

Experimentos de Hidrostática e Eletrostática em conjunto com atividades teóricas direcionadas ao ensino médio

Hydrostatic and Electrostatic experiments together with theoretical activities to high school

Regina Célia Silva de Souza  <https://orcid.org/0000-0003-1817-7552>

Instituto Federal do Acre - Campus Cruzeiro do Sul

E-mail: regina.souza@ifac.edu.br

Diego Rodrigues de Souza  <https://orcid.org/0000-0003-2479-1831>

Instituto Federal do Triângulo Mineiro - Campus Paracatu

E-mail: diegosouza@iftm.edu.br

Bruno Giovanni Mendes da Silveira  <https://orcid.org/0000-0003-4455-9503>

Colégio Estadual Barão do Rio Branco

E-mail: bruno_giovanni19@hotmail.com

Marcelo Castanheira da Silva  <https://orcid.org/0000-0003-1324-6440>

Universidade Federal do Acre - Campus Rio Branco

E-mail: marcelo.silva@ufac.br

Resumo

A proposta desse trabalho foi utilizar experimentos de Hidrostática e de Eletrostática para complementar as atividades teóricas de Física em turmas de ensino médio. A metodologia foi fundamentada nos pressupostos da teoria de mediação de Vygotsky e aplicada numa escola estadual de Rio Branco e numa instituição federal de Sena Madureira, localizadas no estado do Acre. A aplicação da pesquisa foi realizada no 2º semestre de 2015, 2º semestre de 2016 e 1º semestre de 2017. O trabalho contém uma sequência de experimentos, textos e exercícios que buscam motivar os estudantes a aprenderem Física. Exercícios avaliativos e questionários foram aplicados e os resultados foram significativos. Com base nesses resultados foi possível notar que o uso de experimentos em sala de aula promove uma melhor compreensão de conceitos teóricos, favorecendo o aprendizado dos estudantes.

Palavras-chave: Equipamentos didáticos. Processo de ensino-aprendizagem. Ensino de Física.

Abstract

The purpose of this work was to use Hydrostatic and Electrostatic experiments to complement the theoretical activities of Physics in high school classes. The methodology was based on the assumptions of Vygotsky's theory of mediation and applied in a state school in Rio Branco and a federal institution in Sena Madureira, located in the state of Acre. The research was applied in the 2nd semester of 2015, 2nd semester of 2016 and 1st semester of 2017. The work contains a sequence of experiments, texts and exercises that seek to motivate students to learn Physics. Evaluative exercises and questionnaires were applied, and the results were significant. Based on these results it was possible to notice that the use of experiments in the classroom promotes a better understanding of theoretical concepts, favoring students' learning.

Keywords: Teaching equipment. Teaching-learning process. Physics education.

Introdução

A Física é responsável pela investigação e compreensão da natureza e seus fenômenos. É uma das disciplinas que se faz presente em várias atividades de nosso cotidiano e ramos da sociedade (GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2008). Seu objetivo maior é promover uma análise da causa e efeito dos fenômenos naturais e mostrar que há, em muitos casos, explicações científicas.

A proposta de desenvolvimento desta pesquisa partiu do pressuposto que os experimentos fazem parte do processo para a construção do conhecimento dos conteúdos científicos e teorias da disciplina. A utilização de experimentos durante as aulas de Física é certamente de fundamental importância para que se possa atrair a atenção dos alunos, auxiliando então no processo de aprendizagem.

Na perspectiva de que as práticas experimentais são ferramentas metodológicas importantes no auxílio da aprendizagem de Física, foram desenvolvidas aulas contendo atividades voltadas a diferentes níveis do Ensino Médio que combinassem experimentos com as teorias, relacionando conhecimento científico com alguns fenômenos comuns ao cotidiano do aluno. Considerando que os experimentos fazem parte da construção dos conhecimentos científicos, esse trabalho procurou responder a seguinte questão: Trabalhar com as atividades experimentais, aliadas às teorias nas aulas de Física, ajudariam a torná-las mais dinâmicas e atrativas auxiliando na aprendizagem dos alunos do Ensino Médio?

Para isso, buscou-se valorizar a experimentação como mecanismo facilitador para compreensão de fenômenos físicos, por meio de uma aprendizagem por investigação e, ao mesmo tempo, apresentar uma metodologia diversificada para as aulas de Física que despertem o interesse e curiosidade dos alunos.

O uso de experimentos nas aulas de Física

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM (BRASIL, 1999), para que a construção do conhecimento em Física seja fortalecida, essa deve deixar as amarras da memorização teórica e das fórmulas matemáticas. O ensino de Física deve ser direcionado às exigências do mundo atual, dentro dessa concepção o aluno do Ensino Médio, ao concluir o curso, deve ser capaz de compreender e relacionar os fenômenos naturais com seu cotidiano. Esse fato é justificado, também pela Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BRASIL, 2018), na qual a Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que inclui a Física, deve se empenhar com a formação dos jovens, visando enfrentar os desafios da contemporaneidade, no rumo da direção da educação integral e da formação cidadã.

O professor tem papel fundamental nesse processo e precisa criar condições para que ocorra a aprendizagem, ou seja, algum significado deve ser estimulado no aluno para que esse consiga transpor as barreiras erguidas ao longo de sua formação.

Entender a Ciência como processo que envolve investigação, o uso de atividades experimentais, durante as aulas, apresenta-se como uma tentativa de tornar o Ensino de Física mais significativo e atrativo para o discente. As atividades experimentais são muito usadas no processo de ensino aprendizagem, tanto no âmbito nacional (SALES, 2012a; SILVA, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2015; JUNIOR; SILVA, 2017), como



internacional (BENETTI; RAMOS; CRUZ, 2015; PEDERSEN, 2020), fato que também atende às diretrizes estabelecidas nas políticas públicas educacionais.

O professor, ao planejar uma aula experimental, deverá estabelecer objetivos de ensino claros, não somente verificar e comprovar fatos e leis científicas, mas também ensinar a metodologia da Ciência, promover a aprendizagem e compreensão de conceitos, instruir a aquisição de habilidades práticas e explorar as atividades de forma investigativa (BORGES, 2002). Para isso, é essencial que se mantenha atualizado e conseqüentemente possa influenciar positivamente na aprendizagem dos alunos (GASPAR, 2014). O motivo das atividades experimentais estarem ainda bastante ausentes das aulas de Física pode estar relacionado às dificuldades pedagógicas. O docente precisa dar mais atenção à sua formação, capacitações regulares são fundamentais e, ao mesmo tempo, ele necessita ter uma atuação proativa na busca de novos conhecimentos.

O desenvolvimento cognitivo dos jovens de acordo com a Teoria de Mediação de Vygotsky

O processo de aprendizagem de Física é muito complexo (VÖROS; SÄRKÖZI, 2017). Fazer com que os alunos entendam teorias, conceitos, fórmulas matemáticas é um dos papéis do docente. Este, por sua vez, precisa estar atento às condições que se dá a aprendizagem de seus alunos, portanto conhecer o processo de construção do conhecimento é de extrema importância.

