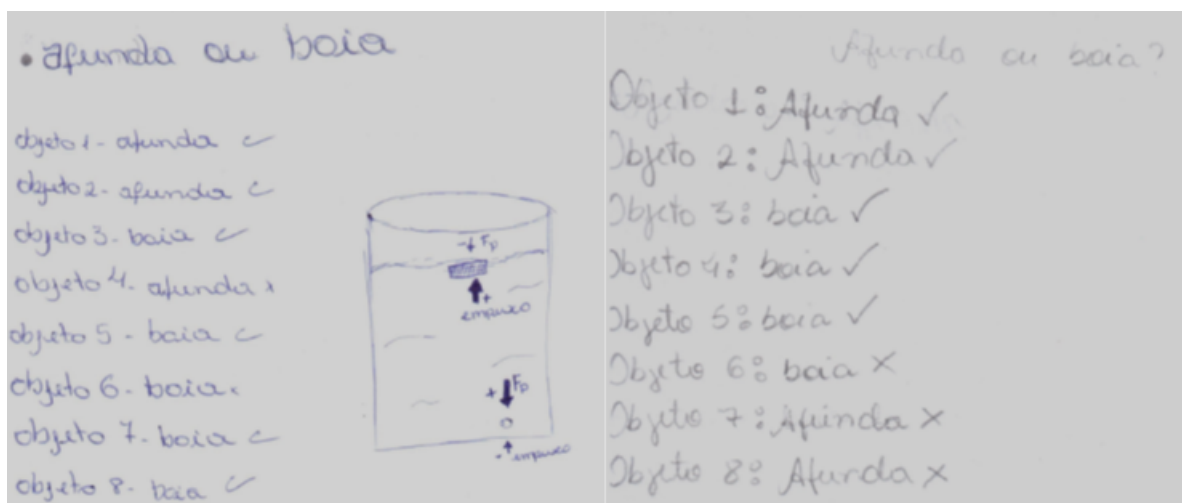


Figura 1: Previsão dos resultados da atividade Questões Abertas. (Autor, 2018).

Durante as atividades desta etapa, não foram realizados resumos textuais pelos alunos, pois consideramos que os mesmos conseguiriam explicar, durante as discussões, a definição de densidade. Concluímos que os objetivos propostos para esta etapa foram atingidos e que não houve imprevistos em relação ao tempo de aplicação da atividade.

II. Análise da Etapa Questões Abertas

A segunda etapa da SEI, Questões Abertas, transcorreu dentro do previsto. Esta etapa tratou de definir com mais clareza as definições de densidade (inclusive a dedução matemática) e ampliar as definições de empuxo. Para atingir os objetivos previstos para esta etapa da SEI, realizamos a brincadeira do afunda ou boia, em que selecionamos 8 objetos de diferentes massa e volume, sem informar o tipo do material (alguns de fácil dedução), e a partir dos conceitos de densidade discutido na etapa anterior, os alunos realizaram as previsões de quais objetos iriam afundar e quais iriam flutuar.

Após todos os alunos anotarem suas previsões, começamos a discussão do motivo de um objeto afundar ou não na água. Nesse momento, reacendemos a relação da equação da densidade e suas características e discutimos o conceito de empuxo. Em seguida, realizamos a brincadeira e os alunos foram corrigindo suas previsões conforme mostra a Figura 1.

Somente após soltar os objetos na água é que o professor informou o tipo do material e, com essas informações, os alunos realizaram outra discussão para justificar o ocorrido.

Em média, houve poucos erros nas previsões realizadas pelos alunos. Assim, analisando a Figura 2, percebemos que alguns alunos realizaram esquemas para justificar suas previsões. A identificação do tipo de material utilizado era informada aos alunos após a execução da atividade.

Diante de todas as argumentações e discussões ocorridas em sala de aula, os alunos conseguiram compreender que, para um objeto afundar na água, é necessário que sua densidade seja maior que a da água. Analisando no mesmo sentido, os alunos perceberam que, para um objeto flutuar, é necessário que o empuxo (ainda não definido totalmente) deve ter módulo de força maior que o peso. Esta percepção, que ainda não está concretizada,

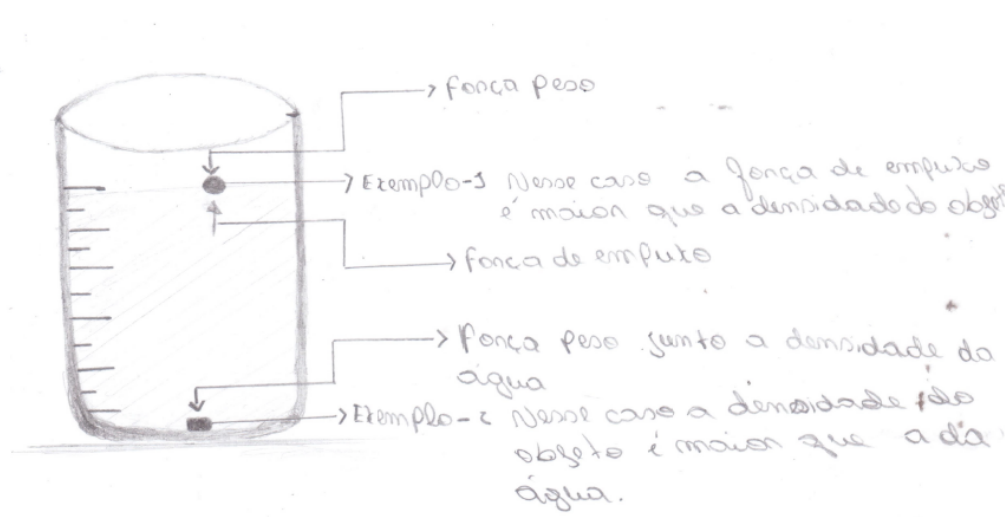


Figura 2: Análise para justificar a previsão da atividade Questões Abertas. (Autor, 2018)

será analisada e reavaliada com maior ênfase nas etapas seguintes.

