



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
IFCE CAMPUS SOBRAL
UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

WANGLÊSIO SILVEIRA DE FARIAS

**PROJETOS EDUCACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA ALIADOS À DIVERSIDADE
METODOLÓGICA**

SOBRAL – CE

2018

WANGLÊSIO SILVEIRA DE FARIAS

PROJETOS EDUCACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA ALIADOS À DIVERSIDADE
METODOLÓGICA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará em parceria com a Universidade Estadual Vale do Acaraú no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. George Frederick Tavares da Silva.

Coorientador: Prof. Dr. João Cláudio Nunes Carvalho.

SOBRAL – CE

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F224p Farias, Wanglêsio Silveira de.
 PROJETOS EDUCACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA ALIADOS À DIVERSIDADE
METODOLÓGICA / Wanglêsio Silveira de Farias. - 2018.
 113 f. : il. color.

 Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de
Física, Campus Sobral, 2018.
 Orientação: Prof. Dr. George Frederick Tavares da Silva.
 Coorientação: Prof. Dr. João Cláudio Nunes Carvalho.

 1. Ensino de Física. 2. Projetos Educacionais. 3. Diversidade Metodológica. I. Título.

CDD 530.07

WANGLÊSIO SILVEIRA DE FARIAS

PROJETOS EDUCACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA ALIADOS À DIVERSIDADE
METODOLÓGICA

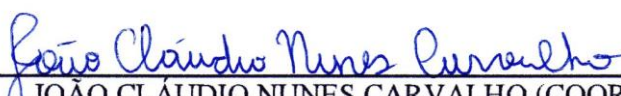
Dissertação submetida ao Polo 56 UVA/IFCE do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará em parceria com a Universidade Estadual Vale do Acaraú, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 12 de janeiro de 2018.

BANCA EXAMINADORA



GEORGE FREDERICK TAVARES DA SILVA (ORIENTADOR)
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE



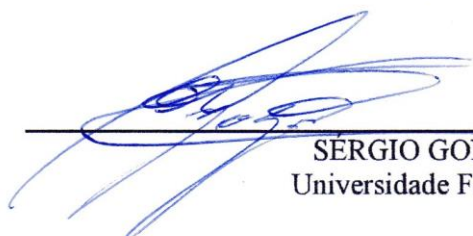
JOÃO CLÁUDIO NUNES CARVALHO (COORIENTADOR)
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE



WILTON BEZERRA DE FRAGA
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE



AMARÍLIO GONÇALVES COELHO JUNIOR
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE



SÉRGIO GOMES DOS SANTOS
Universidade Federal do Ceará - UFC

À minha família por ter me apoiado em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

À Sociedade Brasileira de Física (SBF), pelo empenho em tornar possível junto à CAPES a existência do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

Ao Professor Dr. Marco Antonio Moreira, considerado o fundador da pesquisa em ensino de física no Brasil, por ter sido um dos percussores na criação do MNPEF.

Aos professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Sobral e da Universidade Estadual Vale do Acaraú, que não mediram esforços para implantar o programa do MNPEF na cidade de Sobral/CE.

Aos professores e orientadores que contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Considerando que o Ensino de Física ainda é praticado de forma tradicional na maioria das escolas de Ensino Médio, objetiva-se mostrar que o uso de projetos educacionais no Ensino de Física aliados à diversidade metodológica pode estimular mais interesse dos estudantes, melhorar o aprendizado e produzir melhores resultados em relação às aulas tradicionais. Para tanto, foi realizada uma pesquisa nas teorias de aprendizagem e escolhidas como pressupostos teóricos a este trabalho, a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e a da aprendizagem centrada na pessoa, de Carl Rogers. Ambas instigaram a elaboração de seis projetos, aplicados nas três séries do ensino médio de uma escola pública do Estado do Ceará, nos anos de 2016 e 2017. Desse modo, observa-se que a presença da diversidade metodológica no ensino, fazendo uso, além de aulas expositivas, de vídeos, animações, experimentos, pesquisas, aplicativos para *smartphones*, paródias musicais ou encenação, proporcionou maiores resultados e melhor aceitação nos testes empregados durante a realização das tarefas em cada projeto, o que permite concluir que mais ações como essas precisam ser feitas para que o Ensino de Física favoreça a existência de uma aprendizagem duradoura e eficaz.

Palavras-chave: Ensino de Física; Projetos Educacionais; Diversidade Metodológica.

ABSTRACT

Considering that Physics Teaching is still practiced in a traditional way in most high schools, it aims to show that the use of educational projects in Physics Teaching combined with methodological diversity can stimulate students' interest, improve learning and produce better than traditional lessons. In order to do this, a research was made in the theories of learning and chosen as theoretical presuppositions to this work, the theory of meaningful learning of David Ausubel and the one of the learning centered in the person, of Carl Rogers. Both projects instigated the preparation of six projects, applied in the three high school series of a public school in the State of Ceará, in 2016 and 2017. Thus, it is observed that the presence of methodological diversity in teaching, making use of traditional classes, videos, animations, experiments, researches, applications for smartphones, musical parodies or staging, provided greater results and better acceptance in the tests used during the accomplishment of the tasks in each project, which allows to conclude that more actions such as these need to be done so that Physics Teaching favors the existence of a lasting and effective learning.

Keywords: Teaching Physics; Educational Projects; Methodological Diversity.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REVISÃO DE LITERATURA	10
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	Projetos Educacionais	14
3.2	Teorias da Aprendizagem	15
3.2.1	Aprendizagem significativa de David Ausubel	16
3.2.2	Aprendizagem centrada na pessoa proposta por Carl Rogers	18
4	O GUIA DE PROJETOS EDUCACIONAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA	20
5	APLICAÇÃO DOS PROJETOS EDUCACIONAIS E ANÁLISE DOS RESULTADOS	23
5.1	Projeto 1: Abordagem do conceito de velocidade escalar média observando a natureza	23
5.2	Projeto 2: O ensino da aceleração escalar média com o uso de aplicativo para <i>smartphone</i>	28
5.3	Projeto 3: Ensino de hidrostática aliado à diversidade metodológica	32
5.4	Projeto 4: O uso de WhatsApp para auxiliar no ensino da transmissão de calor e o meio ambiente	35
5.5	Projeto 5: Construindo circuitos elétricos	38
5.6	Projeto 6: O ensino da energia nuclear por meio de vídeos, animações e pesquisas	41
6	CONCLUSÕES	44
	REFERÊNCIAS	46
	APÊNDICE – GUIA DE PROJETOS EDUCACIONAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA	50

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física ainda acontece de forma tradicional na maioria das escolas do país e carece de metodologias que conduzam o educando a uma aprendizagem significativa e transformadora. O modelo clássico em que o professor ministra aulas, o aluno transcreve e memoriza para aplicação em provas, ainda é bastante praticado nas escolas, promovendo uma aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2017). Para mudar esse quadro é necessário que o professor seja um pesquisador e passe a utilizar a diversidade metodológica com a intenção de atingir os diferentes saberes encontrados na sala de aula. Cada aluno tem seu jeito próprio de atribuir significados ao novo conhecimento, como essa informação chega até o aluno é um dos caminhos à predisposição em aprender.

Para amenizar essa problemática propõe-se o uso de “Projetos Educacionais no Ensino de Física aliados à diversidade metodológica”, dispostos na forma de um Guia para compor o Produto Educacional desenvolvido durante o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). O foco deste trabalho é tornar as aulas de Física mais atraentes e eficazes, em que o professor possa diversificar sua prática utilizando o máximo de recursos disponíveis para atingir o sucesso na aprendizagem, envolver nas aulas, além da exposição de conteúdos como normalmente acontece, pesquisas, paródias musicais ou encenação, uso de vídeos, animações, aplicativos para *smartphones* e uso de experimentos práticos confeccionados pelos aluno e/ou professor, e ainda, atentando ao tempo mínimo de duas aulas semanais que a disciplina de Física costuma ocupar no currículo do Ensino Médio.

Inicialmente foi realizada uma revisão na literatura para encontrar o estado da arte desta pesquisa na área de Ensino de Física. Esta se deu em três etapas descritas no próximo capítulo sobre Revisão de Literatura, onde se fez destaque aos trabalhos com abordagens semelhantes as utilizadas no desenvolvimento dos Projetos Educacionais discutidos nesta dissertação, como o de Franco, Marranghello e Rocha (2016), Raposo (2014), Reis (2014), Vieira (2013), Sales (2012), Souza (2011), Cattai e Penteado (2009), Batista, Lavaqui e Salvi (2008), Mützenber (2005).

No Capítulo 3, sobre o Referencial Teórico, foi enfatizado a definição de projetos educacionais e as teorias de aprendizagem que se destacaram na elaboração e aplicação de um Guia de Projetos Educacionais para o Ensino de Física. Aponta-se a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e a da aprendizagem centrada na pessoa, de Carl Rogers, como as duas principais teorias que fomentaram este trabalho. Os artigos e livros de Marco Antonio

Moreira sobre esses teóricos formaram uma importante ferramenta à compreensão dessas teorias e se destacam nas citações ao longo da pesquisa.

No Capítulo 4, sobre o Guia de Projetos Educacionais para o Ensino de Física, apresenta-se uma visão breve de cada um dos seis projetos, características, o que se espera da sua aplicação dentro da temática abordada e sua justificativa quanto à teoria de aprendizagem que se sobressaiu.

No Capítulo 5, Aplicação dos projetos educacionais e análise dos resultados, foi apresentada a metodologia empregada em cada projeto, o tempo necessário à sua execução e o resultado da aplicação numa situação de ensino.

Por fim, no Capítulo 6, conclui-se com ênfase de que mais ações como essas precisam ser colocadas em prática para que o Ensino de Física mude para melhor, preparando o jovem a ingressar no meio social e profissional com conhecimentos capazes de favorecer mudanças, numa perspectiva humanística e tecnológica, proporcionando-o um aprendizado eficaz, duradouro e que o estimule a buscar mais conhecimento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta revisão bibliográfica pretende-se destacar as principais produções textuais associadas a projetos educacionais, que é o foco principal desta dissertação, explicitando o que alguns autores apresentam em suas obras, tanto para contextualizar o presente trabalho, quanto para reforçar a importância deste no meio escolar e acadêmico, além de mostrar o estado da arte e a originalidade das produções.

Em busca de trabalhos voltados à utilização de projetos educacionais no ensino de Física, a pesquisa bibliográfica se dividiu em três etapas. Na primeira foram analisados as dissertações e produtos educacionais de duas instituições de ensino superior que há mais tempo possuem mestrado profissional no programa de pós-graduação em Ensino de Física, a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Na segunda etapa foram verificados os artigos publicados nos últimos dez anos em sete revistas de destaque no país (citadas ao longo deste capítulo) na área de Educação e Ensino de Física ou Ciências. Por último foram considerados três livros tomados como referência na abordagem de projetos educacionais, mencionados no penúltimo parágrafo deste capítulo.