A teoria da Mediação de Vygotsky enfatiza a construção do conhecimento a partir das relações com outras pessoas. De acordo com esta teoria, nascemos dotados de reflexos e atenção involuntária, nominada de Funções Psicológicas Elementares. Tais funções básicas sofrem modificações quando ocorre uma interação cultural, transformando-se em Funções Psicológicas Superiores, a dizer, a consciência, o planejamento e a deliberação, características estas que diferem o homem dos animais irracionais (GASPAR, 2014). O processo histórico-social e a linguagem são fundamentais para o desenvolvimento cognitivo (VYGOTSKY, 1991).

Segundo Lima (2015), a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) se divide em dois níveis cognitivos: o desenvolvimento real e o desenvolvimento potencial. No primeiro nível o aluno é capaz de resolver um problema sozinho, enquanto no segundo nível ele necessita da orientação de uma pessoa mais experiente, um professor ou um colega, para resolver um problema. Dessa forma, a ZDP nada mais é do que a mediação entre a diferença do que um aprendiz poderia fazer sozinho ou com o auxílio de outra pessoa.

Para Vygotsky (1991), a interação social é importante, pois uma pessoa sozinha não aprende a se comunicar nas variadas linguagens existentes. A Física tem a sua própria linguagem ou signos, assim como outras disciplinas. Cabe ao professor exercer o papel de mediar as interações para que os alunos possam aprender a linguagem desenvolvida pela Física.

As atividades experimentais podem desenvolver nos alunos um processo de aprendizagem satisfatória. Para esse fim, alguns aspectos da Teoria de Vygotsky podem ser aplicados, como estimular no aluno a vontade de aprender, a conectar a teoria e a realidade, estabelecer uma parceria entre aluno e professor através de



questionamentos investigativos. Tudo isso permite conhecer as concepções dos estudantes acerca do assunto a ser trabalhado na experimentação (MOREIRA, 2011).

O presente trabalho foi pensado em fomentar a interação entre os alunos e a interação entre professor e alunos, usando como meio a teoria da mediação de Vygotsky para conduzir as atividades propostas.

Metodologia

Esse trabalho procurou analisar o impacto que as atividades experimentais, aliadas às teorias, teriam nas aulas de Física, optando por desenvolver uma pesquisa voltada à investigação qualitativa e exploratória, com o intuito de aperfeiçoar as práticas pedagógicas. Na investigação qualitativa têm-se o espaço de trabalhar com valores, atitudes e opiniões permitindo uma maior aproximação e flexibilidade no campo de pesquisa (BOGDAN; BIKLEN, 1994). A pesquisa exploratória tem como “objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses” (GIL, 2002, p. 41). O Quadro 1 mostra as fases da aplicação da pesquisa.

Quadro 1 – Fases da aplicação da pesquisa.

Fase	Descrição
1	Participaram 23 alunos do 2º ano do curso técnico em Informática integrado ao ensino médio em uma instituição pública federal do Acre, localizada em Sena Madureira/AC, no 2º semestre de 2015.
2	Feita no 2º semestre de 2016, em uma escola pública estadual com 33 alunos do 2º ano do ensino médio, situada em Rio Branco/AC, dando continuidade à coleta de dados.
3	Nessa fase foi aproveitado os resultados gerados das experiências anteriores, a proposta foi aplicada novamente em uma turma do 4º ano do curso de Informática integrado ao ensino médio, no mesmo instituto, citado na 1ª fase, com 20 alunos e no 1º semestre de 2017.

Fonte: Próprios autores (2017).

Será feito, a seguir, uma breve descrição de cada fase.

1ª fase – Turma do 2º ano do curso técnico em Informática integrado ao ensino médio

A aplicação da pesquisa na turma do 2º ano do curso técnico em Informática integrado ao ensino médio foi dividida em duas etapas.

Na 1ª etapa de aplicação foi abordado, em sala de aula, os conteúdos: Pressão, Densidade, Sistema Internacional de Unidades (SI), Princípio de Pascal e Princípio de Arquimedes. A aula foi expositiva foi conduzida com o auxílio de retroprojeter e com o uso de livro didático (GASPAR, 2006). Após esse momento, um exercício avaliativo foi trabalhado com a turma com objetivo de verificar a assimilação dos conteúdos expostos.

Na 2ª etapa, os 23 alunos foram divididos em cinco grupos com quatro componentes e um grupo com três pessoas. Os experimentos foram previamente selecionados e sorteados entre os grupos. Cada grupo ficou responsável em organizar os materiais a serem utilizados na montagem do experimento. Em seguida, receberam orientações prévias de modo a executarem os procedimentos, bem como o conteúdo a ser estudado para aprofundamento. As apresentações dos grupos ocorreram em dois horários de 50 minutos.



Com o encerramento dessa atividade foi solicitado que cada grupo elaborasse um relatório avaliativo. Os alunos foram orientados a registrarem suas conclusões, bem como descrever suas impressões sobre as aulas com e sem os experimentos.

2ª fase – Turma do 2º ano da Escola Estadual

Na turma do 2º ano da escola estadual foi demonstrado três experimentos. Os alunos observavam os fenômenos e os conceitos eram incluídos a partir dos questionamentos feitos por eles. O conteúdo abordado foi Teorema de Arquimedes. Ao final da aula, os alunos responderam um questionário avaliativo, contendo questões sobre o que foi desenvolvido na aula.

3ª fase - Turma do 4º ano do curso técnico em Informática integrado ao ensino médio

Como foi dito na seção de metodologia, usou-se as experiências adquiridas na 1ª e 2ª fases para aperfeiçoar os procedimentos realizados na turma do 4º ano do curso técnico em Informática integrado ao ensino médio. As atividades desenvolvidas foram a aplicação de um pré-teste e de uma avaliação diagnóstica, o planejamento de uma sequência didática, a aplicação de um questionário avaliativo do conteúdo visto e da proposta de ensino, a elaboração da proposta de ensino, a reelaboração do questionário avaliativo e da proposta de ensino e, por fim, a aplicação da proposta de ensino. O Quadro 2 descreve cada uma das etapas feitas com a turma do 4º ano.

Quadro 2 – Descrição das oito etapas realizadas na condução das atividades na turma do 4º ano do curso técnico em Informática integrado ao ensino médio.

Etapa	Descrição
1ª – Pré-teste	Foi elaborado e aplicado após as considerações iniciais, os resultados proporcionaram uma visão geral das concepções dos participantes acerca do Ensino de Física.
2ª – Avaliação diagnóstica	Permitiu traçar as metas para elaboração das aulas. Em virtude de alguns pontos colocados pelos alunos na avaliação, refizemos alguns pontos da proposta, como a inserção de questões de vestibulares e do Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM.
3ª – Sequência didática	Conjunto de atividades organizadas e sistemáticas para ensinar os conteúdos previamente planejados. Foram incluídas atividades de aprendizagem e de avaliação.
4ª – Questionário avaliativo do conteúdo estudado	Continha quatro questões subjetivas. O objetivo dessa atividade seria de verificar a compreensão dos conceitos desenvolvidos durante as aulas.
5ª - Questionário avaliativo da proposta de ensino	Foi priorizado quatro questões com o objetivo de conhecer as percepções dos alunos sobre as atividades realizadas.
6ª – Elaboração da proposta de ensino	O tema da proposta de ensino seguiu parte da ementa prevista no Projeto Político Pedagógico - PPC do 4º ano do curso de Informática integrado ao ensino médio. Especificamente foi estudado a parte introdutória da Constituição da Matéria (modelos e divisões dos átomos), a Carga Elétrica, a Eletrização, os Processos de Eletrização dos corpos, a Quantificação e Conservação das Cargas. Será descrita na 8ª etapa.
7ª – Reelaboração do questionário avaliativo e da proposta de ensino	As atividades desenvolvidas foram cuidadosamente preparadas de forma a adotar uma sequência que melhor atendesse à proposta da pesquisa, frente aos objetivos propostos.