III. Análise da Etapa Demonstração Investigativa

A etapa de Demonstração Investigativa, foi planejada com o objetivo de evitar que algum aluno comece a etapa de Recursos Tecnológicos sem compreender o conceito de densidade. A atividade ocorreu dentro do previsto e não houve nenhum imprevisto. Nesta etapa da SEI, o objetivo é fazer com que o aluno compreenda que os líquidos heterogêneos formem uma coluna em que o líquido de maior densidade fique na parte inferior e, os de menores densidade, acima dele. Para alcançar o objetivo previsto, realizamos a atividade experimental com colunas de líquidos utilizando mel de abelha, azeite de oliva extra virgem e água de poço.

Para realizar essa prática, solicitamos aos alunos que justificassem com suas palavras a ordem da coluna de líquidos. Em seguida, o professor jogou alguns objetos (da etapa anterior) na coluna de líquido para que os alunos pudessem prever em qual líquido cada objeto ficaria. Após a execução da atividade demonstrativa, os alunos corrigiram suas previsões e iniciou-se o debate para construir com maior segurança o conceito de densidade, sempre abordando a questão do empuxo.

Ao sistematizar, os alunos realizaram justificativas através de pequenos textos sobre a atividade realizada conforme exemplo da Figura 3. Nesses textos, observamos que os alunos conseguiram entender os conceitos estudados e perceberam que o líquido de maior densidade ficaria na parte inferior do becker. Os alunos também aprenderam que os objetos de maior densidade afundam em líquidos que tenham densidade menor que o objeto. Essas respostas, sugerem que o objetivo da atividade foi alcançado, pois constatamos o uso correto de termos científicos ao justificaram suas respostas à situação-problema.

No experimento feito, percebemos que o mel ficou no fundo, pois sua densidade é maior, no outro caso a água ficou no meio, pois sua densidade é menor que a do mel e no caso do azeite, sua densidade é muito menor que a dos outros elementos.

Figura 3: Argumentação de um aluno sobre o experimento coluna de líquidos (Autor, 2018).

IV. Análise da Etapa Recursos Tecnológicos

A etapa de Recursos Tecnológicos reforça os conceitos anteriores e aprofunda o conceito de empuxo. O principal objetivo desta etapa é permitir ao aluno compreender a relação do empuxo com a densidade, peso real, peso aparente e aceleração gravitacional. Para alcançar esses objetivos, esperávamos que os alunos conseguissem deduzir, matematicamente, as equações que medem o empuxo: $E = P_R - P_{AP}$, $E = d_L \cdot V_{LD} \cdot g$ e $E = P_{LD}$ (P_{LD} é o peso do líquido deslocado).

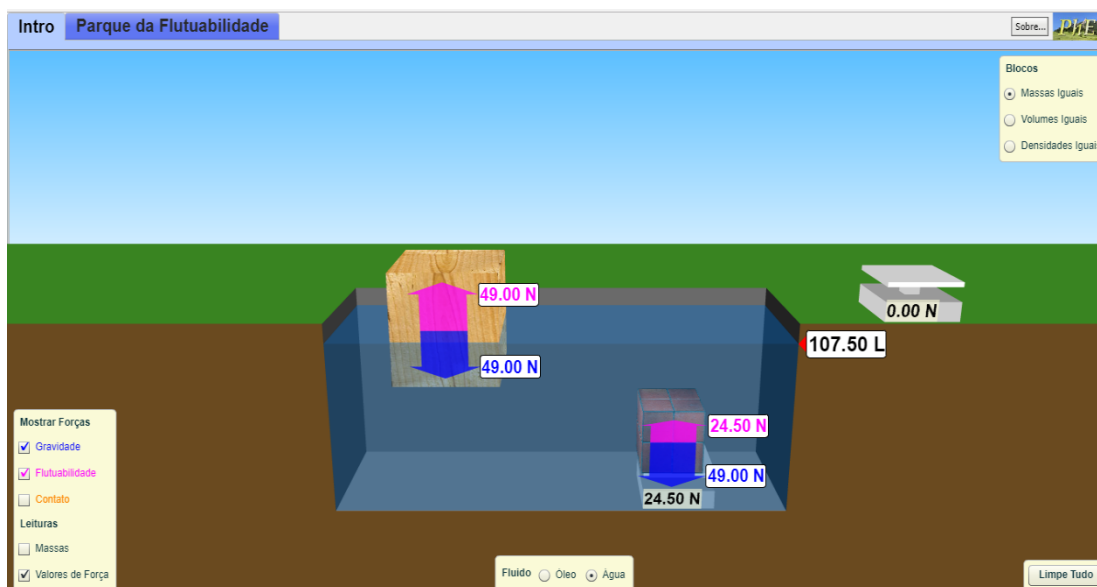


Figura 4: Simulador de Empuxo PhET

A atividade estava prevista para ocorrer em 1 hora/aula no Laboratório de Informática da instituição de aplicação desta pesquisa. No entanto, não foi possível utilizar o laboratório devido a problemas de agenda. Para resolver o problema, juntamos alguns notebooks e um data show para continuar a atividade no Laboratório de Física. Ao retornar à atividade, iniciamos com a rerepresentação do simulador PhET Física, exemplificado na Figura 4, apresentando suas ferramentas e solicitamos aos alunos a solução da situação-problema apresentada.