8ª – Aplicação da proposta de ensino, dividida em quatro aulas de 50 minutos	Aula 1: Aplicação do pré-teste e avaliação diagnóstica; introdução do conteúdo com apresentação de oito slides.
	Aula 2: Realização dos experimentos.
	Aula 3: Discussão sobre os resultados obtidos nos experimentos (resgate da aula anterior); explanação dos conteúdos com apresentação de seis slides.
	Aula 4: Breve revisão dos conteúdos; aplicação das avaliações (atividades 5, 6 e 7 do 3º ano) e pós-teste.

Fonte: Souza (2017).

Resultados e Discussões

Atividades desenvolvidas na turma do 2º ano do curso técnico em Informática integrado ao ensino médio

Será iniciado pela 1ª etapa. Após as aulas expositivas foi aplicado um questionário avaliativo contendo quatro questões objetivas (Quadro 3).

Quadro 3 – Questionário aplicado na turma do 2º ano do curso técnico em Informática integrado ao ensino médio.

Questão	Enunciado
1	<p>Durante uma obra em um clube, um grupo de trabalhadores teve de remover uma escultura de ferro maciço colocado no fundo de uma piscina vazia. Cinco trabalhadores amarraram cordas à escultura e tentaram puxá-la para cima, sem sucesso. Se a piscina for preenchida com água, ficará mais fácil para os trabalhadores removerem a escultura, pois a:</p> <p>(A) Escultura flutuará desta forma, os homens não precisarão fazer força para remover a escultura do fundo.</p> <p>(B) Escultura ficará como peso menor. Desta forma, a intensidade da força necessária para elevar a escultura será menor.</p> <p>(C) Água exercerá uma força na escultura proporcional a sua massa, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem para anular a ação da força peso da escultura.</p> <p>(D) Água exercerá uma força na escultura para baixo, e esta passará a receber uma força ascendente do piso da piscina. Esta força ajudará a anular a ação da força peso na escultura.</p> <p>(E) Água exercerá uma força na escultura proporcional ao seu volume, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem, podendo resultar em uma força ascendente maior que o peso da escultura.</p>
2	<p>Numa prensa hidráulica, o êmbolo menor tem área de 10 cm² enquanto o êmbolo maior tem sua área de 100 cm². Quando uma força de 5,0 N é aplicada no êmbolo menor, o êmbolo maior move-se. Pode-se concluir que</p> <p>(A) a força exercida no êmbolo maior é de 500 N.</p> <p>(B) o êmbolo maior desloca-se mais que o êmbolo menor.</p> <p>(C) os dois êmbolos realizam o mesmo trabalho.</p> <p>(D) o êmbolo maior realiza um trabalho maior que o êmbolo menor.</p> <p>(E) O êmbolo menor realiza um trabalho maior que o êmbolo maior.</p>
3	<p>Abaixo está ilustrado um prego comum:</p>  <p>Observando a figura, é correto afirmar que:</p> <p>(A) É impossível pregar este prego na parede pela cabeça, isto é, enfiando pela parte mais grossa;</p>

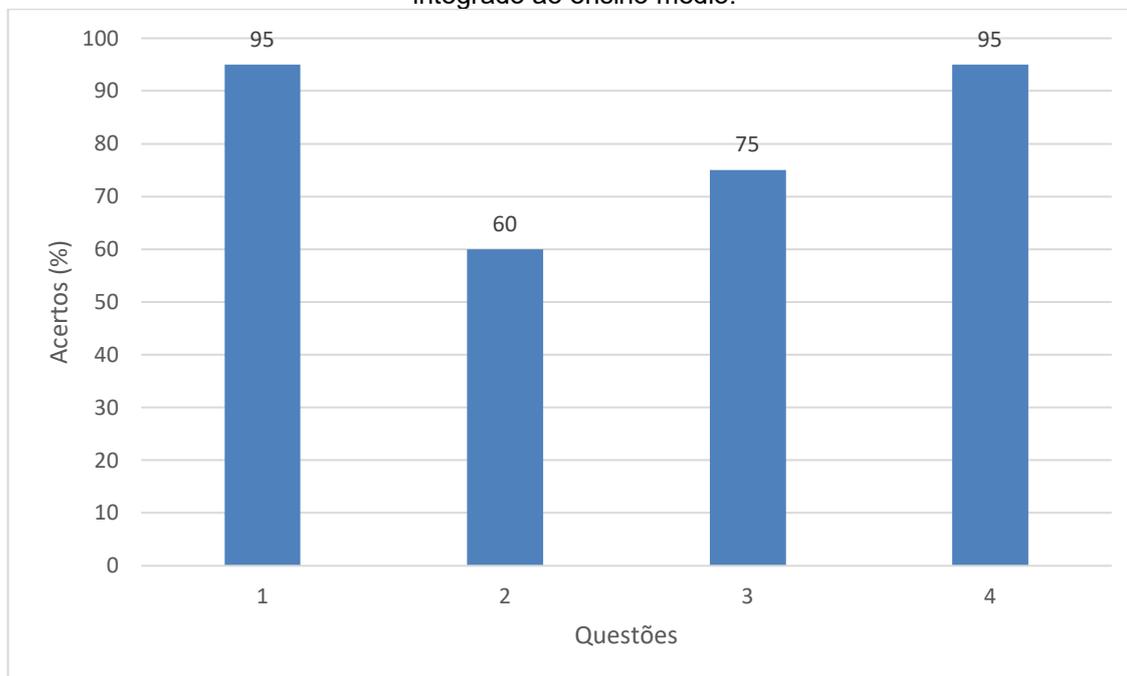


	(B) Construindo uma cama com 4 mil pregos, ela poderá acomodar um homem, já que a pressão exercida sobre ele será 4 mil vezes menor que a exercida por um único prego; (C) Apoiando o prego na parede pelos dois lados, a ponta e a cabeça, e exercendo com o martelo a mesma força nos dois casos, a pressão exercida pelo prego sobre a parede será a mesma, nos dois casos; (D) A forma do prego foi escolhida puramente por uma questão de estética; (E) Nenhuma das respostas.
4	Um objeto sólido e maciço é mergulhado na água. Assinale a afirmativa CORRETA. (A) Se sua densidade for maior que a da água, ele afundará. (B) Se sua densidade for maior que a da água, ele flutuará. (C) Se ele for totalmente imerso na água, o empuxo sobre ele dependerá de sua forma. (D) Se sua densidade for menor que a da água, ele afundará.

Fonte: Souza (2017, p. 65-66).

A Figura 1 mostra o percentual de acertos no questionário apresentado no Quadro 3. Os resultados foram satisfatórios, onde a questão 2 teve o menor percentual de acertos, por se tratar de uma pergunta que exigia interpretação de dados e o uso da fórmula da prensa hidráulica. Para resolver a questão, o estudante deveria ler atentamente cada alternativa, calcular a força exercida pelo êmbolo maior para observar que a letra A estava errada e assinalar como opção correta a letra C. As demais questões, de natureza conceitual, que trabalharam com os conteúdos da força empuxo, pressão hidrostática e princípio de Arquimedes, tiveram melhor percentual de acertos.

Figura 1 - Resultado do questionário aplicado na turma do 2º ano do curso técnico em Informática integrado ao ensino médio.



Fonte: Próprios autores (2015).

A 2ª etapa ocorreu na aula seguinte. O primeiro grupo apresentou o experimento “Vela na água” (SOUZA, 2017, p. 54) que consiste em fixar uma vela num prato com cera derretida, por água no prato, acender a vela e cobri-la com um copo de vidro. Os alunos do grupo conseguiram explicar corretamente o fenômeno, ou seja, o consumo de oxigênio pela chama faz com que haja uma redução da temperatura e da pressão interna, forçando a entrada de água no copo.



O segundo grupo ficou responsável pela montagem e apresentação do experimento “Pressão Exercida pela Água: o Escoamento” (SOUZA, 2017, p. 55). Esse experimento consistia em fazer quatro furos, inicialmente vedados, numa garrafa de plástico tampada e cheia de água, em seguida observar quando se retirava a tampa e as vedações. O experimento auxiliou o entendimento da lei de Stevin, no qual puderam notar que quanto maior a altura da coluna de água acima do furo (em relação a tampa) maior a pressão, pois o esguicho de água tinha alcance horizontal maior.

O terceiro grupo ficou responsável em montar um “Borrifador caseiro” (SOUZA, 2017, p. 56). A experiência constituía em cortar em um canudo em duas partes de comprimentos diferentes. A parte de menor comprimento é inserida dentro de um copo com água, a outra parte é utilizada para soprar de modo a gerar um fluxo de ar em cima do orifício do canudo imerso na água. Embora tenham compreendido a explicação teórica (uso da equação de Bernoulli), não tiveram sucesso na execução da experiência.

O quarto grupo trabalhou com o experimento “O ovo que afunda e o ovo que flutua” (SOUZA, 2017, p. 57), onde se colocava um ovo cru num copo de água sem sal e outro num copo de água com sal. Eles perceberam que o aumento da densidade da água, pela adição de sal, gerava uma elevação do valor da força de empuxo que agia no ovo, fazendo com que ele boiasse.

O quinto e último grupo ficaram incumbidos de explicar como a água não cai do copo relativo ao experimento “Desafiando a gravidade” (SOUZA, 2017, p. 58). Nessa experiência um copo era cheio de água até a borda, depois era coberto com quadrado de cartolina. Na sequência, a cartolina era pressionada contra a boca do copo e tudo era virado de cabeça para baixo. Os alunos conseguiram entender que a pressão atmosférica era responsável por exercer uma força que impedia que água escapasse da borda do copo.

Atividades desenvolvidas na turma do 2º ano da escola estadual

A aula na turma do 2º ano da Escola Estadual teve início com o seguinte questionamento: “Alguém aqui já participou ou viu a brincadeira do afunda ou não afunda?” (SOUZA, 2017, p. 90-92). Foi apresentado um recipiente transparente contendo água e alguns objetos. De maneira aleatória cada objeto era colocado na água e se perguntou: “Esse objeto afunda ou não afunda?”. Recebemos várias respostas: “Afunda!”, “Acho que não afunda!”, “Vai boiar professora!”, “Não vai afundar!”.

Após essa dinâmica, os seguintes questionamentos foram escritos na lousa: “Como se sabe se um objeto colocado dentro de um líquido afunda ou flutua?”; “Como um navio feito de toneladas de aço pode cortar os mares sem afundar?”. Algumas respostas dadas pelos alunos: “Acho que é pelo tamanho!”, “O barco afunda se furar seu casco!”, “A pressão tem a ver professora?”. Essas respostas se deram em função dos alunos já terem tido contato com os conteúdos introdutórios sobre Hidrostática com o professor regente.

Iniciou-se a demonstração dos experimentos demonstrativos. O 1º consistiu na construção de um barquinho e numa bolinha, empregando massa de modelar, em seguida, era perguntado se eles iriam flutuar ou afundar se fossem postos na água. No final, os objetos foram colocados e um recipiente transparente com água. O 2º



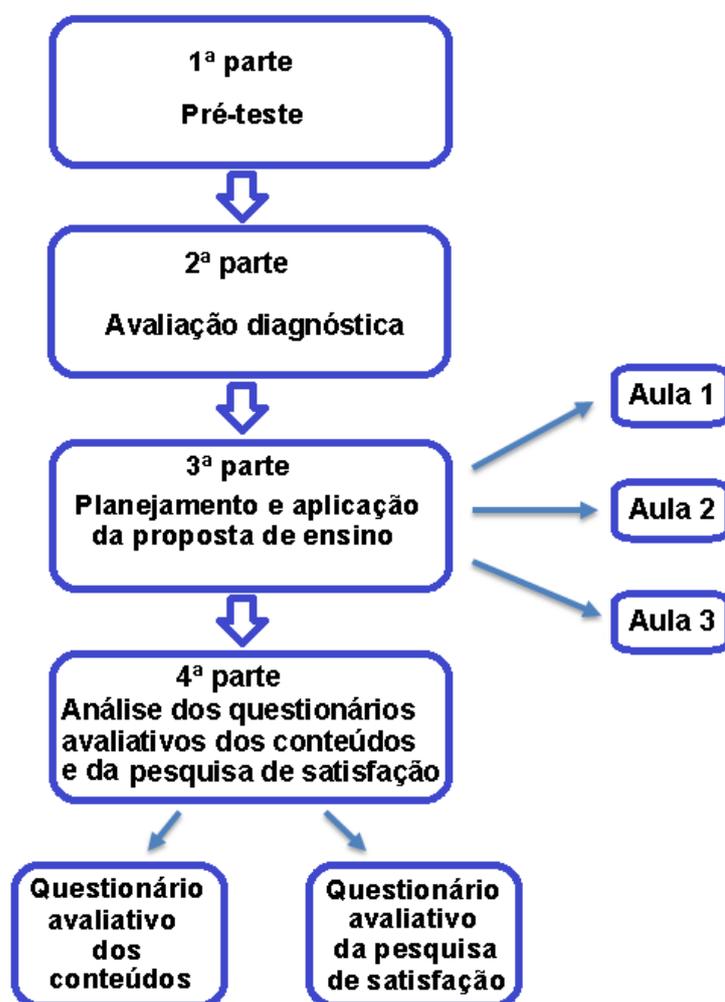
envolvia colocar o limão em um recipiente com água, em seguida, o limão era descascado, aparentando? os gomos, e colocado na água, o propósito era verificar se flutuava ou afundava. Seguindo essa mesma ideia, o 3º consistia em pôr um ovo no mesmo recipiente com água, após era acrescentado pausadamente sal na água. Na proporção que os experimentos eram realizados se inseria os conteúdos planejados.

Pelos relatos dos alunos foi um percebido um forte interesse pelas atividades realizadas, certificando que os experimentos se fazem necessários para auxiliar na compreensão dos conteúdos.

Atividades desenvolvidas na turma do 4º ano do curso técnico em Informática integrado ao ensino médio

As atividades desenvolvidas foram distribuídas em quatro partes e estão indicadas no Fluxograma 1. 4º

Fluxograma 1 – Organização das atividades feitas na turma do 4º ano do curso técnico em Informática integrado ao ensino médio.