A etapa de Recursos Tecnológicos se mostrou importante nesta SEI pelo fato de os alunos conseguirem realizar observações que envolveram as relações entre densidade, peso real, peso aparente, volume do líquido deslocado e empuxo.

Durante a atividade, ao se trabalhar com o bloco de tijolo ao fundo sobre uma balança, todos os grupos conseguiram perceber a existência de uma relação entre o peso real e aparente para definir o empuxo. Azevedo (2009) e Carvalho (2014) entendem que, quando o aluno perceber as relações de dependência entre as grandezas físicas e que não conseguem deduzir a equação corretamente, cabe ao professor orientá-los a chegar nesse objetivo. No entanto, devido à dificuldade dos alunos em realizar operações matemáticas simples, essa relação ($E = P_R - P_{AP}$) não foi resolvida por todos os grupos. Após a Sistematização dessa primeira definição, todos os grupos conseguiram entender a relação estudada.

Ao analisar o bloco de madeira flutuando, todas as equipes perceberam que, ao se mergulhar objetos com densidade menor que a água, ao entrar em contato ocorre uma elevação do nível da piscina. Nesse momento, houve a necessidade de intervenção do professor para normatizar essa definição que logo chamamos de volume do líquido deslocado (V_{LD}). Novamente, todos os grupos perceberam a relação existente entre V_{LD} , densidade e empuxo, porém, ao contrário da equação anterior, nenhum grupo conseguiu deduzir a equação. Durante a sistematização dessa atividade, o professor questionou as relações e, mesmo orientando, os alunos não conseguiram estabelecer a relação matemática. Após conferir grupo a grupo, que entenderam a existência da relação entre empuxo, densidade e V_{LD} , o professor explicou e apresentou a equação $E = d_L \cdot V_{LD} \cdot g$.

Ao constatar que os alunos compreenderam duas maneiras diferentes de medir o empuxo, podemos afirmar que os objetivos propostos para esta etapa da SEI foram atingidos. Destacamos que esta etapa é fundamental para a compreensão dos conceitos estudados e constitui-se como etapa prévia para o seguimento da SEI, pois, as próximas atividades dependem dos conceitos estudados até agora.

V. Análise da Etapa Problemas Abertos

A etapa de Problemas Abertos consistiu em uma atividade experimental semelhante às atividades desenvolvidas na etapa de Recursos Tecnológicos. Optamos por este tipo de atividade pelo fato de que os alunos terão que utilizar os conceitos matemáticos para medir e interpretar o empuxo apresentado durante a situação-problema.

Azevedo (2009, p.30) conceitua um problema aberto como situações gerais apresentadas aos grupos ou à classe, nas quais se discute desde as condições de contorno até as possíveis soluções para a sua situação apresentada. Concordando com a autora, Moura, Costa e Freire (2018, p.34) afirmam que:

Por mais que os problemas estejam aparentemente apenas preocupados com a parte matemática, esta atividade investigativa é bem diferente de uma simples resolução de questões por possuir vários aspectos interpretativos.

Somado ao fato de que a maioria dos alunos desta pesquisa nunca tiveram participado de qualquer atividade experimental em Física e que durante o ano letivo a turma não teve nenhuma aula experimental, esta etapa foi elaborada para que os alunos tenham o conhecimento de como manusear os equipamentos das atividades experimentais que envolvem o conceito de densidade e empuxo.

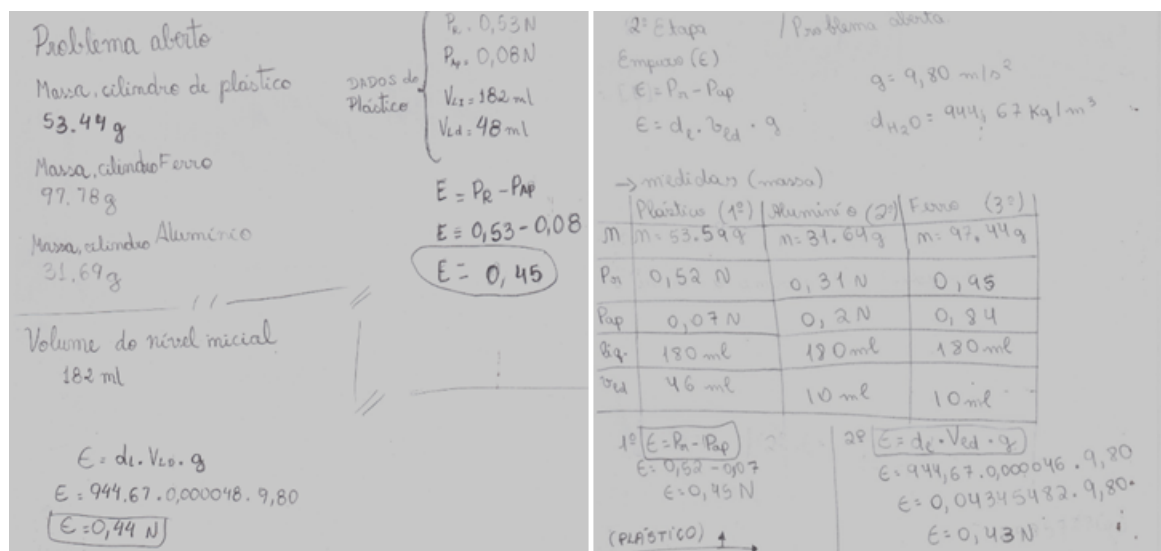


Figura 5: Resolução da atividade investigativa de Problemas Abertos (Autor, 2018).