Fonte: Próprios autores (2021).



Agora será descrita cada uma das atividades mencionadas no Fluxograma 1.

1ª parte – Pré-teste.

O primeiro dia de aula foi iniciado com uma conversa, pelo professor regente, sobre como seria realizada a pesquisa. Após esse momento foi aplicado um pré-teste (1ª etapa) com três perguntas com o propósito de conhecer as impressões dos alunos acerca da Física e do uso de atividades experimentais durante as aulas (Quadro 4).

Quadro 4 – Pré-teste aplicado na turma do 4º ano do curso técnico em Informática integrado ao ensino médio.

Questão	Enunciado
1	<p>Você tem dificuldades para aprender Física? Sim () Não ()</p> <p>SE SIM, responda:</p> <p>1.1 - Qual a sua maior dificuldade na disciplina de Física?</p> <p>() Entender as fórmulas e os cálculos.</p> <p>() Interpretar as teorias.</p> <p>() A forma como a disciplina é ministrada pelo professor.</p> <p>() Compreender a relação entre os conteúdos e os experimentos.</p>
2	<p>Para você, uma boa aula de física que ajudaria a compreender mais os conteúdos seria aquela que:</p> <p>() o professor utilizasse mais experimentos em suas aulas.</p> <p>() fosse realizada em alguns dos espaços alternativos que a escola possa oferecer, como por exemplo biblioteca, laboratório, pátio, quadra ou auditório.</p> <p>() na sala de aula o professor resolvesse mais exercícios voltados para o ENEM e concursos.</p> <p>Se você não concorda com nenhuma alternativa que defina uma boa aula de física crie uma opção aqui:</p> <p>()</p>
3	<p>Com relação ao uso de experimentos nas aulas de física responda:</p> <p>3.1 - As aulas com atividades experimentais (experimentos) permitem uma melhor compreensão dos conteúdos explicados pelo professor.</p> <p>() Concordo</p> <p>() Discordo</p> <p>() Concordo em parte.</p> <p>3.2 – As atividades experimentais são monótonas e pouco acrescenta à aula.</p> <p>() Concordo</p> <p>() Discordo</p> <p>() Concordo em parte.</p> <p>3.3 - A sala de aula, ou outro espaço não interfere na montagem e realização dos experimentos.</p> <p>() Concordo</p> <p>() Discordo</p> <p>() Concordo em parte.</p> <p>3.4 - O laboratório é o lugar ideal e exclusivo para a realização dos experimentos de Física de uma maneira geral.</p> <p>() Concordo</p> <p>() Discordo</p> <p>() Concordo em parte.</p> <p>Comentários e sugestões: _____</p>

Fonte: Souza (2017, p. 94-95).

O Quadro 5 resume as respostas dadas pelos alunos no pré-teste (Quadro 4).

Quadro 5 – Respostas atribuídas as questões do pré-teste.

Questão	Descrição
1	80% responderam possuir alguma dificuldade para aprender Física, os demais declararam não ter problemas. Dos 80% que tem dificuldade, 70% apontaram o entendimento das fórmulas e dos cálculos, 5% relataram dificuldades na interpretação das teorias e 5% a compreensão da relação entre os conteúdos e os experimentos.
2	20% responderam que o professor poderia utilizar mais experimentos nas aulas, 35% gostariam que as aulas fossem realizadas em alguns dos espaços alternativos da escola e 45% consideraram uma boa aula aquela em que o professor resolvesse mais exercícios voltados para o ENEM e concursos.
3	Foi dividida em 4 itens. 95% acreditavam que as atividades experimentais permitem uma melhor compreensão do conteúdo, 15% acharam as atividades experimentais pouco acrescentam a aula, 40% o local não interfere na montagem e realização de experimentos e 65% afirmaram que o laboratório é o lugar ideal para a execução de experimentos.

Fonte: Próprios autores (2017).

2ª parte – Avaliação diagnóstica

O Quadro 6 mostra as questões e respectivos percentuais de acertos da avaliação diagnóstica sobre cargas elétricas, corrente elétrica em condutores metálicos e modelo atômico.

Quadro 6 – Avaliação diagnóstica realizada na turma do 4º ano do curso técnico em Informática integrado ao ensino médio.

Questão	Enunciado	Percentuais de acertos
1	Julgue os itens a seguir: I. Um corpo que tem carga positiva possui mais prótons do que elétrons; II. Dizemos que um corpo é neutro quando ele possui o mesmo número de prótons e de elétrons; III. O núcleo do átomo é formado por elétrons e prótons. Estão corretas as afirmativas: a) I e II apenas b) II e III apenas c) I e III apenas d) Todas as alternativas são corretas.	45%
2	(UNISA) A corrente elétrica nos condutores metálicos é constituída de: a) Elétrons livres no sentido convencional. b) Cargas positivas no sentido convencional. c) Elétrons livres no sentido oposto ao convencional. d) Cargas positivas no sentido oposto ao convencional.	10%
3	Faça um desenho de um átomo indicando suas partes e suas estruturas, identificando quais são as partículas de carga positiva, negativa e partículas sem carga.	10%
4	Com relação aos átomos responda: a) O que são íons? b) O que são cátions e ânions?	a) 5% b) 45%

Fonte: Souza (2017, p. 107).

Com relação aos erros na questão 1, os alunos afirmaram que já haviam estudado esses assuntos na disciplina de Química, mas naquele momento não conseguiram



lembrar como seria o átomo. No caso da questão 2, os alunos afirmaram não terem ouvido falar sobre o assunto, logo a escolha das alternativas ocorreu de forma aleatória. Na questão 3, na qual deveria ter sido desenhado o átomo, foi considerado, na correção, o modelo atômico de Rutherford que é semelhante ao Sistema Solar. Entretanto, não era esperado um índice tão alto de erros, pois eram alunos do 4º ano e esse assunto também foi visto em Química. A turma foi aconselhada a fazer uma pesquisa sobre a estrutura do átomo, pois é conceito fundamental para o entendimento de fenômenos de Eletrostática.

3ª parte – Planejamento e aplicação da proposta de ensino.

Essa etapa foi iniciada com uma apresentação de uma introdução sobre os assuntos a serem tratados. A atividade constava de oito slides (SOUZA, 2017, p. 96-100) que continham imagens relacionadas ao cotidiano dos alunos.

De posse dos resultados da avaliação diagnóstica e do pré-teste, uma adaptação foi necessária na proposta, com o objetivo de buscar evidências de que a metodologia apresentada avaliasse melhor o desempenho dos alunos. Nesse sentido as questões contidas nos questionários avaliativos foram reelaboradas, uma vez que se constatou, através das respostas, a preferência da maioria em estudar questões voltadas para o ENEM e concursos.

Com o objetivo de tornar o Ensino de Física mais dinâmico e atrativo aos olhos dos alunos, dado que se acreditou que a aprendizagem poderia ser favorecida na medida em que os conteúdos seriam transmitidos de maneira mais aprazível, optou-se, dessa forma, por dar sequência ao conteúdo, introduzindo alguns experimentos.

De acordo com os resultados obtidos na avaliação diagnóstica, o professor pode elaborar atividades que estimule a participação dos alunos, promova o bom relacionamento entre os alunos e adotar novas práticas de ensino.

Dessa forma, apesar de se esperar menos erros por conta do nível da turma na avaliação diagnóstica, os resultados obtidos auxiliaram na reelaboração da proposta de ensino. A proposta seria de que os conteúdos sejam explorados a partir das indagações feitas pelos alunos, existem trabalhos que caminham nesse sentido (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007; LIMA, 2015). Além disso, a sequência ao conteúdo seria realizada com a introdução de alguns experimentos.

Na próxima parte será comentado o que foi realizado nas três aulas da aplicação da proposta (Tabela 1 – 8ª etapa).

Aula 1

Inicialmente foi promovida uma breve discussão sobre os resultados obtidos na Avaliação Diagnóstica, indicados no Quadro 6, realizada na aula anterior e sobre o que foi apresentado nos slides.

O primeiro experimento realizado foi a “Varinha Mágica” (SOUZA, 2017, p. 60), onde os alunos poderiam verificar a existência de cargas elétricas e os efeitos de atração e repulsão entre elas. O experimento foi demonstrado, a fim de que os alunos observassem os procedimentos.

A Figura 2 mostra algumas fotos que foram tiradas durante a execução dessa prática em sequência foram feitos os questionamentos. Todos concordaram que os pedaços

de papel ficaram grudados no canudo, porém ao serem perguntados sobre como poderia um objeto ser atraído por outro objeto não houve resposta.

Figura 2 - Fotos do experimento “Varinha Mágica”.



Fonte: Próprios autores (2017).

No segundo experimento “Chocalho Eletrostático” (SOUZA, 2017, p. 61), a turma foi dividida em quatro grupos de cinco alunos. Os aparatos foram entregues montados para otimizar o tempo. A Figura 3 apresenta uma foto após executarem as instruções de montagem e de execução.

Figura 3 - Fotos do experimento “Chocalho Elétrico”.



Fonte: Próprios autores (2017).

Com o mesmo chocalho foram realizadas mais duas práticas “Verificando as Forças Elétricas” (SOUZA, 2017, p. 62) e “Pintando a parede” (SOUZA, 2017, p. 63). Outros materiais que foram incluídos e entregues para cada grupo: um balão de festas e um pedaço de fita (Figura 4).

Figura 4 – Experimentos: (a) e (b) “Verificando as Forças Elétricas” e (c) “Pintando a parede”.



Fonte: Próprios autores (2017).

Um grupo aproximou o balão nos cabelos de uma aluna e se surpreenderam com o resultado. Ficaram eufóricos e chamando os outros componentes dos grupos para observarem também o fenômeno (Figura 4b). Depois da execução dos experimentos, os participantes eram questionados. Novamente foram questionados sobre como poderia um corpo ser atraído por outro e, ainda assim, não conseguiram responder. Orientou-se os grupos a realizarem uma pesquisa sobre os Modelos Atômicos e que tentassem responder essa questão a ser discutida em uma aula posterior.

Aula 2

Iniciou-se a aula com uma breve discussão sobre os experimentos e a questão que ficou pendente de resposta: “Como pode um objeto ser atraído por outro objeto?”. Ouvimos apenas dois relatos: “Professora acho que átomo tem alguma coisa a ver com isso tudo, não tive tempo de ler nada, porque estava doente, mais pelas explicações estou achando isso”; “Professora são os elétrons os responsáveis pelo fenômeno”.

Na sequência se aplicou um questionário (SOUZA, 2017, p. 69-73), contendo dez questões objetivas relacionadas a pesquisa sobre os Modelos Atômicos. Com o objetivo de dinamizar a correção dessa atividade, se escreveu no quadro o gabarito das questões. Essa dinâmica quebrou o silêncio na turma, todos ficaram animados com os acertos. Na medida em que se ia realizando as correções, a resposta a questão ficava cada vez mais clara para os alunos. Isso foi percebido por conta de alguns relatos espontâneos.

Começou-se então a exposição dos conteúdos com apresentação de 6 slides (SOUZA, 2017, p. 101-103) que procurava dar subsídios para responder à pergunta do motivo pelo qual um objeto ser atraído por outro.

Outro questionário foi aplicado (SOUZA, 2017, p. 74-75) visando verificar a assimilação do conteúdo. Os alunos concluíram essa atividade antes do previsto, a correção foi realizada em conjunto e a maioria respondeu corretamente as questões.

Aula 3

A Quantificação da Carga Elétrica e sua Conservação foi o tema dessa aula expositiva. O conteúdo programático usado está disposto na dissertação de Souza (2017, p. 48-52). Não foi possível utilizar o livro didático adotado pela instituição, por conta de estarem em fase de catalogação na biblioteca.

Após as devidas explicações e de exemplos ilustrativos, o Questionário Avaliativo (SOUZA, 2017, p. 76) e o Questionário Avaliativo da Pesquisa (SOUZA, 2017, p. 104) foram aplicados.

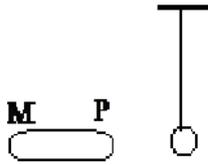
4ª parte – Análise dos questionários avaliativos dos conteúdos e da pesquisa de satisfação

Questionário avaliativo dos conteúdos

No questionário avaliativo, indicado no Quadro 7, foi buscado elaborar questões para conhecer as abstrações dos conteúdos da proposta de ensino.



Quadro 7 – Questionário avaliativo dos conteúdos aplicado na turma do 4º ano do curso técnico em Informática integrado ao ensino médio.

Questão	Enunciado
1	Num dos experimentos realizado em sala de aula “Varinha Mágica”, ao eletrizar por atrito um canudo de refresco com um papel, foi possível grudá-lo na parede e atrair pequenos pedacinhos de papel. Em outro instante, ao tocar o lado do canudo eletrizado com as mãos não foi mais possível observar o fenômeno da atração, ou seja, o canudo não grudou na parede nem atraiu os papeizinhos. De acordo com os conceitos físicos, você poderia explicar o que aconteceu?
2	Um pedaço de marfim é atritado com uma folha de papel. Dado: série tribo elétrica: vidro – marfim – lã – madeira – papel – seda – enxofre. a) Qual será o sinal da carga elétrica que cada um adquire? b) Qual deles perdeu elétrons?
3	Uma barra eletrizada negativamente é colocada próxima de um corpo metálico AB (não eletrizado), como mostra a figura abaixo:  a) Para onde se deslocam os elétrons livres deste corpo metálico? b) Qual o sinal da carga que aparece na região A e em B? c) Como se denomina esta separação de cargas que ocorreu no corpo metálico?
4	Certa barra metálica está isolada próxima de um pêndulo esférico de isopor com superfície metalizada, conforme figura abaixo. Ambos estão inicialmente descarregados. Um corpo carregado positivamente é aproximado do extremo M da barra, sem tocá-la. A esfera logo é atraída pelo extremo P. Após o contato da esfera com a barra, o corpo carregado positivamente é deslocado para longe. Faça um esboço (desenho) do que acontecerá com a distribuição de cargas da figura após o processo descrito. 

Fonte: Souza (2017, p. 76).

Na 1ª questão, foi solicitado que explicassem os fenômenos observados durante o experimento “Varinha Mágica”. Algumas respostas: “Foi eletrizado por isso grudou na parede, quando entrou em contato com o corpo, ficou estável e não houve mais atração”; “A energia contida no canudo foi transferida para o corpo”; “Aconteceu o fenômeno da redistribuição, cargas eletricamente iguais sendo - - ou + +”; “Ao tocar o canudo, a energia foi transferida para as mãos, fazendo com que o canudo perca energia”.