Esta atividade consiste em calcular experimentalmente os valores do empuxo através das equações $E = P_R - P_{AP}$ e $E = d_L \cdot V_{LD} \cdot g$ que estavam disponíveis desde as etapas anteriores.

Ressaltamos que, durante esta etapa, houve dificuldades enfrentadas pelos alunos por causa da matematização do problema. Além dessas dificuldades apresentadas, os discentes não conseguiam realizar transformações de medidas como a densidade que estava em g/cm³ para kg/m³. Para não prejudicar a atividade, foi necessária a intervenção do professor que permitiu o uso de calculadora para conferir os resultados e exibiu no quadro as transformações de medidas necessárias para a solução do problema.

Disponibilizamos aos alunos um kit experimental com dinamômetro, becker, água, balança de precisão, cilindros de plástico, ferro e alumínio. Na situação-problema apresentada, solicitamos aos alunos que realizassem a medição do empuxo. Deixamos em aberto como essa medida seria feita, apesar de ter realizado na etapa anterior as relações matemáticas para este procedimento, e sugerimos que utilizassem o valor da aceleração gravitacional igual a $9,80 \text{ m/s}^2$.

Ao utilizar os equipamentos do laboratório de Física, os alunos mediram a massa e volume da água descolada, a densidade da água da torneira e o peso dos cilindros de ferro, alumínio e plástico. A partir dessas medidas, os estudantes começaram a resolver a situação-problema apresentada.

Destacamos que, nesta atividade, os alunos realizaram o desafio de diversas formas diferentes. Por exemplo, a Figura 5 mostra que uma equipe calculou apenas o empuxo do cilindro de plástico usando duas equações em quanto outra equipe calculou o empuxo com os três cilindros.

Para finalizar a discussão desta etapa, lembramos que esta etapa foi a primeira atividade experimental para muitos alunos desta turma e, por este motivo, utilizamos os conhecimentos adquiridos nesta atividade para facilitar a resolução do problema da próxima etapa.

VI. Análise da Etapa Laboratório Aberto

Na última etapa, ao propor desafios aos alunos, solicitamos aos mesmos que, ao se basear em todo aprendizado que ocorreu durante a SEI, experimentassem a fruição do espírito engajado e científico a fim de medir, experimentalmente, o valor da aceleração gravitacional que tanto eles usam na disciplina de Física. Para tornar possível esse desafio, retomamos tudo que foi apresentado nas etapas anteriores para que, em seguida, fosse apresentado a situação-problema e não apresentamos um roteiro.

Durante esta etapa, ocorreram alguns problemas pontuais que interferiram no desempenho dos alunos. O principal problema constatado foi que, devido à empolgação ou outro fator, um dos grupos não conseguiu realizar a atividade mesmo após o grupo ter definido as estratégias de como resolver. Ressaltamos que este grupo conseguiu resolver a situação-problema da etapa anterior, que tem uma certa semelhança e que, inclusive, caso o aluno perceba, pode-se usar dados da etapa de problemas abertos. Para este grupo, ficou combinado refazer a atividade em outro momento.

Os demais grupos conseguiram resolver o problema mediante orientação do professor, que, sem dar a resposta, levantou algumas perguntas que poderiam ajudar no levantamento de hipóteses. Após um certo tempo, os demais grupos conseguiram resolver a situação-problema com uma certa dificuldade e compartilharam os resultados e métodos utilizados para calcular a aceleração gravitacional.

Para resolver a situação-problema, um dos grupos utilizou os dados do experimento da etapa anterior ao calcular o empuxo pela diferença entre peso real e aparente. De posse dos valores medidos do volume do líquido deslocado e da densidade da água, encontraram a aceleração gravitacional igual a $9,83m/s^2$ como mostra a Figura 6.

Nesta etapa, houve um grupo de alunos que tentou resolver a situação-problema de outra forma. Depois de não conseguir resolver através das equações apresentadas, o grupo resolveu calcular a aceleração gravitacional através do peso do líquido deslocado. Segundo o aluno João:

O peso desse líquido é igual ao peso (força) estudado na segunda Lei de Newton, então a força peso do líquido (deslocado) é igual a massa vezes aceleração e como já medimos a massa na balança e o peso na mola (referindo-se ao dinamômetro) encontramos a aceleração gravitacional igual a $10,35m/s^2$.

Para concluir a discussão desta etapa, concordamos que a atividade de Problemas Abertos foi fundamental para o sucesso desta etapa, pois, apesar de toda dificuldade enfrentada, por questões da matematização, os estudantes mostraram o conhecimento devido para resolver o problema proposto e utilizaram todo o raciocínio esperado no planejamento. Percebemos que durante a SEI, não foi possível demonstrar que o empuxo é igual à força peso do líquido deslocado (um dos objetivos da etapa de Recursos Tecnológicos), mas, mesmo assim, um dos grupos conseguiu entender esse princípio. Resumindo, conseguimos atingir os objetivos planejados para esta etapa.