Percebeu-se pelos relatos que os conceitos relacionados aos fenômenos da atração e repulsão foram abstraídos por boa parte dos alunos, embora não necessariamente completamente corretos.

Na 2ª questão foi explorado a interpretação da série tribo elétrica a partir da eletrização por atrito. Apenas um aluno (5%) inverteu os sinais dos materiais, errando a pergunta. Os outros (95%) responderam corretamente.

Com o objetivo de verificar o processo que envolve a eletrização por indução foi elaborado a 3ª e a 4ª questões. 80% responderam corretamente as duas questões.

O questionário avaliativo apresentou indícios de melhoria na aprendizagem, ou seja, práticas pedagógicas adequadas podem promover aulas mais dinâmicas, influenciando positivamente no ensino.

Questionário avaliativo da pesquisa de satisfação

Esse questionário foi criado com o propósito de conhecer a opinião dos alunos acerca da metodologia adotada na proposta de ensino (Quadro 8).

Quadro 8 – Questionário avaliativo dos conteúdos aplicado na turma do 4º ano do curso técnico em Informática integrado ao ensino médio.

Questão	Enunciado
1	Com relação à maneira como as atividades foram desenvolvidas, ou seja, a metodologia utilizada durante essas aulas, responda: <input type="checkbox"/> Não colaborou nada para meu entendimento sobre o conteúdo. <input type="checkbox"/> Colaborou muito, pois consegui compreender bem melhor o assunto. <input type="checkbox"/> Não sei.
2	As atividades experimentais me permitiram compreender melhor o conteúdo sobre os processos de eletrização e as forças elétricas. <input type="checkbox"/> Concordo <input type="checkbox"/> Discordo <input type="checkbox"/> Não me ajudaram em nada. Justifique: ...
3	Os exercícios auxiliaram na compreensão dos conteúdos expostos pela pesquisadora durante essas aulas. <input type="checkbox"/> Concordo <input type="checkbox"/> Discordo <input type="checkbox"/> Não me ajudaram em nada. Justifique: ...
Comentários e sugestões: ...	

Fonte: Souza (2017, p. 104).

Na 1ª questão 95% responderam que com a metodologia aplicada durante a pesquisa conseguiram compreender melhor o assunto.

Com relação à 2ª questão, todos os alunos foram unânimes em afirmar que concordam com que as atividades experimentais permitiram um melhor entendimento dos conteúdos. Resultado semelhante ocorreu na 3ª questão, isto é, concordaram que os exercícios propostos ajudaram na compreensão dos assuntos. Relatos de algumas afirmações dos alunos: “Deu base para o aprendizado do assunto”; “As aulas ajudaram um pouco, não foi o completo, mas deu base”; “Ajudaram, pois visualizamos o experimento e a compreensão foi melhor”; “Na fixação dos conteúdos”.

Diante dos relatos e respostas obtidas se notou que a maneira como o conteúdo foi administrado surtiu um efeito bastante satisfatório, diante dos resultados positivos nas respostas obtidas do questionário avaliativo.

Os resultados obtidos sob o ponto de vista da teoria de Vygotsky

Ao longo da aplicação das atividades sobre Hidrostática, no 2º ano do curso técnico em Informática integrado ao ensino médio, foi observado que o trabalho em grupo favoreceu a interação entre os componentes, devido ao bom desempenho na organização dos materiais, na execução dos procedimentos e nas apresentações dos



experimentos. A orientação e intervenção pedagógica do professor era necessária para o andamento adequados das ações.

Na turma do 2º ano da escola estadual houve uma participação importante dos alunos, ao longo das demonstrações experimentais, que ajudou na compreensão dos conceitos físicos de Hidrostática.

Na turma do 4º ano do curso técnico em Informática integrado ao ensino médio ocorreram algumas ações que mobilizaram a turma, especificamente aquelas que envolviam experimentos sobre eletrostática. Essas práticas despertaram a curiosidade dos alunos em entender os resultados obtidos, na qual o professor regente atuou como mediador.

O que se notou nas turmas foi um esboço de uma transição dos níveis de desenvolvimento potencial para o desenvolvimento real da Zona de Desenvolvimento Proximal. Tal fato se deu a atuação do professor regente, mas não se pode esquecer que a participação e a cooperação entre os alunos também foram vitais no processo.

As atividades desenvolvidas nesse trabalho, a inserção de experimentos aliadas a parte teórica, foram elaboradas pensando em favorecer a interação dos aprendizes com o mediador e entre aprendizes. Vygotsky defende que o conhecimento não vem de berço, nem concebido exclusivamente pelo meio social. A interação do indivíduo depende das condições de quem aprende e do meio. Nesse sentido, as atividades foram estruturadas de forma a ligar a teoria à prática, contextualizando com o cotidiano do aluno, bem como valorizando e respeitando as especificidades de cada um.

Comparação dos resultados obtidos com outros trabalhos da literatura

Sales (2012a; 2012b) realizou uma série de experimentos sobre hidrostática, visando com que o aluno percebesse várias aplicações dos conceitos trabalhados no cotidiano. Os experimentos incluíam o estudo da pressão exercida por um corpo, da existência do ar, da influência do ar nos líquidos, da pressão exercida por líquidos e gases e da relação entre pressão e volume de um gás, num sistema hermeticamente fechado. Ao fim da realização dos experimentos, perguntas investigativas eram feitas abordando o que havia sido observado. O público-alvo foi uma turma do 2º ano do ensino médio integrado, formação técnica em Meio Ambiente, de ensino público federal do Rio de Janeiro.

As atividades de Sales (2012a; 2012b) se assemelham com as atividades do presente trabalho, referentes as turmas do 2º ano do curso técnico em Informática integrado ao ensino médio e do 2º ano da escola estadual, os experimentos eram do mesmo conteúdo e ao final os alunos eram questionados de forma investigativa.

Junior e Silva (2017) compararam os métodos de ensino tradicional com o cognitivismo de Vygotsky e aprendizagem significativa de Ausubel no ensino dos processos de eletrização, bem como investigaram o desempenho de alunos em situação de vulnerabilidade econômica e social. Os experimentos foram fundamentados no princípio da Zona de Desenvolvimento Proximal e estimulavam o desenvolvimento do pensamento científico dos estudantes, pertencentes ao 3º ano do ensino médio de uma escola estadual em Rio Branco, Acre.



Benetti, Ramos e Cruz (2015) realizaram atividades didáticas, incluindo práticas experimentais, com alunos do 1º ao 5º ano do ensino fundamental de duas escolas públicas da cidade de Marília, São Paulo, onde foi trabalhado a formação crítica e reflexiva acerca dos saberes científicos no conteúdo de eletrostática. O trabalho propiciou bons momentos de aprendizagem, contribuindo para apropriação do saber científico e no despertar pela busca de novos conhecimentos.

Os trabalhos de Junior e Silva (2017) e de Benetti, Ramos e Cruz (2015) abordaram os mesmos conteúdos de eletrização do presente trabalho, bem como a inserção de práticas experimentais e ações de cunho investigativo, porém ocorreu uma maior aproximação com o primeiro trabalho por usar a mesma metodologia cognitivista de Vygostky e o mesmo público-alvo.

Considerações finais

Durante a aplicação da pesquisa se observou que a inserção da metodologia experimental aliada à aula expositiva, contribuiu para uma melhor assimilação dos conteúdos por parte dos estudantes. Tal fato foi notado com as experiências feitas nas turmas do 2º ano do curso técnico e do 2º ano da escola estadual, onde os alunos puderam evidenciar fenômenos relacionados aos conteúdos de pressão e densidade, o que proporcionou uma visão prática das atividades teóricas. De modo análogo, isso também foi observado na turma do 4º ano do curso técnico, os experimentos de eletrostática contribuíram na visualização da ação de cargas elétricas. No entanto, a aplicação do questionário avaliativo revelou que embora tivessem aprendido sobre os fenômenos da atração e repulsão eletrostática, ainda apresentavam certa dificuldade no entendimento de alguns conceitos.

Evidenciamos a importância das aulas expositivas no processo de abstração dos conteúdos, mesmo sendo, às vezes, cansativas. No trabalho procuramos dar uma “nova roupagem” as aulas expositivas, sempre que possível, empregando ferramentas metodológicas como *slides*, dinâmicas, músicas e frases motivadoras. Essas iniciativas tornaram os estudantes mais receptivos e melhorou a interação deles com o mediador. Antes da aplicação dos experimentos foi observado que os alunos tinham dificuldades no entendimento de conceitos e abstração da teoria, mesmo disponibilizando materiais para consulta como livros didáticos, textos ou *slides* ilustrativos, levando em conta que a pesquisadora Souza (2017) conhecia as turmas do 2º e 4º anos técnicos, dado que atuava também como professora regente. Souza (2017) já havia trabalhado como professora de Física na escola estadual em 2012, conhecia a gestão e o professor que leciona na época, assim pode se informar como era a o comportamento da turma pesquisada.

A inserção das práticas experimentais, apoiando a teoria, ainda que demonstrativos ou com exploratórios (com ou sem a participação ativa dos alunos), propiciou uma mudança no cenário. Segundo relatos dos estudantes, a utilização das experiências ajudou a compreender melhor o conteúdo, obtendo resultados mais significativos e corroborado nos questionários avaliativos.

O professor regente orientou os alunos na condução das atividades, favorecendo a passagem do nível de desenvolvimento potencial para o nível de desenvolvimento real da Zona de Desenvolvimento Proximal, defendido por Vygotsky. Entretanto, essa função também foi exercida por determinados alunos que assumiam um papel de

liderança e ajudaram os colegas que tinham dificuldades. Isso foi evidenciado em todas as três turmas participantes da pesquisa.

O trabalho mostrou evidências que trabalhar com atividades, que promovam o bem-estar nos alunos e que possam unir a experimentação com a teoria, podem favorecer o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem, conforme foi visto durante a realização das atividades experimentais das três turmas e na avaliação realizada no 4º ano do curso técnico, apesar de ainda ter que se aprimorar essa metodologia de modo a aprofundar a compreensão dos conceitos físicos abordados sobre eletrostática.

Referências

BENETTI, B.; RAMOS, E. M. F.; CRUZ, W. O. Física nos anos iniciais da educação básica - a experiência do pibid com o ensino de eletrostática. **Revista Enseñanza de la Física**, v. 27, No. Extra, p. 499-504, 2015.

BRASIL. MEC. **Base Nacional Comum Curricular**. 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 30 mar. 2020.

BRASIL. MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/expansao-da-rede-federal/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12598-publicacoes-sp-265002211>>. Acesso em: 30 mar. 2020.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. O gostar e o aprender no ensino de Física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 2, 2007.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, jan. 2002. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607>>. Acesso em: 29 maio 2020.

GASPAR, A. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Uma nova visão baseada na Teoria de Vygotsky**. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

GASPAR, A. **Física – Série Brasil**. 2ª ed. São Paulo: Ática, 2006.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES FILHO, A.; TOSCANO, C. **Física: Ensino Médio**. São Paulo: Scipione, v. único, 2008.

JUNIOR, E. B. M.; SILVA, M. C. Ensino dos processos de eletrização no 3º ano do ensino médio usando as teorias cognitivistas de Vygotsky e de Ausubel aliadas a atividades experimentais. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 4, n. 2, p. 169-201, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/1327>>. Acesso em: 26 maio 2020.



LIMA, V. M. **Uma sequência de ensino investigativa em aulas de Ciências do 9º ano de uma escola pública:** reflexões e apontamentos sobre o aprendizado de conceitos, procedimentos e atitudes. 2015. 23 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.

MOREIRA, A. C. S. **Uma visão vygotskyana das atividades experimentais de física publicadas em revistas de Ensino de Ciências.** 2011. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

OLIVEIRA, A. G. *et al.* Uso de Experimentos de Física em Turmas de Educação de Jovens e Adultos. **Caderno de Física da UEFS**, v. 13, n. 02, p. 2202.1-2202.13, 2015. Disponível em: <<http://dfisweb.uefs.br/caderno/vol13n2.html>>. Acesso em: 26 maio 2020.

PEDERSEN, H. *et al.* An experimental system for studying the plane pendulum in physics laboratory teaching. **European Journal of Physics**, v. 41, n. 1, p. 1-23, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1088/1361-6404/ab4b29>>. Acesso em: 25 maio 2020.

SALES, V. C. H. **Ensino de hidrostática através de atividades investigativas** (material do professor). Material instrucional associado a dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012a. Disponível em: <https://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2012_Vitor_Cossich/material_professor_Vitor_Cossich.pdf>. Acesso em: 26 maio 2020.

SALES, V. C. H. **Uma proposta para o ensino de Hidrostática através de atividades investigativas com enfoque C-T-S.** 2012. 98 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012b. Disponível em: <https://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2012_Vitor_Cossich/dissertacao_Vitor_Cossich.pdf>. Acesso em: 28 maio 2020.

SILVA, M. L. O uso de materiais de baixo custo para experimentação nas aulas de densidade e pressão hidrostática. **Revista Prática Docente**, v. 2, n. 1, p. 62-70, 8 jul. 2017.

SOUZA, R. C. S. **Atividades experimentais:** uma proposta de ensino de Física em nível médio. 2017. 107 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2017. Disponível em: <<http://www2.ufac.br/mpecim/menu/dissertacoes/turma-2015/dissertacao-regina-celia-silva-de-souza.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2020.

VÖRÖS, A.; SÁRKÖZI, Z. Promoting environmental Physics issues in sciences centres an at science events. *In*: KIRÁLY, A.; TÉL, T. **Teaching Physics Innovatively.** Budapest: ELTE, 2017, p. 79-84.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.



Recebido: 04/04/2020

Aprovado: 07/06/2021

Como citar: PEREIRA JUNIOR, J.; CASTRO, A. Experimentos de hidrostática e eletrostática em conjunto com atividades teóricas direcionadas ao ensino médio. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, v. 7, e124221, 2021.

Contribuição de autoria:

Regina Célia Silva de Souza - Conceituação, curadoria de dados, análise formal e investigação.

Diego Rodrigues de Souza - Metodologia e escrita (rascunho original).

Bruno Giovanni Mendes da Silveira - Validação e visualização.

Marcelo Castanheira da Silva - Administração de projeto, supervisão, escrita (revisão e edição).

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional