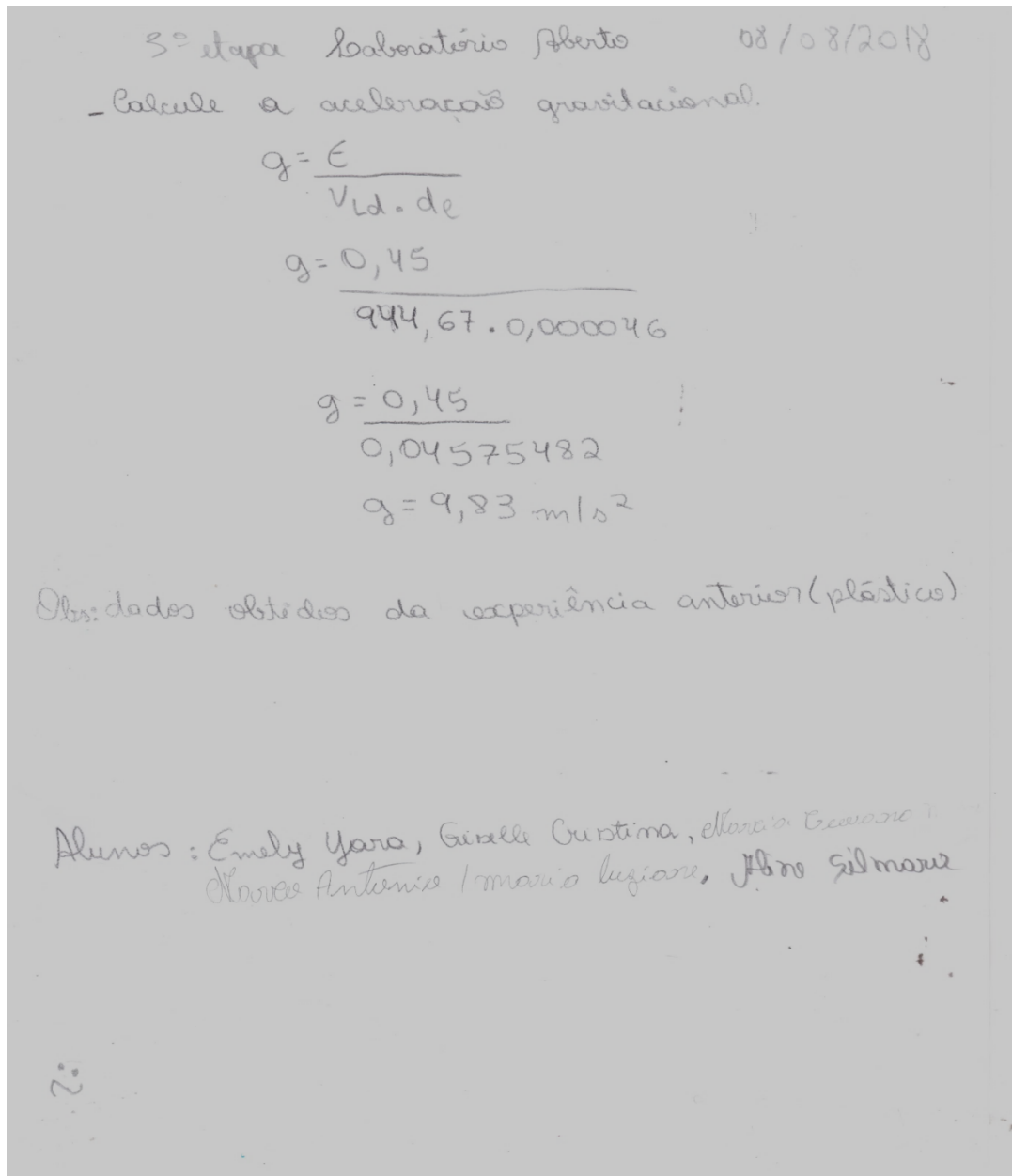


Figura 6: Resolução da atividade investigativa de Laboratório Aberto (Autor, 2018).

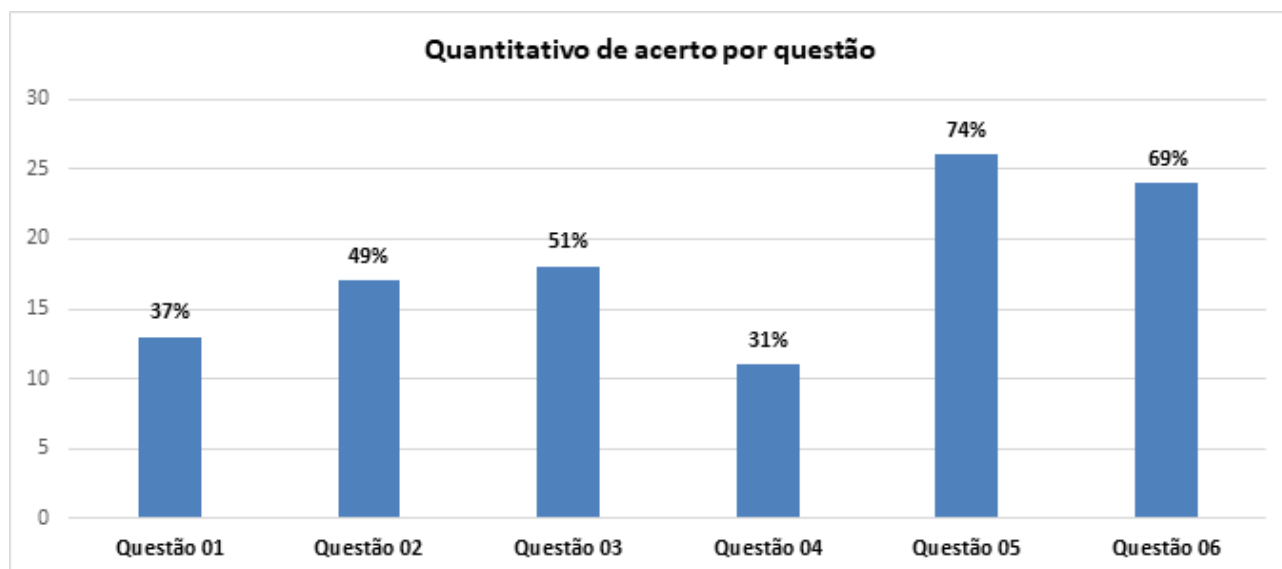


Figura 7: Quantitativo de acerto por questão do teste aplicado (Autor, 2018).

VI. AVALIAÇÃO DA SEI

Carvalho (2016) afirma que não podemos realizar uma avaliação somativa, pois o conhecimento é adquirido com o passar das etapas. A nossa avaliação teve como base a participação do aluno durante as discussões ao argumentar, prever, testar hipóteses, desenhar, medir experimentalmente e escrever textos durante as atividades da SEI. Porém, para complementar a avaliação, aplicamos um teste com 06 (seis) questões do ENEM de anos anteriores uma semana após a aplicação da SEI e sem avisar os alunos. Questões teóricas: 1, 4 e 6 e Questões com cálculo: 2, 3 e 5.

Os resultados colhidos neste teste aplicado na turma mostraram que um estudante conseguiu tirar a nota máxima e outro estudante tirou a nota mínima. Para avaliar o resultado desse, analisamos as Figuras 7 e 8 que mostram a divisão e a distribuição de acertos.

No gráfico acima, percebemos que apenas nas questões 03, 05 e 06 tiveram o percentual de alunos que acertaram acima dos 50%. Dessas questões, a de número 03 e 05 são questões que envolvem cálculo matemático enquanto a questão 06 envolve apenas a parte teórica da SEI.

Analisando a Figura 8, percebemos que a maioria dos alunos conseguiu acertar no mínimo 50% das questões do teste que foi aplicado uma semana após a aplicação da SEI. Considerando os resultados acima e associando às atividades desenvolvidas durante a SEI, julgamos que esta metodologia mostrou que os alunos, em grande maioria, conseguiram compreender o conteúdo trabalhado.

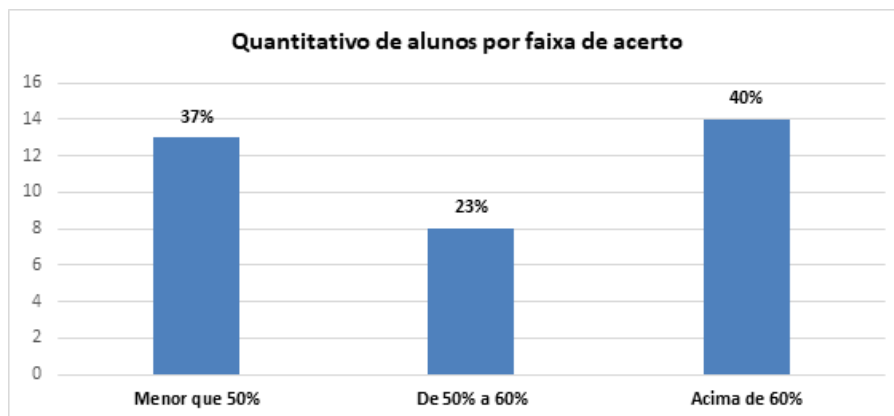


Figura 8: Quantitativo de alunos por faixa de acerto (Autor, 2018).

Para compreender melhor os resultados obtidos, realizamos uma pesquisa através de oito perguntas com o objetivo de analisar como esta metodologia foi aplicada na perspectiva dos alunos.

Quanto à primeira pergunta, buscou-se analisar se os alunos já haviam participado de alguma atividade experimental em Física. Do total de alunos, apenas 46% já participaram de alguma atividade.

Quanto à terceira pergunta, ao tratarmos sobre os níveis de motivação na escala de zero a cinco, apenas 30% dos alunos afirmaram que se encaixava na escala 04 e outros 64% dos alunos na escala 05. Pôde-se concluir, assim, que, de forma ampla, 94% dos alunos sentiram motivados a resolver as situações-problemas apresentados durante a SEI.

Realizamos, em seguida, duas perguntas para os alunos demonstrarem sua visão sobre realização das atividades em grupo. Ao responder se sentiram medo de estar errado durante as atividades investigativas 82% dos alunos admitiram ter esse medo. Porém, ao questionar se os colegas de grupo ajudaram na hora de tirar alguma dúvida, 85% dos alunos afirmaram que sim.

Analisando essas perguntas, percebemos que os alunos sentem medo de estar errados durante as atividades. No entanto, ao realizar atividades em grupo, os alunos começam a interagir socialmente, facilitando e melhorando o processo de ensino-aprendizagem. Essa afirmação é corroborada por Carvalho (2016), Moreira (2011), Piaget (1948) e Vygotsky (1988) quando abordamos a importância das atividades em grupo que facilitam o processo de ensino-aprendizagem para a aquisição do novo conhecimento. Resumindo, a importância das atividades em grupo e a socialização do conhecimento foram endossadas pelos alunos participantes desta pesquisa.

Quanto à sexta pergunta, questionou-se se os alunos acreditam que a atividade em grupo favoreceu a aprendizagem. A este respeito, 97% dos alunos acreditam que sim, que a metodologia investigativa em grupo favoreceu a aprendizagem. Quanto à sétima pergunta, em contraponto a anterior, fora questionado aos discentes se seria melhor se as atividades fossem individuais. Na visão de 82% dos alunos, não seria produtivo e, por este motivo, discordaram que seria melhor atividades individuais. Resumindo, a sexta e sétima perguntas seguem a mesma linha de raciocínio, pois, os estudantes reafirmam que atividades em grupo favorecem a aprendizagem e que os colegas ajudam nos momentos de

dúvida. Em alguns momentos se torna mais fácil entender o conteúdo programático através da explicação de um colega do que na fala do professor.

Quanto à última pergunta realizada aos alunos foi, ao questionarmos O que você mais gostou das aulas? A leitura? As demonstrações, experimentos ou previsão? Qual das práticas você achou mais interessante?, os alunos produziram um pequeno texto sobre o que mais gostaram durante a atividade emitindo suas opiniões. Ao analisar as respostas, tentamos organizá-las em grupos de respostas e selecionamos algumas que representam a opinião da classe. Para João Felipe:

Em tudo nas aulas eu gostei, só pelo simples fato do ensino ser por investigação (João Felipe, 16 anos)

A resposta do aluno João Felipe, apesar de ser curta, permite-nos entender que, ao mudar a postura do professor que se transforma em um orientador, a relação professor/aluno também é contemplada e, conseqüentemente, o processo de ensino-aprendizagem se torna mais agradável na perspectiva do aluno. Essa interação é prevista por Piaget (1948), Azevedo (2009) e Carvalho (2014, 2016).

As respostas dos alunos abaixo foram direcionadas para as atividades experimentais, ou seja, para as etapas de Problemas Abertos e Laboratório Aberto.

As demonstrações e experimentos, pois, nós não aprendemos somente a teoria, e sim, na prática (Ana Maria, 16 anos).

O experimento, pois conseguimos trabalhar os conteúdos dado em sala de aula, de uma forma mais ampla e bem mais clara, de forma dinâmica, fazendo com que a nossa atenção se voltasse diretamente para o experimento (Francisco José, 15 anos).

O experimento que facilitou na hora da aprendizagem e junto o dinamômetro que ajudou na hora dos cálculos e principalmente a explicação do professor (Jéssica Sousa, 15 anos).

A prática do experimento, pois com ele nós alunos podemos praticar e aprender mais com essa prática. Foi uma forma de aprendizagem muito interessante (Cristina Rayanne, 16 anos)

Analisando as respostas produzidas pelos discentes na oitava questão, percebemos que os alunos também compreenderam a importância de atividades experimentais no processo de ensino-aprendizagem. Este fato pode ser constatado analisando-se as respostas dos alunos Francisco José e Cristina Rayanne, pois percebemos que as atividades experimentais permitiram trabalhar os conteúdos vistos em sala de aula de forma mais ampla e dinâmica. Esta afirmação também representa a opinião da classe. Para a aluna Jéssica Sousa, a participação do professor foi fundamental no aprendizado. Essa afirmação, deve-se ao fato da mudança de postura do professor e na mudança de postura do aluno, que, diante das atividades investigativas, torna-se o agente principal do processo de aprendizagem (AZEVEDO, 2009; MOURA; COSTA; FREIRE, 2018).

Da mesma forma, as próximas afirmações contêm relatos sobre as atividades experimentais (problema e laboratório abertos), porém vamos analisar, durante as afirmações, as demais atividades da SEI.

As demonstrações e os experimentos foram muito legais. A aprendizagem foi melhor do que a (aula) tradicional fazendo trabalhos em grupo favoreceu a aprendizagem (Emanuel Silva, 16 anos).

O que mais gostei nas aulas foi a parte de demonstrações, e, também o método de dedução pra mim foi uma das práticas mais interessantes (André Silva, 17 anos).

Para mim as aulas foram muito interessantes, os experimentos feitos em sala, foi bem importante não só para mim como também para meus colegas, entre as práticas vistas na sala a mais interessante foi a do aplicativo mostrado (Carlos Augusto, 16 anos).

A primeira afirmação, do aluno Emanuel Silva, contempla os objetivos propostos por esta pesquisa, pois, na visão do aluno, a proposta investigativa conseguiu favorecer a aprendizagem ao elaborar a SEI e ao realizar as atividades em grupo. Na opinião do aluno André Silva, que considerou as atividades de demonstração (Recursos Tecnológicos) mais interessante, naquele momento os alunos se encontravam em plena atividade investigativa, ou seja, de modo que fosse possível conseguir alcançar o objetivo de inserir os alunos em atividades investigativas. Essa etapa citada pelos alunos André Silva e Carlos Augusto mostrou-se como uma das principais atividades investigativas pelo fato de reforçar o conceito de densidade e esclarecer como o empuxo acontece em objetos imersos na água. A mesma atividade que proporcionou aos alunos deduzir a equação do empuxo só foi possível graças ao espírito investigativo que os estudantes tiveram durante toda a SEI.

Analisando todos os textos dos alunos, destacamos a afirmação da estudante Emília Santana:

Na verdade, gostei um pouco de cada coisa. A leitura me ajudou a compreender o conceito de empuxo, junto com as demonstrações e principalmente com o experimento, onde colocamos a mão na massa e calculamos por conta própria o valor do empuxo em cada objeto e também achei interessante a brincadeira do afunda ou boia onde o empuxo de uns objetos eram maior que outros (Emília Santana, 16 anos).

A estudante conseguiu perceber a importância de cada etapa da SEI para a construção do conhecimento ao resumir o que gostou de cada atividade. Fato este que se comprova quando analisando a afirmação da estudante que se dispôs a colocar a mão na massa e calcular, experimentalmente, o valor do empuxo. É, possível, assim, perceber que a atividade demonstrativa se constitui de uma sequência lógica em que a atividade anterior ajuda na etapa seguinte.

Logo, através das atividades desenvolvidas durante a SEI, do teste aplicado em sala de

aula uma semana após a atividade e do questionário com os alunos, conseguimos avaliar a aplicação da metodologia do Ensino por Investigação de três formas diferentes e, em todas, percebemos a viabilidade de aplicar esta metodologia em outros conteúdos programáticos.

VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Logo, Considerando os objetivos apresentados nesta pesquisa podemos realizar algumas observações importantes para reconhecer a validade da SEI ao abordar o Ensino de Física por Investigação.

Com base nas fundamentações teórico-metodológicas de Piaget e Vygotsky, segundo as quais ambos concordam que a construção do conhecimento nasce através das funções mentais, relações e processos sociais, percebemos, na prática, durante esta pesquisa, que, para a construção do novo conhecimento, é necessário valorizar o conhecimento anterior, a realização de atividades em grupo e a mudança de postura do professor e aluno. Essas afirmações também são defendidas por Azevedo (2009), Carvalho (2014, 2016) e Silva (2014) além de ser descrita pelos PCN (BRASIL, 199; 2002). A este respeito, vale ressaltar que os PCNs evidenciam a valorização da situação-problema e a investigação como competências e habilidades para a construção do conhecimento.

Nesta perspectiva, ao analisar os critérios de avaliação da SEI, concordamos com Carvalho (2016) e Borrajo (2017) que indicam formas diferentes da avaliação somativa. Para os autores, é necessário realizar diversas formas de avaliar e entre essas avaliações podemos citar a argumentação durante as discussões em sala (como ocorrido durante a etapa de Leitura de Textos), a construção de textos, desenhos, esquemas e a resolução de problemas (questões, desafios demonstrativos ou experimentais).

Durante esta pesquisa realizamos a avaliação da atividade conforme a indicação dos autores e realizamos mais duas avaliações (teste e questionário). Essas avaliações complementares nos permitem afirmar que a metodologia do Ensino por Investigação necessita ser bem planejada, inclusive prevendo os possíveis contratempos.

Assim, o presente estudo é relevante na medida em que conseguiu extrair bons resultados e que atingiu os objetivos propostos, pois evidenciamos as principais características do ensino investigativo ao elaborar a SEI; conseguimos levar o espírito investigativo aos alunos ao inseri-los nas atividades investigativas; evidenciamos o desenvolvimento de atitudes científicas e realizamos as avaliações propostas obtendo resultados que demonstram a construção do conhecimento além de entender a opinião dos alunos sobre a proposta de ensino que eles participaram.

Para concluir, acreditamos que o Ensino de Física por Investigação no Ensino Médio é uma metodologia de ensino que instiga, estimula, incentiva e permite melhorar a qualidade do ensino do nosso país, e, quando o professor realiza essa metodologia adaptada a sua realidade, ocorre uma aproximação na relação professor-aluno que promoverá o que esperamos da nossa educação: a construção do conhecimento científico.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2009. p. 19-33.
- BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. P. D. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. v. 31, n. 1, p. 30-59, 2013.
- BENDER, W. N. *Aprendizagem Baseada Em Projetos: Educação Diferenciada - Para o Século XXI*. Porto Alegre: Penso, 2014.
- BORRAJO, T. B. *Atividades investigativas para o ensino de óptica geométrica*. 2017.117 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- BRASIL. *PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais - ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC. 1999.
- BRASIL. *PCN+: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais - ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC. 2002.
- CARVALHO, A. M. P. D. *Calor e temperatura: um ensino por investigação*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.
- CARVALHO, A. M. P. O Ensino de Ciências e a proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. O. *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2016. p. 01-20.
- CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Ensino de Física por Investigação: Referencial teórico e as pesquisas sobre as Sequências de Ensino Investigativas. *Ensino Em Re-Vista.*, v. 22, n.2, p. 249-266, Jul/Dez 2015.
- CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; ALVES FILHO, J. P. Potencialidades do ensino por investigação para promoção da motivação autônoma na educação científica. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 101-129, maio 2015. ISSN 1982-5153. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2015v8n1p101/29302>>. Acesso em: 08 abr. 2018. doi:<https://doi.org/10.5007/1982-5153.2015v8n1p101>.
- CLEOPHAS, M. D. G. Ensino por investigação: concepções dos alunos de licenciatura em Ciências da Natureza acerca da importância de atividades investigativas em espaços não formais. *Revista Linhas*, v. 17, n. 34, p. 266-298, 2016.
- GODOY, A. S. Pesquisa Qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, 35(3), 20-29, 1995.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2011.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. *Noções básicas de epistemologia e teorias de aprendizagem como subsídios para a organização de sequências de ensino-aprendizagem em ciências/física*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

MOURA, F. A. D.; COSTA, B. C.; FREIRE, G. M. *Ensino de Física por Investigação: Relato de uma Sequência de Ensino Investigativo sobre a 1ª Lei de Newton em uma escola pública de Ensino Médio*. Bragança: Novas Edições, 2018.

MOURA, F. A. et al. 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)*, [s.l.], v. 5, n. 10, p.267-286, 1 mar. 2019. Instituto Federal do Amazonas. <http://dx.doi.org/10.31417/educitec.v5i10.459>.

PASQUALETTO, T. I.; VEIT, E. A.; ARAÚJO, I. S. Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Física: uma Revisão da Literatura. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, [SI], v. 17, p. 551-557, Ago 2017. Acesso em: abril fev. 2018.

PIAGET, J. *Discurso do diretor do Bureau Internacional d'Éducation* (e outras intervenções). In: Décima primeira conferência internacional de instrução pública. Reflexões e recomendações. Genebra: Bureau international d'éducation. 1948. p. 22-23; 28; 36.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. *A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SASSERON, L. H. *Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula*. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.

SILVA, V. M. D. *O ensino por investigação e o seu impacto na aprendizagem de alunos do ensino médio de uma escola pública*. Dissertação (Mestrado). 89 fls - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2014.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1988