Na pesquisa, dentre as sessenta e uma dissertações¹ vinculadas a seus produtos educacionais do mestrado profissional, publicados nos anos de 2010 a 2016, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UFRJ, destacaram-se três autores: Vieira (2013), que propôs o uso de *Tablets* e *Smartphones* para experimentos de Física, citando vários tópicos que podem ser abordados no ensino, especialmente da mecânica, inclusive o tema aceleração, mas utilizou outros aplicativos e procedimentos metodológicos que de fato não foram usados no Guia de Projetos Educacionais, foco deste estudo; Sales (2012), que abordou o ensino de Hidrostática com metodologia semelhante, contudo com procedimentos distintos; Souza (2011), que apresentou o conceito de velocidade e aceleração média, porém de uma forma bem diferente, trazendo semelhança apenas quanto ao tema. Não que isso seja inadequado, mas evidencia o aspecto original e adicional deste trabalho em meio a diversidade de propostas voltadas para o ensino de Física.

Foi repetida essa metodologia de pesquisa em noventa e sete dissertações² vinculadas a seus produtos educacionais do Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFRGS, dos anos

¹ Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes.html>, último acesso em 13 de dez. 2017.

² Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/mostra_trabalhos.php?curso=0>, último acesso em 13 de dez. 2017.

de 2004 a 2016, destacando-se três autores. Entre eles, Reis (2014), que desenvolveu um trabalho voltado para adolescentes trabalhadores, com foco na progressão escolar, se aproximando do proposto aqui pelo uso de pequenos projetos no ensino de Física. Foram abordadas interpretações do filme “Sonhos no Gelo”, a ciência na Copa do Mundo da África e tópicos de Física escolhidos pelos aprendizes com os temas gerais Calor e Luz. De forma análoga, Mützenberg (2005) desenvolveu uma proposta de pequenos Projetos de Pesquisa no Ensino de Física. Bem como Espíndola (2005) que abordou em sua dissertação a pedagogia de projetos para alunos da Educação de Jovens e Adultos. Apesar das semelhanças quanto ao uso de projetos e objetivos em tornar o ensino mais atraente e direcionados à aprendizagem significativa, esses trabalhos divergem principalmente quanto aos formatos dos projetos e temas tratados.

Também foi feita uma pesquisa em busca de trabalhos semelhantes publicados em versões on-line nos últimos dez anos (2007 a 2016), na área de Ensino e Educação, dentre as seguintes revistas Brasileiras: Ciência & Educação (Bauru); Revista Brasileira de Ensino de Física; Caderno Brasileiro de Ensino de Física; Investigações em Ensino de Ciências; Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia; Revista Brasileira de Educação; Revista Conexões – Ciência e Tecnologia. Foram encontrados alguns artigos que tratavam o assunto com ideias semelhantes no tocante a alguns pontos do Guia de Projetos Educacionais, porém diferenciando do todo.

Nesse aspecto, destaca-se o artigo de Raposo (2014), publicado no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, que relata o ensino de História e Filosofia da Ciência na Licenciatura em Física através da pedagogia de projetos. Seu trabalho é dividido em quatro etapas relacionadas ao trabalho de Galileu e outros cientistas, explanação e discussão de vídeos sobre Galileu, interpretação de textos, reconstrução de experimentos e minicurso elaborados pelos alunos, sendo o minicurso o auge do trabalho. Portanto, apesar de fazer uso de projetos, difere quanto à forma, conteúdo e público.

O artigo de Franco, Marranghello e Rocha (2016), publicado na Revista Brasileira de Ensino de Física, relata a utilização de *smartphone* com sistema operacional Android para estimar a aceleração de um elevador por meio do aplicativo Physics Toolbox Accelerometer, disponível gratuitamente no Play Store. A proposta se assemelha ao Projeto Aceleração Escalar Média (parte do Guia de Projetos Educacionais) quanto ao uso da tecnologia, entretanto, diverge em vários pontos, o trabalho do artigo é voltado para alunos de graduação com uma abordagem mais complexa e os autores sugerem um programa de computador para analisar graficamente os dados coletados no experimento, o que não é proposto dentro do Guia de

Projetos Educacionais. Quanto ao aplicativo utilizado foi sugerido outro, também encontrado gratuitamente no Play Store, o Accelerometer Gauge, para determinar a aceleração escalar média de um carrinho guiado pelos estudantes em condições orientadas, não sendo o foco determinar a aceleração média de um elevador. Portanto, apesar de ser bem diferente do proposto, fornece indicativos que reafirmam a direção certa do trabalho apresentado.

Batista, Lavaqui e Salvi (2008), em artigo publicado na Revista Investigações em Ensino de Ciências, relataram o uso de projetos numa abordagem interdisciplinar entre as disciplinas de Ciências e Matemática. Eles detalharam as etapas do processo e evidenciaram a falta de interdisciplinaridade entre as disciplinas na escola de Ensino Médio onde o projeto Caminho da Energia foi criado e desenvolvido. Como já notado, o enfoque interdisciplinar não faz parte da proposta apresentada neste trabalho, assim a semelhança com o trabalho de Batista e seus colaboradores fica apenas devido ao uso de projeto como facilitador do processo de ensino e aprendizagem.

Cattai e Penteado (2009), apresentaram em artigo publicado na revista Ciência & Educação, o resultado de uma pesquisa feita com dez professores de Matemática que trabalharam com projetos no ensino fundamental e médio de forma separada, coletivamente e por sugestão da escola. Também foi constatada a ausência de indícios de que a formação desses professores tenha os levados a trabalhar com projetos e evidenciaram os resultados positivos deste tipo de abordagem no ensino.

Quanto aos livros pesquisados, eles fortalecem a justificativa do uso de projetos educacionais voltados para o ensino. Nogueira (2007) relatou, em seu livro “Pedagogia dos Projetos”, vários pontos formidáveis que reafirmam as vantagens da implantação de projetos para o ensino, citando inclusive os resultados positivos de alguns projetos aplicados. Moura e Barbosa (2013), no livro “Trabalhando com projetos”, apresentaram conhecimentos básicos essenciais para o planejamento e gestão de projetos educacionais e afirmaram que a ideia de trabalhar com projetos como ferramenta pedagógica na construção de conhecimentos surge a partir de ideias enunciadas por John Dewey em 1897. Bender (2014) apresentou em seu livro, “Aprendizagem baseada em Projetos”, alguns importantes aspectos de como se desenvolve a aprendizagem fundamentada em projetos, destacando planejamentos, estratégias e avaliações. De sua experiência nos Estados Unidos, reforçou que a aprendizagem baseada em projetos tende a se tornar o principal modelo de ensino neste século. Estes autores corroboram com a questão motriz do Guia de Projetos Educacionais que é oferecer estratégias voltadas para a melhoria do ensino de Física. Por outro lado, eles não trazem em seus livros exemplos de projetos voltados para o ensino de Física, muito embora este não seja o objetivo de suas obras.

Numa vasta pesquisa na literatura foi possível encontrar vários trabalhos que abordam os temas da Física tratados aqui, entretanto, não com a mesma proposta metodológica empregada, tais como: Jesus e Sasaki (2016); Fonseca et al (2013) e Soares (2015). As pesquisas nessa área apontam ser notório que o ensino de Física no Brasil ainda carece de ações que o torne menos tradicional. Portanto, mais iniciativas dessas devem surgir para que o ensino de Física melhore no país. Nogueira (2007, p. 25-26) afirmou que “se não repensarmos a nossa didática, as formas alternativas de trabalhar com os alunos, a mediação de processos de interação que os tirem da passividade, continuaremos com alunos desmotivados e desinteressados dentro de sala de aula”.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta os referenciais teóricos que esclarecem o que são projetos educacionais, quais são os tipos e como os projetos dispostos no Guia de Projetos Educacionais se classificam. Também, expõe os referenciais teóricos acerca das teorias de aprendizagens que alicerçaram o desenvolvimento dos projetos educacionais, sem no entanto, fazer comparações diretas com os mesmos, deixando esta incumbência para o próximo capítulo.

3.1 Projetos Educacionais

Projeto Educacional é um conjunto de atividades com objetivos específicos em função de problemas, necessidades, oportunidades ou interesses de um sistema educacional, de um educador, de um grupo de educadores ou de estudantes, com o foco na realização de ações direcionadas à formação humana, construção de conhecimento e melhoria de práticas educativas (MOURA; BARBOSA, 2013).

Muitas ações desenvolvidas pelos professores podem ser consideradas um projeto educacional, desde que ele se planeje numa abordagem de resolver determinado problema. “Todo projeto com finalidades educativas, independente de ser de uma escola ou fazer parte do sistema educacional formal, pode ser considerado um projeto educacional” (MOURA; BARBOSA, 2013, p. 21).

O grande feito da realização de um projeto é o envolvimento das pessoas considerando as qualidades e limitações de cada um. “Um projeto, por ser único, depende muito da aplicação de conhecimentos específicos e métodos apropriados para organizar, analisar, inovar, construir, etc. Por este motivo, os projetos requerem participação humana intensa em seu desenvolvimento” (MOURA; BARBOSA 2013, p. 23).

É preciso um planejamento para que o professor tenha sucesso em seu trabalho. Um dos motivos dos projetos educacionais serem fortemente utilizados, é porque dificilmente apenas alguns ajustes nas atividades de rotina trariam os mesmos resultados diante das mudanças e inovações nas organizações humanas (MOURA; BARBOSA, 2013). Quando algo é bem planejado, suas rotas são corrigidas, a garantia do sucesso é bem mais promissora. Não se faz educação de qualidade ao acaso. Nogueira (2007), chamou atenção à motivação que o trabalho com projetos insere no aluno, e por outro lado destaca que muitas vezes essa motivação é momentânea pelo simples fato das aulas voltarem à sua forma clássica.

Vários são os tipos de projetos educacionais, Moura e Barbosa (2013) destacaram cinco: projetos de intervenção, projetos de pesquisa, projetos de desenvolvimento (ou de produto), projetos de ensino e projetos de trabalho (ou de aprendizagem). Os projetos desenvolvidos no Guia de Projetos Educacionais se classificam como projetos de ensino. Moura e Barbosa (2013, p. 223) descreveram que:

Os projetos de ensino têm como fim principal a produção de formas e meios dirigidos à melhoria do processo ensino-aprendizagem de elementos relativos a uma disciplina de conhecimento, ou conjunto de disciplinas. Esse tipo de projeto próprio da área educacional refere-se ao exercício das funções do professor.

Os projetos de trabalho (ou de aprendizagem) diferem dos projetos de ensino por serem desenvolvidos por alunos sob orientação de professores (MOURA; BARBOSA, 2013). Também representam uma importante ferramenta para aproximar o estudante da pesquisa. Moura e Barbosa (2013, p. 27) esclareceram que “um determinado tipo de projeto pode abranger atividades que seriam as atividades básicas de outro tipo de projeto”.

Bender (2014) destacou que a aprendizagem baseada em projetos se mostra muito bem posicionada para ser o principal modelo de ensino neste século, sendo recomendado que os educadores considerem essa abordagem de ensino inovadora.

No trabalho com projetos, para diferenciar o ensino no contexto das atividades, o professor pode criar um grupo misto formado por estudantes com diferentes habilidades, “cada membro do grupo seria capaz de usar seus pontos fortes para cumprir a meta do grupo ao mesmo tempo em que aprenderia com o resto dos membros” (BENDER, 2014, p. 27). Essa é uma das vantagens de se trabalhar com projetos.

3.2 Teorias da Aprendizagem

Para desenvolver os projetos, foi feita uma pesquisa na literatura sobre as teorias de aprendizagem, seus principais autores e contribuições, destacando o Cognitivismo e o Humanismo, especialmente nos trabalhos de dois psicólogos norte-americanos, David Paul Ausubel (1918-2008) e Carl Ransom Rogers (1902-1987). Embora Ausubel pertença a uma ênfase cognitivista, enquanto que Rogers a uma ênfase humanista, suas contribuições na área de ensino e aprendizagem somam no desenvolver do Guia de Projetos Educacionais aplicado em diferentes abordagens e momentos.

Os cognitivistas veem o sujeito de forma ativa na aprendizagem, as capacidades intelectuais destes avançam em direção aos conhecimentos adquiridos, a longo e curto prazo,

em busca de recuperá-los e resolver problemas a eles apresentados. Segundo Moreira (2015), o cognitivismo versa de uma orientação psicológica que se ocupa de variáveis ligadas a percepção, tomada de decisões, processamento de informação e compreensão.

Já os humanistas, consideram o sujeito como um todo, um ser que pensa, aprende e sente. “Neste enfoque, a aprendizagem não se limita a um aumento de conhecimentos. Ela é penetrante, visceral, e influi nas escolhas e atitudes do indivíduo” (MOREIRA, 2015, p. 16). Assim, as experiências vivenciadas têm forte conotação com a aprendizagem e tomada de decisão no tocante ao próximo passo acerca de um processo, gerando mudança de comportamento.

3.2.1 Aprendizagem significativa de David Ausubel

David Ausubel defendia uma estrutura na qual a aprendizagem se organiza e se integra na estrutura cognitiva. Ele insere nesse contexto o termo aprendizagem significativa que pressupõe o conhecimento prévio do aluno como subsunçores que darão condições para uma aprendizagem efetiva. Essa aprendizagem ocorre quando “o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio” (PELIZZARI et al, 2002, p. 38).

Ao contrapor a aprendizagem significativa, Ausubel conceituava aprendizagem mecânica como aquela que tem pouca ou nenhuma interação com conceitos existentes na estrutura cognitiva, ela não utiliza de subsunçores para fortalecer um conhecimento existente. A exemplo disso, pode ser citada a memorização de fórmulas físicas, leis ou conceitos, embora alguma associação possa acontecer (MOREIRA, 2015).

Contudo, Ausubel não descartava a utilização da aprendizagem mecânica quando um indivíduo se depara com conhecimento completamente novo. Nessa situação a aprendizagem mecânica atua até que algumas partes de conhecimento existam na estrutura cognitiva de forma relevante e associada as novas informações e, então, possa servir de subsunçores que se tornarão cada vez mais elaborados à medida que a aprendizagem significativa se edifica (AUSUBEL et al, 1980).

Ainda assim, Ausubel sugeriu o uso de organizadores prévios que servissem como âncora à nova aprendizagem de forma a proporcionar a aprendizagem significativa. Organizadores prévios são materiais que introduzem um conhecimento antes do material em si a ser aprendido, eles têm a função de ligar o que o aprendiz já sabe com o que ele deve saber para que a aprendizagem seja significativa (MOREIRA, 2015). Os organizadores prévios têm

características semelhantes a zona de desenvolvimento proximal proposta por Lev Vygotsky (1896 – 1934), em que a criança se posiciona frente à distância entre o que ela é capaz de fazer sozinha (nível de desenvolvimento real) e o que ela consegue fazer com a supervisão de um adulto (nível de desenvolvimento potencial). Essa zona de desenvolvimento proximal possibilita ao professor o uso de instrumentais capazes de fazer entender o desenvolvimento interno da criança (VIGOTSKI, 2007). Moreira (2015) enfatizou, dentre outros pontos, que o indispensável intercâmbio de significados entre professor e aluno dentro da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz deve ser levado em conta no ensino. “O ensino se consuma quando aluno e professor compartilham significados” (MOREIRA, 2015, p. 119).

A condição para que ocorra a aprendizagem significativa é que o material, objeto de estudo, seja relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz de maneira não arbitrária e não literal, outra condição é que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar de maneira substantiva e organizada o novo material à sua estrutura cognitiva (AUSUBEL et al, 1980). Assim, Ausubel propôs, na busca por evidências de uma aprendizagem significativa, que o educador formule questões e problemas dentro de um contexto de maneira diferente daquela encontrada no material institucional, evitando que o aluno utilize do artifício da memorização com respostas prontas (MOREIRA, 2015).

Para que o professor facilite a aprendizagem significativa é necessário identificar os conceitos e princípios unificadores dentro da matéria de ensino; identificar os subsunçores necessários à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado; diagnosticar aquilo que o aprendiz já sabe, isto é, os subsunçores já existentes; ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa, auxiliando-o na assimilação da estrutura da matéria de ensino para organizar sua própria estrutura cognitiva (MOREIRA, 2015).

Essa deve ser uma ação equilibrada, pois ao passo que a personalidade do estudante aponta os rumos à aptidão em aprender, as características do trabalho do professor também influenciam no resultado dessa aprendizagem. Ausubel e seus colaboradores (1980) apontaram que o ensino envolve o manejo de variáveis que influenciam a aprendizagem, como fatores internos do estudante e fatores na situação de aprendizagem. “O problema da aprendizagem é descobrir as relações necessárias que devem obter entre as variáveis internas e externas de forma a provocar mudanças na estrutura cognitiva” (AUSUBEL et al, 1980, p. 26).

Pelizzari et al (2002, p. 39-40) apontaram três vantagens essenciais da aprendizagem significativa de Ausubel em relação à aprendizagem memorística:

Em primeiro lugar, o conhecimento que se adquire de maneira significativa é retido e lembrado por mais tempo. Em segundo, aumenta a capacidade de aprender outros conteúdos de uma maneira mais fácil, mesmo se a informação original for esquecida. E, em terceiro, uma vez esquecida, facilita a aprendizagem seguinte – a “reaprendizagem”, para dizer de outra maneira.

Para facilitar a aprendizagem significativa, Moreira (2010) propôs o uso de mapas conceituais, que são diagramas de significados que relacionam e hierarquizam conceitos. Ele ainda sugere que seja aplicado este recurso preferencialmente quando o estudante já tenha certo domínio do assunto. Na confecção de um mapa conceitual, o “importante é que o mapa seja um instrumento capaz de evidenciar significados atribuídos a conceitos, de uma disciplina, de uma matéria de ensino” (MOREIRA, 2010, p. 15).

3.2.2 Aprendizagem centrada na pessoa proposta por Carl Rogers

Carl Rogers (1972) também escreveu sobre o termo aprendizagem significativa com uma visão um pouco diferente, mas convergente a de Ausubel, como aquela que faz sentido na vida do aprendiz, que atende aos seus objetivos, afirmava que quando o aprendiz indica suas próprias direções, desvenda recursos de aprendizado próprio, formula problemas de seu interesse, define seu curso de ação a seguir, vivencia a consequência de cada uma dessas escolhas, a aprendizagem significativa é aumentada ao máximo.

O contato do estudante com os problemas torna o estímulo para resolvê-los numa chama à aprendizagem. “Pode dizer-se que se verifica mais facilmente uma aprendizagem significativa quando as situações são percebidas como problemáticas” (ROGERS, 1987, p. 264). Num trabalho em grupo ou em aulas práticas a possibilidade do estudante se envolver nos problemas que ele reconhece como problemas é maior e norteia determinada discussão, de maneira que uma implicação no domínio da educação seria de permitir ao estudante, independente do nível do ensino, estabelecer um real contato com os problemas e as questões que almeja resolver (ROGERS, 1987).

Sobre o papel do facilitador, Carl Rogers (1972) salientou que o professor deve se colocar como um “recurso flexível” a ser utilizado individualmente ou pelo grupo, a se dispor na condição de conselheiro, observador, informante, como alguém experiente na área do estudo.

Rogers (1987) pautou que é extremamente compensador aprender em grupo nas relações com outra pessoa ou consigo mesmo, e que para aprender da melhor forma o indivíduo deveria se ater a dois pontos: o primeiro é desprender-se de suas próprias defesas a ponto de se colocar no lugar do outro, numa tentativa de sentir e compreender como a pessoa encara sua própria

experiência; o segundo é confessar suas próprias dúvidas e tentar esclarecê-las na intenção de compreender melhor o significado real da própria experiência.

A ideia do novo sempre foi alvo de inquietude, de mudança, Rogers (1972, p. 280) relatou que, “no mundo que está por vir, a capacidade de enfrentar adequadamente o novo é mais importante do que a aptidão de conhecer e de repisar o velho”. Neste sentido, tanto facilitador como aprendiz, vivenciam inovações, sobretudo na tecnologia, que somam no processo de ensino e aprendizagem. Como afirmou Rogers (1972, p. 280), “há que se descobrir um meio de desenvolver um clima, no sistema, através do qual o foco se projeta não sobre o ensinar, mas sobre a facilitação da aprendizagem autodirigida”. Ao propor instrumentais, em que o aluno possa pesquisar sobre temas que agregam significados a sua maneira de encarar o mundo, é oportunizada uma experiência autônoma na busca de conhecimentos.

4 O GUIA DE PROJETOS EDUCACIONAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA

O Guia de Projetos Educacionais é um conjunto de seis projetos que abordam temas da Física destinados ao professor de Física para uso no Ensino Médio. Cada projeto pode ser trabalho de modo independente um do outro, o que facilitou a abordagem de mais de uma teoria de aprendizagem, destacando-se a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e a aprendizagem centrada na pessoa, de Carl Rogers. O que não significa que não exista traços de outras teorias de aprendizagem na elaboração e execução dos projetos, como a teoria cognitivista de Piaget, a interacionista de Vygotsky e a humanista libertadora de Paulo Freire.

O Guia de Projetos Educacionais foi apresentado em seis capítulos, um para cada projeto. Todos trazem apresentação, referencial teórico, procedimentos metodológicos e sugestão de avaliação. Foram pensados de modo a facilitar o trabalho do professor com informações objetivas, focando especialmente na aprendizagem mediante abordagem metodológica utilizada pelo professor, podendo este adaptar ou criar outras para o sucesso no ensino. Assim como, criar outros projetos estimulados por esses. “Um bom ensino deve ser construtivista, estar centrado no estudante, promover a mudança conceitual e facilitar a aprendizagem significativa” (MOREIRA, 2011b, p. 25).

Dar sentido a partir da grande quantidade virtual de informações caóticas disponíveis na internet é exatamente o tipo de construção do conhecimento que todo estudante precisa dominar (BENDER, 2014). Os projetos foram também pensados neste aspecto, envolver o cotidiano dos estudantes para dentro da sala de aula.

O projeto “Abordagem do conceito de velocidade escalar média observando a natureza” foi pensando de forma que o estudante, geralmente do 1º ano do Ensino Médio, vivencie uma abordagem do conceito de velocidade escalar média que não seja apenas com uso de aulas expositivas, onde predomina muito a aprendizagem mecânica, mas que, ele possa ter condições de associar o conteúdo de Física com o seu cotidiano observando a natureza e com isso, possa favorecer uma aprendizagem significativa.

Para esse projeto, a teoria de aprendizagem em destaque é a aprendizagem significativa de Ausubel, posto que o professor, ao iniciar esse trabalho, deverá se deter a diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes para então passar a direcionar suas explanações, tendo como base aquilo que o estudante já detém de informação. Ausubel chamou isso de subsunções e Moreira (2015) reiterou que na falta desses, a aprendizagem mecânica passa a ser necessária. Por isso mesmo, não deixou de acontecer aula de forma tradicional, mesmo que em um curto período de tempo.

Outro ponto importante é propor algo que faça o estudante atribuir sentido aquilo que ele está vivenciando enquanto conteúdo e que as novas informações se ancorem na estrutura cognitiva e possam então servir como novos subsunçores, os quais passam a ter condições de ancorar outras informações na mesma área à medida que a aprendizagem passa a ser significativa (MOREIRA, 2015).

O projeto “O ensino da aceleração escalar média com o uso de aplicativo para *smartphone*” versa sobre uma importante metodologia, que possibilita ao estudante avaliar e comparar os resultados de uma atividade prática com os resultados das equações matemáticas, bem como, evidenciar a importância dessa atividade para o processo de ensino e aprendizagem. A relevância dessa proposta reside no fato de que o estudante reflete sobre suas ações durante a atividade prática e a teoria física em questão, utilizando uma tecnologia que está presente no seu dia a dia, fato esse que insere a sua vida na sala de aula.

Para esse projeto o professor deverá ter o cuidado em reconhecer os conhecimentos prévios dos estudantes, inserir organizadores prévios para facilitar a compreensão dos conteúdos e orientar as atividades, propondo ao final a confecção de mapas conceituais. Então a teoria em destaque também é a aprendizagem significativa de Ausubel.

O projeto “Ensino de hidrostática aliado à diversidade metodológica” trata sobre o ensino com foco na diversidade metodológica e na aprendizagem centrada no estudante. Dentro do tema proposto ele teve condições de escolhas conforme suas aptidões e de reconhecer o professor como um facilitador da aprendizagem. Foram utilizados recursos diversos como experimentos confeccionados pelo professor e pelos estudantes, pesquisas, vídeos, encenação e paródias musicais, além de aulas expositivas. Portanto, a teoria que predominou nesse trabalho foi a aprendizagem centrada na pessoa, de Carl Rogers.

Uma das formas do estudante aprender é confessando suas próprias dúvidas, buscando esclarecer os seus enigmas a procura de compreender o significado real de sua própria experiência (ROGERS, 1987). Nesse projeto eles puderam se aproximar desta realidade a medida em que faziam as escolhas das equipes, mediante as tarefas dentro da temática hidrostática e das vivências de cada um, conforme suas próprias competências.

O projeto “O uso de WhatsApp para auxiliar no ensino da transmissão de calor e o meio ambiente” agrega valor ao utilizar uma ferramenta que está ao alcance da maioria dos jovens, tanto na sala de aula como fora dela. Isso, além de apontar para um uso favorável à educação, proporciona um momento extra de discussão que estimula a pesquisa e a aprendizagem significativa. O projeto usa, em alguns momentos, de métodos tradicionais, como aula com resoluções de exercícios, porém, de uma forma que os estudantes possam interagir com debates,

de modo a exercer suas atividades rotineiras de estudo inseridos em um novo método e perspectiva.

Com foco na conscientização para o cuidado com o meio ambiente, esse projeto tem como teoria norteadora a aprendizagem centrada na pessoa, de Carl Rogers, pois a proposta é utilizar de meios que mude a pessoa de dentro para fora, com atitudes, ideias e convicções de que é preciso um olhar atento para certas questões ligadas ao bem-estar comum. Num processo de igualdade em que todos são responsáveis em suas tomadas de decisões, sendo capazes de encontrar satisfação na descoberta intelectual e emocional que os levem a uma transformação para serem eternos aprendizes, como argumentou Rogers (1986).

O projeto “Construindo circuitos elétricos” combina teoria e prática. Além do uso de vídeo para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, os estudantes são levados a confeccionar circuitos utilizando de subsunçores já existentes em sua estrutura cognitiva, que passa a ser reorganizada com a assimilação da matéria de ensino fazendo uso de ferramentas educacionais como recursos tecnológicos e materiais de laboratório, o que inclui uso de aplicativo para *smartphone*, multímetros, fios, placas de contato, resistores, diodos e geradores. A teoria que predomina na aplicação deste projeto é a aprendizagem significativa de Ausubel.

O projeto “O ensino da energia nuclear por meio de vídeos, animações e pesquisas” se destina a alunos do 3º ano do Ensino Médio. Ao final do projeto os alunos confeccionam pôsteres destacando pontos como vantagens e desvantagens no uso da Energia Nuclear. Em equipe, eles elaboram um relatório de pesquisa a ser entregue como parte do processo de avaliação. A teoria em destaque é a aprendizagem significativa de Ausubel, onde novas informações se interagem com outras já existentes no cognitivo do aluno, como o conceito de energia e sua ideia de sustentabilidade. Novos conhecimentos são aglutinados na estrutura cognitiva do ser que aprende e passam a modificar esta estrutura tornando-se capazes de servir como subsunçores à novas informações relativas à energia (Moreira, 2015).

5 APLICAÇÃO DOS PROJETOS EDUCACIONAIS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os projetos foram aplicados nos anos de 2016 e 2017 na EEM São Francisco da Cruz (Figura 1), uma escola de Ensino Médio localizada no município de Cruz, Estado do Ceará, Brasil.

Figura 1 – Fachada da escola.



Fonte: Próprios autores (2017).

5.1 Projeto 1: Abordagem do conceito de velocidade escalar média observando a natureza³

O tempo destinado à aplicação deste projeto foi em média 100 min ou duas aulas de 50 minutos cada. Nos primeiros 25 minutos da primeira aula foi investigado, por meio do diálogo, quais conhecimentos prévios os estudantes apresentavam sobre o tema velocidade escalar média e concomitantemente foi apresentado aos mesmos o conceito de velocidade escalar média com as resoluções de duas questões disponíveis no Guia de Projetos Educacionais (p. 57-58).

Em seguida os estudantes, em grupos de quatro, foram orientados a procurar nas proximidades da escola corpos em movimento (formigas, animais, carros, etc.) para que eles pudessem estimar suas velocidades escalares médias (Figura 2).

³ Resultados apresentados na modalidade oral na II Onda da Física (2016), promovido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Acaraú, CE, e no XII Encontro de Pesquisa e Pós-Graduação (2017), promovido pela Universidade Estadual Vale do Acaraú, com o título: “A abordagem do conceito de velocidade média observando a natureza”.

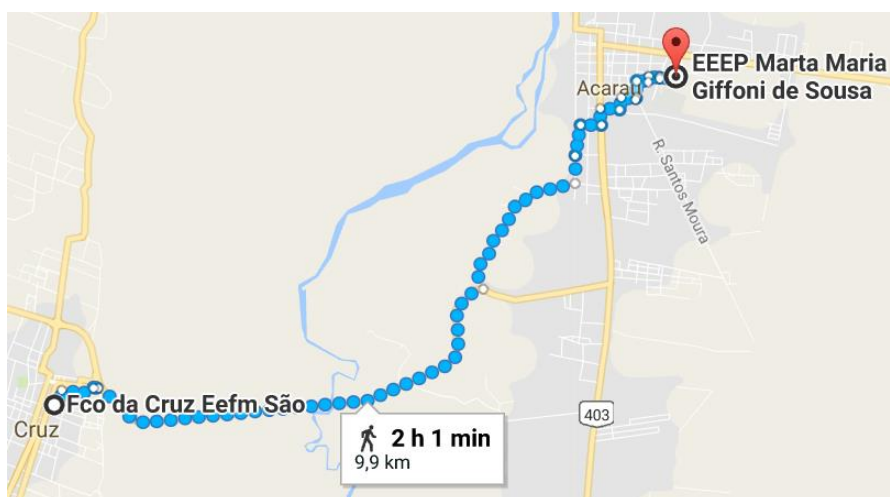
Figura 2 – Alunos se preparando para as medições.



Fonte: Próprios autores (2016).

Também foi proposto que cada grupo de estudantes estimasse o tempo necessário para uma caminhada partindo da EEM São Francisco da Cruz até a EEEP Marta Maria Giffoni de Sousa, o que equivale a 9,9 km. Para esta atividade os estudantes mediram a velocidade escalar média de um dos integrantes do grupo a partir de uma caminhada de dez metros e então calcularam o tempo necessário para o percurso proposto. O professor, fazendo uso do Google Maps, além de escolher o ponto de partida e de chegada, comparou os resultados dos estudantes com o indicado pelo aplicativo (Figura 3). Alguns grupos divergiram bastante em seus resultados para esta segunda atividade, encontrando valor superior a 3 horas.

Figura 3 – Percurso de 9,9km para estimativa do tempo gasto numa caminhada.



Fonte: Dados do mapa ©2017 Google.

Na segunda aula, os grupos de estudantes apresentaram suas considerações sobre as atividades e responderam a um questionário de três questões disponível no Guia de Projetos Educacionais (p. 60-62). Em face das observações eles puderam notar o quão importante é o ato de medir, como eles podem interferir no resultado e o quanto à persistência deve fazer parte desse processo no que se refere a repetição do experimento. O estímulo em participar de uma aula em que eles possam perceber como a experimentação acontece, proporcionou aos envolvidos uma compreensão de como a observação é importante à ciência. Além disso, a quantidade de estudantes que passaram a interagir nessa atividade com perguntas e empenho na realização da tarefa foi notoriamente maior quando comparada a aulas tradicionais, em que o estudante pouco interage demonstrando desinteresse nas atividades sugeridas.

Para constatar isso, o tema foi ministrado em 8 turmas de 1º anos com um total de 279 estudantes frequentes, das quais, em 4 turmas (142 estudantes) foi aplicada a proposta e nas outras 4 turmas (137 estudantes) foram trabalhadas aulas tradicionais, com aulas expositivas e resoluções de questões do próprio livro didático. O método de escolha das turmas teve como base a média do rendimento escolar no período anterior à aplicação do projeto, a fim de uniformizar os grupos. A média das turmas escolhidas foi de 4,5 contra 4,7 das turmas onde o projeto não foi aplicado.

As três questões disponíveis no Guia de Projetos Educacionais (p. 60-62) foram aplicadas nas 8 turmas em dois momentos distintos, uma após a abordagem do tema e outra após um mês. Para essas três últimas questões foi totalizado um valor igual a 10, atribuindo-se 3 para cada uma das duas primeiras questões e 4 à última questão devido apresentar dois comandos. Com a intenção de verificar a aceitação da proposta e indícios de uma aprendizagem significativa, após um mês, foi reaplicado o questionário acrescido de duas perguntas de cunho pessoal (Quadro 1).

Quadro 1 – Questionário referente à aceitação da proposta.

1. Mediante a abordagem, que foi empregada no decorrer das aulas, sobre velocidade escalar média, a atividade proposta pelo professor, o deixou motivado a resolvê-la? (A) Sim. (B) Parcialmente. (C) Não.
2. Ao final da condução desse tema, você considera que aprendeu o conceito de velocidade escalar média? (A) Sim.

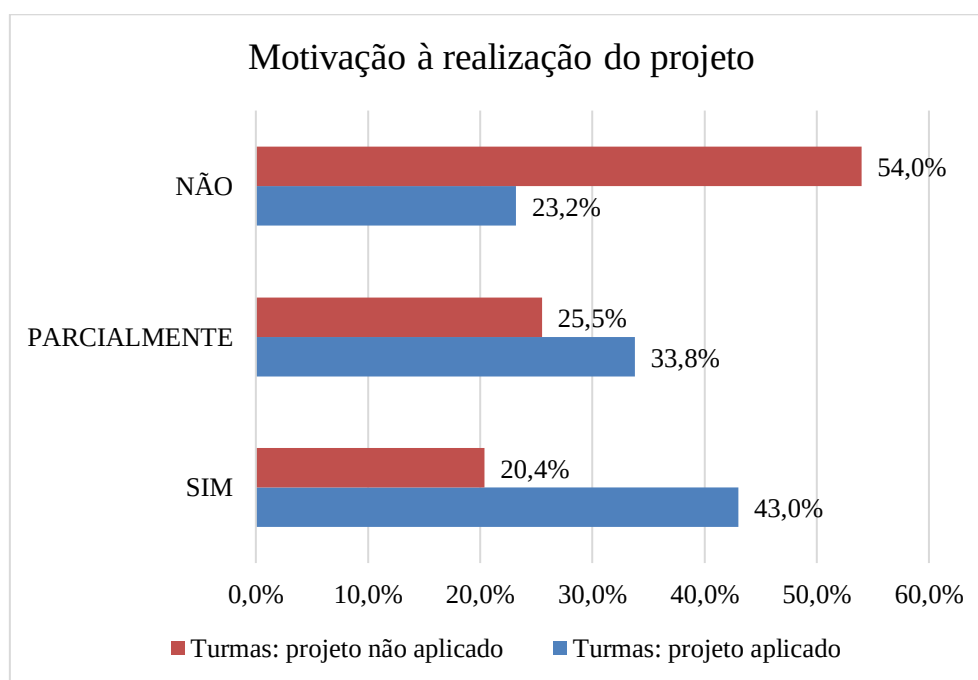
(B) Parcialmente.

(C) Não.

Fonte: Próprios autores (2016).

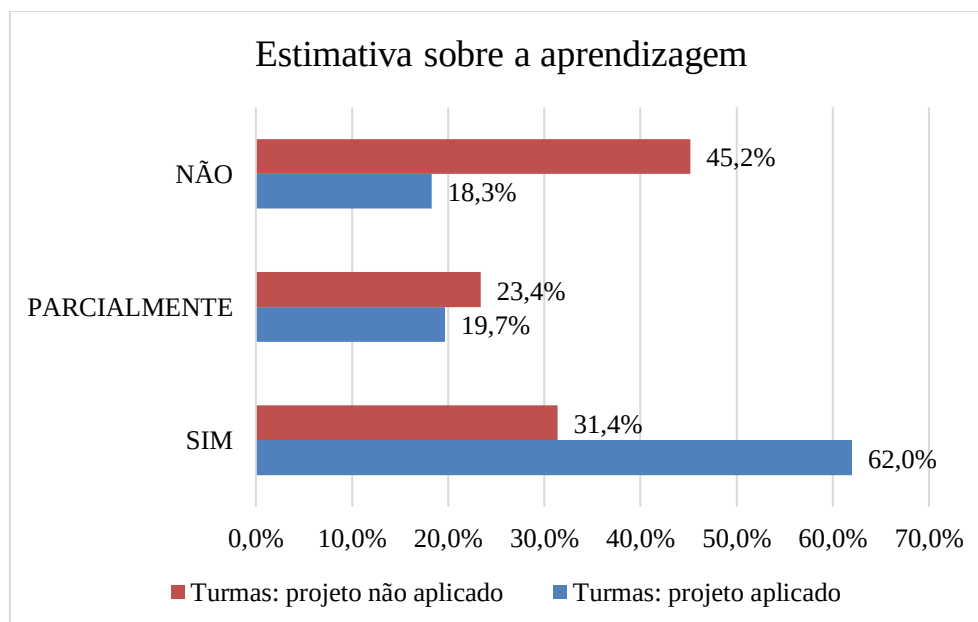
O Gráfico 1 mostra a motivação para a realização da tarefa dos dois grupos de estudantes, turmas onde o projeto não foi aplicado e turmas onde o projeto foi aplicado. Os estudantes que vivenciaram o projeto apontaram uma grande motivação, com pouco mais do dobro favorável à aceitação da metodologia empregada em relação ao grupo de estudantes que vivenciaram aulas tradicionais. Além da empolgação notada no decorrer da realização das atividades.

Gráfico 1 – Resultado da aplicação da questão 1 do Quadro 1.



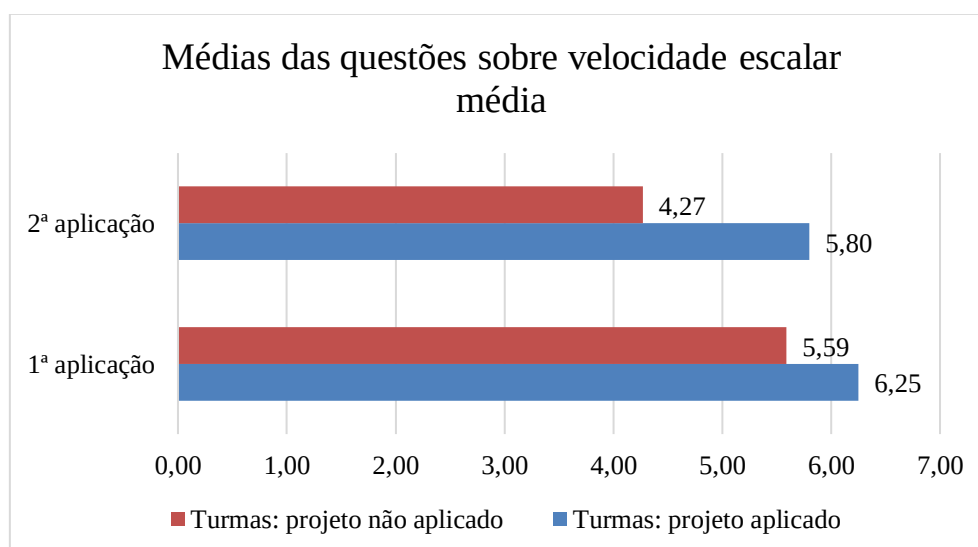
Fonte: Resultado da pesquisa (2016). Legenda: NÃO, PARCIALMENTE e SIM se referem às respostas dos alunos à questão 1 sobre a motivação para a realização do projeto.

O Gráfico 2 destaca os resultados referente à questão 2, quando questionados sobre suas aprendizagens acerca do tema trabalhado. Os estudantes se mostraram confiantes, como verificado nos percentuais. É provável que a aceitação da proposta de trabalho tenha influenciado o resultado desta questão. Daí a importância da aplicação das três questões relativas ao tema velocidade escalar média, pois em posse dessa aplicação é possível ter indícios mais concretos de que aconteceu uma maior aprendizagem nas turmas onde o projeto foi aplicado.

Gráfico 2 – Resultado da aplicação da questão 2 do Quadro 1.

Fonte: Resultado da pesquisa (2016). Legenda: NÃO, PARCIALMENTE e SIM se referem às respostas dos alunos à questão 2 sobre a estimativa do aprendizado acerca do conceito de velocidade escalar média.

O Gráfico 3 revela os resultados das três questões sobre velocidade escalar média, aplicadas em dois momentos. É notório que nas turmas em que o projeto foi aplicado há tanto um maior número de acertos quanto um menor declínio em relação a segunda aplicação do questionário. Nesta análise há fortes indícios de que aconteceu aprendizagem significativa, uma vez que os estudantes conseguiram manter informações com poucas perdas em um prazo razoável. Também é possível perceber que a proposta trouxe melhores resultados.

Gráfico 3 – Resultado das duas aplicações das três questões sobre o conteúdo.

Fonte: Resultado da pesquisa (2016).

Para que um trabalho tenha seus objetivos alcançados é essencial que o professor saiba executá-lo bem, que ele tenha conhecimento do que se ensina, daí a necessidade do professor está em constante formação (CARVALHO; GIL-PEREZ, 2011).

5.2 Projeto 2: O ensino da aceleração escalar média com o uso de aplicativo para *smartphone*⁴

A duração desse projeto foi de três aulas. Na primeira aula, os estudantes foram interrogados sobre quais conhecimentos prévios eles apresentavam na área. Após, foram apresentados materiais introdutórios (organizadores prévios) sobre conceitos de aceleração escalar média com resoluções de questões disponíveis no Guia de Projetos Educacionais (p. 64-65). “Para Ausubel, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deveria saber a fim de que o novo material pudesse ser aprendido de forma significativa” (MOREIRA, 2011a, p. 105). Ao final da aula, foi perguntado a viabilidade de parte dos estudantes conseguissem baixar o aplicativo Accelerometer Gauge em seus *smartphones* e que providenciassem um carrinho com cordões para transportar o aparelho.

Figura 4 – Alunos realizando as atividades com os *smartphones* nos carrinhos.



Fonte: Próprios autores (2016).

⁴ Resultados parcialmente apresentados na modalidade oral no XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física (2017), na Universidade de São Paulo (USP), São Carlos/SP, promovido pela Sociedade Brasileira de Física, com o título: “O ensino da aceleração média com o uso de aplicativo para *smartphone*”.

Na aula seguinte, foram compostos os grupos de estudantes variando de três a cinco integrantes por grupo, conforme a quantidade de aplicativos instalados. Foram conduzidos a quadra esportiva da escola (Figura 4), local em que eles foram orientados a realizarem o experimento que consistia em estimar a aceleração escalar média do carrinho ao ser puxado de maneira praticamente gradativa ao longo de uma distância previamente fixada e a responder dois itens de um questionário disponível no Guia de Projetos Educacionais (p. 67). O aplicativo fornecia os valores da velocidade instantânea e os integrantes se encarregavam de medir a velocidade inicial, velocidade final e o tempo de percurso. De posse dos dados eles atentavam ao que era solicitado no questionário. Essa ação se mostrou eficaz uma vez que os estudantes conseguiram associar o uso do aplicativo com os conceitos aprendidos na Física. Como afirmou Moreira (2011), duas são as condições para que a aprendizagem seja significativa, a primeira é que o material de aprendizagem deva ser potencialmente significativo e a segunda é que o estudante deva apresentar uma predisposição para aprender.

Na última aula, os estudantes compartilharam suas vivências sobre a execução do experimento e da resolução do questionário, apontaram as dificuldades, possíveis falhas, confeccionaram e apresentaram voluntariamente mapas conceituais sobre o tema. Nesta aula foi possível visualizar a empolgação dos estudantes em ter utilizado um espaço físico que não era o habitual e ainda fazer uso do aplicativo em seus *smartphones* durante a aula em uma atividade educacional. Esses dois pontos os motivaram à conclusão da tarefa.

Para verificar os resultados desse trabalho foi aplicado o projeto em quatro turmas de 1º ano (120 estudantes) e em outras quatro turmas de 1º ano (111 estudantes) foi trabalhado o conteúdo no mesmo tempo e com aulas tradicionais. O método de escolha das turmas seguiu critério semelhante ao do projeto sobre velocidade escalar média, sendo que desta vez foi conveniente e pedagogicamente melhor aplicar nas turmas (com média de rendimento escolar igual a 4,7 contra 4,5) que não haviam sido escolhidas anteriormente, já que o período observado era o mesmo. Além disso, essa permuta reforça ainda mais, juntamente com os resultados dos testes de conhecimento (Quadro 1 e 2), que a aplicação dos projetos tende a produzir resultados melhores do que os resultados de aulas tradicionais.

Para verificação da eficácia do projeto foi instigado nas oito turmas, no início do tratamento do tema, a confecção de mapas conceituais. E após uma semana da realização do projeto, foi aplicado um questionário com uma pergunta sobre a abordagem metodológica e duas sobre aceleração escalar média (Quadro 2), assim como solicitado a confecção de novos mapas conceituais.

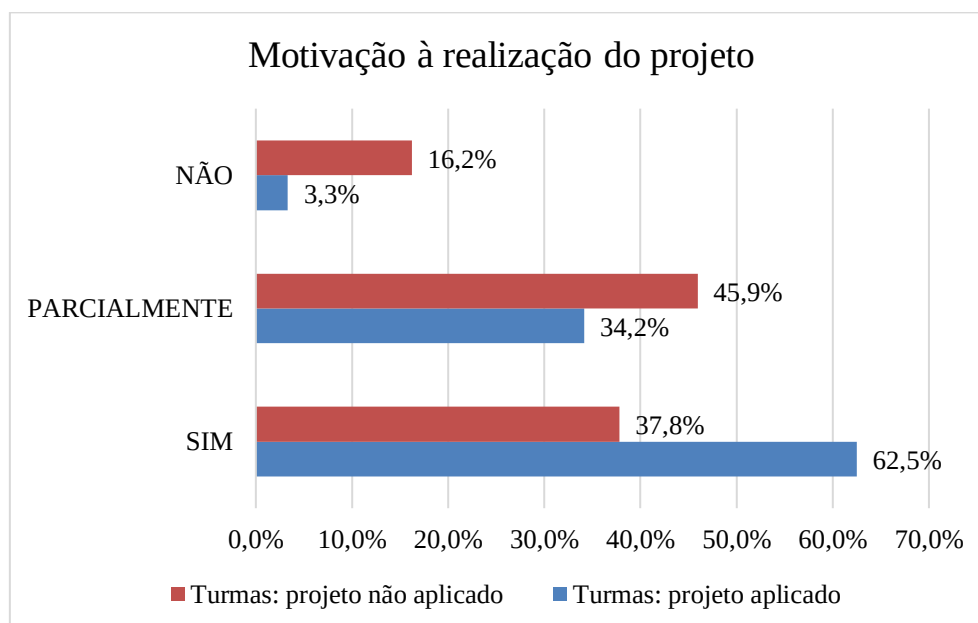
Quadro 2 – Questionário acerca do projeto sobre aceleração escalar média.

1. Mediante a abordagem, que foi empregada no decorrer das aulas, sobre aceleração escalar média, a atividade proposta pelo professor, o deixou motivado a resolvê-la? (A) Não. (B) Parcialmente. (C) Sim.
2. Qual a aceleração escalar média de um veículo que varia sua velocidade de 20 m/s para 30 m/s em apenas 2 segundos?
3. Um veículo é submetido a um teste de aceleração numa pista retilínea repleta de marcações. Ele passa pelo marco zero com velocidade de 12 m/s e passa pelo próximo marco 5 segundos depois com velocidade de 42 m/s. Admitindo que o aumento de velocidade foi gradual, determine a distância entre esses dois marcos.

Fonte: Próprios autores (2016).

A intenção foi de verificar a satisfação com a metodologia empregada e se houve indícios de uma aprendizagem significativa. O Gráfico 4 mostra a relação entre esse grau de satisfação nos dois grupos. Nele é notório a aceitação dos estudantes com 62,5% deles satisfeitos com a aplicação do projeto contra 37,8% que se mostraram satisfeitos com as aulas tradicionais.

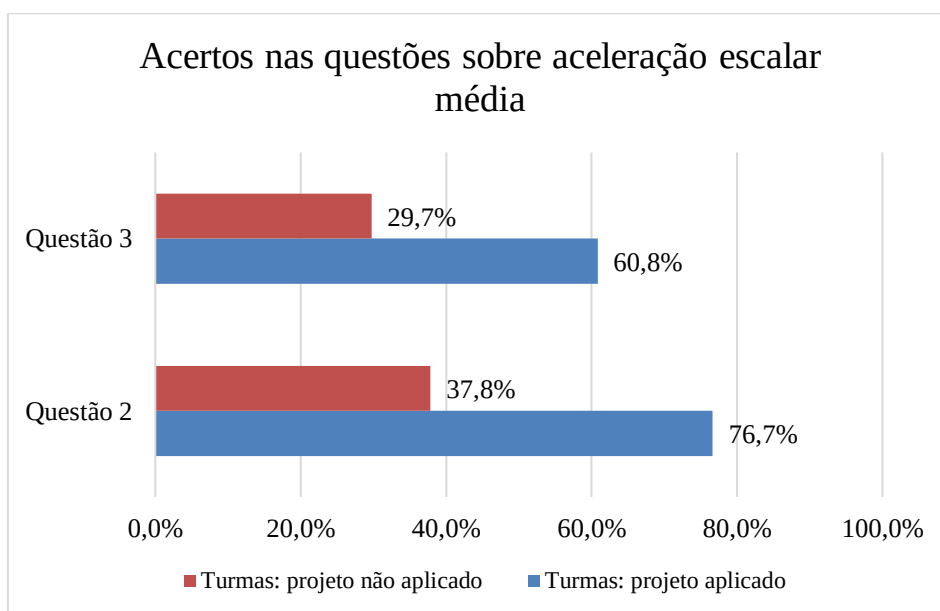
Gráfico 4 – Resultado da aplicação da questão 1 do Quadro 2.



Fonte: Resultado da pesquisa (2016). Legenda: NÃO, PARCIALMENTE e SIM se referem às respostas dos alunos à questão 1 sobre a motivação para a realização do projeto.

Para verificar se ocorreu aprendizagem significativa foi escolhido o método de comparação entre os acertos e erros dos dois grupos: turmas onde o projeto foi aplicado e turmas onde o projeto não foi aplicado. O Gráfico 5 mostra os acertos das questões relativas ao tema aceleração escalar média nos dois grupos. A análise revelou acertos impressionantes, com aproximadamente o dobro de estudantes se sobressaindo em relação às turmas onde o projeto não foi aplicado.

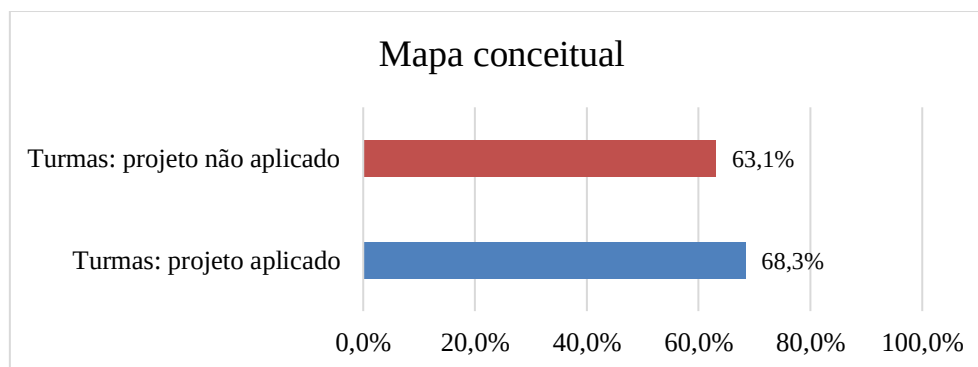
Gráfico 5 – Resultado da aplicação das questões 2 e 3 do Quadro 2.



Fonte: Resultado da pesquisa (2016).

O Gráfico 6 mostra o percentual de estudantes que tiveram uma evolução na segunda aplicação do mapa. Na comparação não foi feita uma correção se o mapa estava certo ou errado, mas sim se havia evidências de uma aprendizagem significativa. Assim, foi possível perceber a evolução por estudante no tocante a qualidade dos mapas. Os resultados não revelaram uma diferença acentuada entre os dois grupos de estudantes em relação à quantidade de mapas que apontaram evidências de uma aprendizagem significativa. É provável que o uso do próprio mapa conceitual nas turmas, onde o projeto não foi aplicado, tenha tornado a aula menos tradicional e impactado positivamente nestes percentuais.

Contudo, os resultados do questionário (Quadro 2) apresentados nos gráficos anteriores indicam a presença de aprendizagem significativa e da satisfação quanto à metodologia empregada no decorrer da execução do projeto.

Gráfico 6 – Evidências da aprendizagem significativa.

Fonte: Resultado da pesquisa (2016).

5.3 Projeto 3: Ensino de hidrostática aliado à diversidade metodológica⁵

A execução desse projeto aconteceu no tempo de seis aulas, em três turmas de 2º anos (104 estudantes). Foram trabalhados os temas pressão, densidade, vasos comunicantes, prensa hidráulica e empuxo. E, para efeito de comparação do processo de ensino e aprendizagem foi desenvolvido aulas tradicionais com exposições dos temas e resoluções de exercícios, no mesmo tempo, em outras três turmas de 2º anos (103 estudantes). A escolha das turmas que iriam participar deste projeto se deu de modo a tentar trabalhar com turmas de níveis de desempenho semelhante (média 5,8) ao nível das turmas que não iriam ser contempladas com este projeto (média 5,9), tomando como base as notas do rendimento escolar no período anterior à aplicação do projeto.

Figura 5 – Primeira aula do projeto sobre Hidrostática com uma das turmas.

Fonte: Próprios autores (2016).

⁵ Resultados apresentados na modalidade oral no Encontro de Física 2016, em Natal/RN, promovido pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), com o título: “Uma análise comparativa do ensino de Hidrostática aliado à diversidade metodológica na Escola de Ensino Médio São Francisco da Cruz”.

Na primeira aula, foi apresentado aos estudantes a proposta de trabalho como exposto no Guia de Projetos Educacionais. Eles embarcaram no compromisso de estudar os temas, exercendo o papel de protagonistas de seus aprendizados (Figura 5).

Nas cinco aulas seguintes, os estudantes exploraram vídeos com experimentos de hidrostática, se dividiram em grupos por afinidade com as tarefas, pesquisaram com orientações do professor como facilitador e apresentaram seus trabalhos envoltos a um clima de aprendizagem diferente do convencional (Figura 6). O contato inicial com exemplos de experimentos possibilitou aos estudantes um direcionamento sobre o que poderia ser pesquisado e como eles poderiam desenvolver seus trabalhos dentro dos grupos. De acordo com Heidemann, Araújo e Veit (2016) o uso de experimentos tem como meta colocar o estudante no centro da pesquisa, levá-lo a condição de protagonista no processo de investigação.

Figura 6 – Alunos apresentando as atividades do projeto sobre Hidrostática.



Fonte: Próprios autores (2016).

Na pesquisa, os estudantes se mostraram autônomos tanto em suas escolhas autodirigidas como na maneira pela qual interpretavam seus achados (Figura 7). O professor passou de um detentor de conhecimento para um facilitador que ajudava na tarefa como alguém com mais experiência, igualmente afirmou Rogers (1972). Essa etapa colocou os estudantes em contato direto com os problemas que alicerçaram os conhecimentos de hidrostática existentes, como a necessidade de nivelamento em embarcações e construções civis ou a otimização do uso de forças para o levantamento de cargas.

Figura 7 – Alunos pesquisando sobre experimentos de hidrostática no Laboratório de Informática da escola.



Fonte: Próprios autores (2016).

No universo de 104 estudantes é razoável que muitos não demonstrem talento para teatro, música ou pintura, daí a importância em proporcionar liberdade de escolha, ao mesmo tempo em que propicia aos dotados de talentos nesta área fazer uso correlacionando com o aprendizado em Física. Rogers (1986) constatou, ao relatar suas experiências em *workshops*, que é necessário preparar e oferecer o máximo de recursos à aprendizagem garantindo o máximo de liberdade de escolha.

No final das seis aulas foi aplicado nas seis turmas um questionário de quatro questões sobre hidrostática (disponíveis no Guia de Projetos Educacionais, p. 81-83), assim como uma pergunta extra sobre a satisfação com a metodologia empregada (Quadro 3).

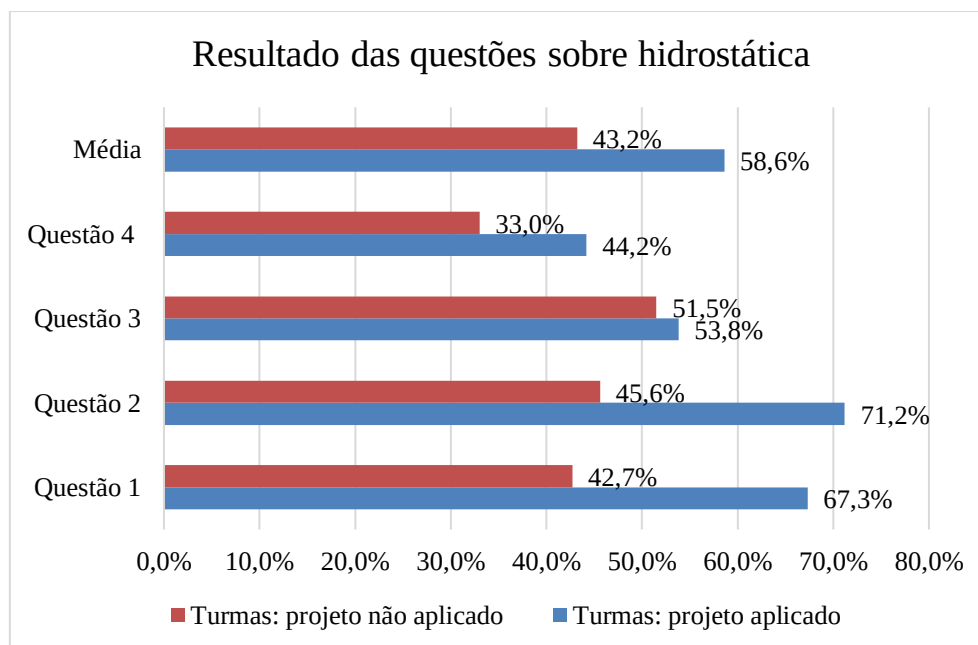
Quadro 3 – Questionamento sobre a satisfação com a metodologia.

A metodologia representa a forma como um dado conteúdo foi ministrado utilizando de um ou mais recursos didáticos como lousa, projetores multimídias, vídeos, experimentos, computadores, entre outros com a finalidade de chegar a um aprendizado. Numa escala de 1 a 5 como você atribui o grau de satisfação com a metodologia empregada no decorrer desse aprendizado sobre Hidrostática?

(A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 (E) 5

Fonte: Próprios autores (2016).

Para este questionamento os estudantes que participaram do projeto atribuíram uma média de 4,2 contra 3,1. O resultado aponta para uma satisfação quanto ao uso da metodologia empregada.

Gráfico 7 – Comparativo dos acertos entre os dois grupos de 2º ano.

Fonte: Resultado da pesquisa (2016).

Quanto ao resultado da aplicação referente as quatro questões sobre hidrostática (Gráfico 7), ele revela que houve um destaque no acerto das turmas em que o projeto foi aplicado, pontuando 58,6% de acertos contra 43,2% de acertos das questões nas turmas em que foram desenvolvidas aulas tradicionais. As duas primeiras questões, de caráter conceitual apresentaram índices de acertos mais elevados às turmas em que o projeto foi trabalhado, apontando à existência de informações coesas acerca do assunto na estrutura cognitiva dos estudantes.

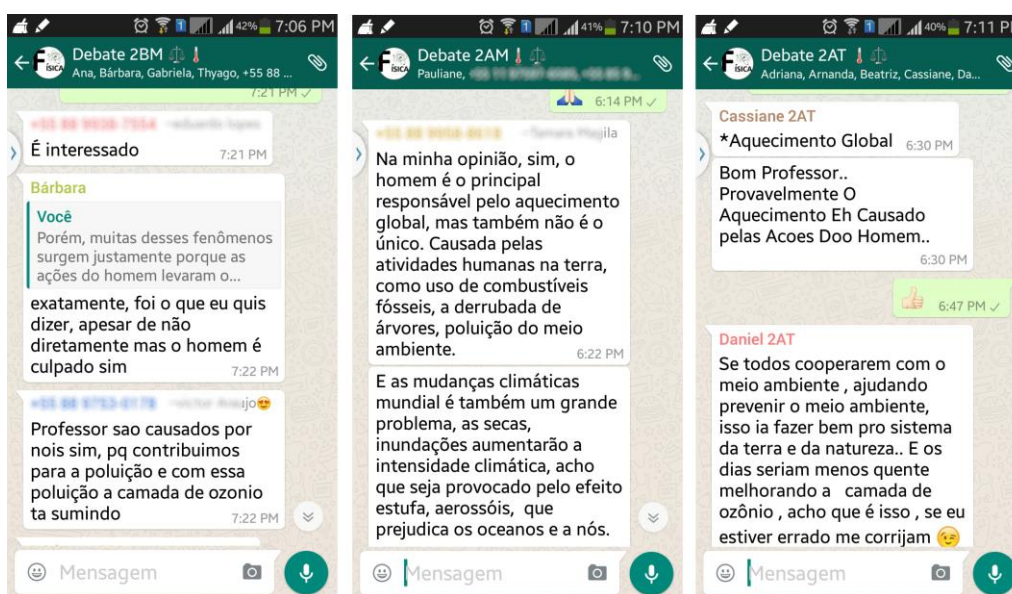
5.4 Projeto 4: O uso de WhatsApp para auxiliar no ensino da transmissão de calor e o meio ambiente

Na primeira aula, foi apresentado a proposta de trabalho e o tema para três turmas de 2º ano, ao todo 116 estudantes, escolhidas entre as turmas de desempenho mediano no que se referente ao rendimento escolar de períodos anteriores à aplicação do projeto. Em 15 minutos foi exemplificado os processos de transmissão de calor por condução, convecção e radiação. Em mais 30 minutos foi apresentado uma série de vídeos com informações importantes acerca do meio ambiente (*links* disponíveis no Guia de Projetos Educacionais, p. 89). Após esse momento foi discutido com a turma o meio mais adequado para que fosse possível a realização de um debate virtual, se por meio das redes sociais ou se pelo WhatsApp. Com grande vantagem

o WhatsApp foi o meio escolhido nas três turmas. Assim, um representante de cada sala ficou encarregado de criar um grupo próprio para o debate que teria início no contra turno com perguntas inicialmente lançadas pelo professor (perguntas disponíveis no Guia de Projetos Educacionais, p. 87).

O debate virtual seguiu até a aula seguinte, momento em que o professor fez um grande círculo de debate resgatando as discussões que haviam sido iniciadas no WhatsApp e que deram voz a alguns estudantes mais tímidos (Figura 8). Nesta segunda aula foi possível envolver os demais estudantes que não possuíam acesso à internet ou que não participaram do debate virtual. Foi mais um momento de conscientização e aprendizado que possibilitou aos envolvidos uma experiência satisfatória. Enquanto o debate fluía, os estudantes discutiram junto ao professor a resolução de quatro questões do Enem (disponíveis no Guia de Projetos Educacionais, p. 90-92), envolvendo o máximo de participantes nas discussões.

Figura 8 – Captura de trechos do debate no WhatsApp.



Fonte: Próprios autores (2016).

Para averiguar a opinião e satisfação dos estudantes quanto à aplicação do projeto foram feitas três perguntas (Quadro 4) de cunho pessoal.

Quadro 4 – Itens sobre a satisfação com a metodologia.

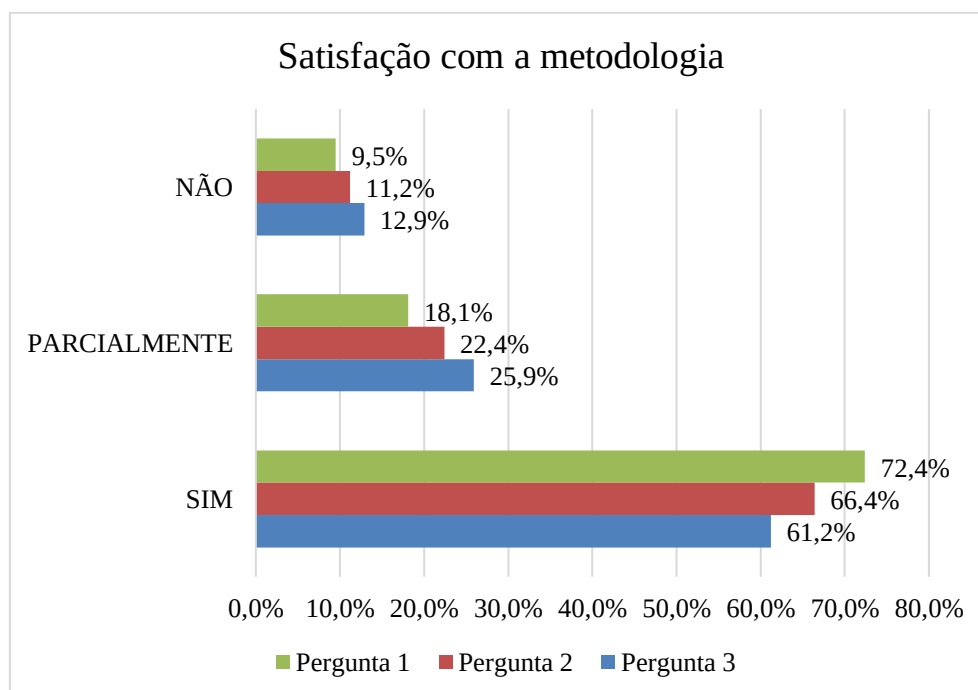
1. O uso de WhatsApp para auxiliar no ensino de transmissão de calor e o meio ambiente foi satisfatório, somando no processo de ensino e aprendizagem?
 - (A) Sim.
 - (B) Parcialmente.

(C) Não.
2. A forma como o tema “Transmissão de calor e o meio ambiente” foi abordado por todos mudou sua forma de encarar a natureza, implicando em um olhar mais cuidadoso para o meio ambiente? (A) Sim. (B) Parcialmente. (C) Não.
3. Você gostaria que esse formato de aula acontecesse mais vezes? (A) Sim. (B) Indiferente. (C) Não.

Fonte: Próprios autores (2016).

O Gráfico 8, que destaca a satisfação dos estudantes quanto à metodologia empregada, evidencia que o “sim” foi destaque para as três perguntas que os estudantes validaram. Tal resultado aponta para indícios de que a metodologia empregada atingiu o esperado, instigando mudanças de atitude e de conhecimento atrelado à utilidade de um aplicativo (WhatsApp) cujo uso é bastante disseminado entre os usuários de *smartphone*. Tal ferramenta enriqueceu o debate e proporcionou um ambiente de partilha a todos os envolvidos.

Gráfico 8 – Percentual da satisfação com a metodologia.



Fonte: Resultado da pesquisa (2016).

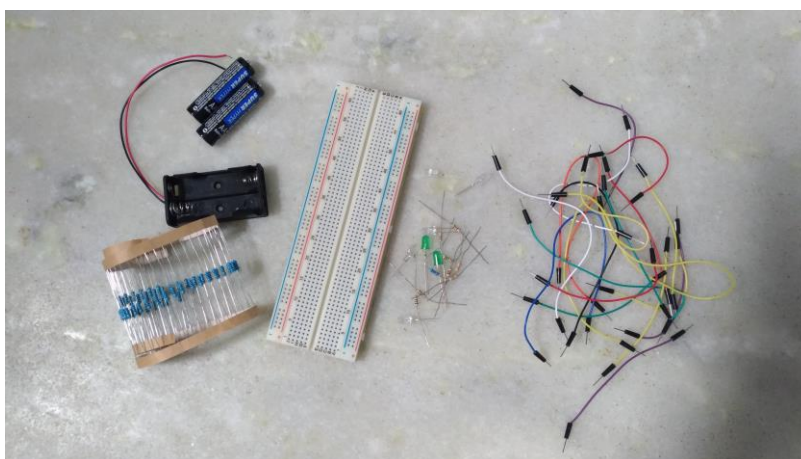
No intuito de diferenciar a metodologia da pesquisa para evitar a repetição do método, no que se refere a avaliação da aplicação dos projetos, foi optado por não fazer o comparativo entre turmas onde o projeto não foi aplicado e onde ele foi aplicado, como ocorreu nos três primeiros projetos. A abordagem rogeriana vivenciada e os resultados impressos no Gráfico 8 satisfazem o objetivo da pesquisa para esse projeto.

5.5 Projeto 5: Construindo circuitos elétricos

Inicialmente o professor expôs às turmas de 3ºano do Ensino Médio a definição de circuito elétrico, seus principais elementos e suas respectivas funções ao passo em que era feita a ligação com temas já trabalhados anteriormente, como corrente elétrica, associação de resistores, uso de multímetro, geradores e receptores elétricos. Temas tratados pelo professor como âncoras para o entendimento do assunto trabalhado. Ainda na primeira, aula foi apresentado um vídeo de 7 minutos que esclarecia como uma placa *protoboard* poderia ser utilizada através de uma montagem de um circuito elétrico.

Também foi apresentado como ferramenta opcional o aplicativo para *smartphone* com sistema operacional Android, o Resistor Code Calculator (Classificação Livre), que auxilia na determinação dos valores de resistências elétricas dos resistores que poderiam ser utilizados pelos estudantes. Ao final da aula, os estudantes receberam uma placa *protoboard* por equipe de quatro integrantes, assim como fios, resistores diversos e diodos emissores de luz (Figura 9). Em casa ou no contraturno eles puderam esquematizar seus circuitos, conseguir mais materiais e planejar as apresentações das equipes.

Figura 9 – Alguns elementos utilizados para a confecção dos circuitos elétricos.



Fonte: Próprios autores (2017).

Na segunda aula, algumas equipes com trabalhos já concluídos realizaram suas apresentações fazendo uso de multímetro e dos elementos que compunha cada circuito elétrico. As demais finalizaram as confecções dos circuitos e sanaram algumas dúvidas, tanto com o professor como na observação do rendimento dos colegas da turma (Figura 10). E por fim, na terceira aula, as demais equipes enceraram suas apresentações. Tanto as apresentações, como o circuito montado serviram como nota parcial de um dos períodos do ano letivo, previamente combinado com os estudantes.

Figura 10 – Equipe de alunos montando um circuito elétrico.



Fonte: Próprios autores (2017).

Para aplicar o projeto foi feita a escolha de três turmas de um total de sete turmas, consideradas medianas com base no rendimento escolar de períodos anteriores. Das três turmas (98 estudantes) que participaram do projeto, uma turma (35 estudantes), de rendimento acadêmico mediano dentre as três turmas, foi submetida ao questionário do Quadro 5. Entre estes últimos, quatro estudantes foram escolhidos aleatoriamente para uma entrevista sobre a execução dos trabalhos e o processo de ensino e aprendizagem.

Quadro 5 – Perguntas acerca da atividade sobre circuitos elétricos.

1. Quais foram suas impressões acerca da aula prática sobre circuitos elétricos?
2. O manuseio com os elementos de um circuito elétrico possibilitou alguma aprendizagem a mais em relação a uma aula tradicional? Justifique.
3. Seus conhecimentos sobre o tema agregaram na realização desta atividade prática? Justifique.

Fonte: Próprios autores (2017).

Oito estudantes não responderam à primeira pergunta. Um estudante se posicionou de forma neutra. Dois disseram ser a atividade um pouco complicada, mas que era interessante. E vinte e quatro estudantes se mostram satisfeitos quanto à atividade. Este resultado, aliado ao que foi presenciado nas apresentações das equipes, fornece evidências de que ocorreu aprendizagem significativa, ela “ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz” (MOREIRA, 2015, p. 161).

Quatro estudantes responderam “não” à segunda pergunta sem argumentação. Nove não responderam. E vinte e dois responderam “sim”, argumentando que o manuseio facilitou a aprendizagem. Relacionado com a maioria que respondeu sim, Lima e seus colaboradores (2013) relataram que aulas práticas proporcionam aos estudantes um significado próprio ao conteúdo aproximando-os do cotidiano e os motivando à aprendizagem.

Para a terceira pergunta, seis estudantes responderam “não”, sem argumentação. Dois responderam “um pouco”, sem argumentação. Dez não responderam. Dezesete responderam “sim”, em linhas gerais argumentando que a aula prática ajudou na compreensão do que foi estudado na teoria. Cada estudante apresenta sua limitação conforme o grau de conhecimentos prévios existente. Moreira (2015) afirmou que os subsunçores que existem na estrutura do ser humano pode ser amplo e bem desenvolvido, ou limitado e pouco desenvolvido, dependendo da regularidade com que acontece aprendizagem significativa associada a um dado subsunçor.

Os quatro estudantes entrevistados responderam positivamente às três perguntas anteriores e evidenciaram o sucesso da aplicação com argumentações acerca da aprendizagem proporcionada. Um dos entrevistados, por exemplo, colocou que o contato com equipamentos facilitou a interação entre a teoria e a prática e que o fato deles já terem estudado anteriormente sobre os elementos de um circuito facilitou ainda mais a aprendizagem.

As respostas a esse questionário mostram que uma das razões para a maioria dos estudantes não demonstrarem interesse pela Física no Ensino Médio tem relação com “a grande preocupação apenas com o cumprimento do conteúdo, as aulas expositivas tradicionais que privilegiam uma aprendizagem puramente mecânica, a falta de conexão do conteúdo com a realidade e o conhecimento prévio do aluno” (DUARTE, 2012, p. 527). Uma das razões para que esse projeto tenha sido bem aceito foi justamente porque ele trabalhou nestes pontos: diversidade metodológica, contextualização do conteúdo com a realidade e conhecimentos prévios considerados.

5.6 Projeto 6: O ensino da energia nuclear por meio de vídeos, animações e pesquisas

O projeto foi aplicado igualmente em seis turmas de 3º ano (199 alunos). Na primeira aula, das três utilizadas para a aplicação deste projeto, os alunos receberam a proposta de trabalho com explanação do professor acerca dos conceitos de fusão, fissão e meia vida. Foi utilizado uma animação sobre radioatividade e um vídeo de 8 minutos sobre o acidente nuclear envolvendo o césio 137 em Goiânia, ambos do Banco Internacional de Objetos Educacionais, seguidos de comentários dos alunos e professor. Ao final da aula os alunos receberam encaminhamentos de pesquisa a serem feitas acerca do tema: uso da energia nuclear no mundo e no Brasil; acidentes envolvendo a energia nuclear; vantagens e desvantagens do uso.

Figura 11 – Pesquisa sobre Energia Nuclear em dois espaços distintos.



Fonte: Próprios autores (2017).

Na segunda aula, os alunos continuaram as pesquisas em equipes de quatro a cinco integrantes no espaço disponibilizado pela escola com acesso à internet (Figura 11). O professor orientou as equipes a buscarem o máximo de informações que eles julgassem relevantes e que os pudessem nortear à construção de um pôster, breve apresentação oral à turma e elaboração de um relatório de pesquisa. A pesquisa estendeu-se para casa.

Na terceira aula, de início, algumas equipes concluíram as confecções dos pôsters e então os entregaram e apresentaram à turma. A apresentação oral evidenciou a aprendizagem significativa, haja visto que os alunos se expressaram livremente sobre suas posições diante do assunto, o que descobriram de novo e o que havia em comum nas formas conhecidas de energia. Moreira (2015) apontou que ao procurar evidências da aprendizagem significativa, deve-se evitar situações em que seja obtida apenas respostas mecanicamente memorizadas, devendo então, formular questões e problemas de forma diferente, não familiar, exigindo o máximo de

transformação do conhecimento adquirido. Isso, tanto foi possível na apresentação oral dos fôlderes, quanto no transcorrer da própria pesquisa.

Na elaboração do Relatório de Pesquisa, conforme modelo disponível no Guia de Projetos Educacionais (p. 107-108), os estudantes atingiram o objetivo de se envolver em uma atividade comum no meio acadêmico, mas que no Ensino Médio ainda apresentam maiores dificuldades quanto à sua confecção, com erros técnicos, de significado e de escrita. Essa atividade proporcionou uma excelente oportunidade para esclarecer aos estudantes, a respeito do uso de plágio nos trabalhos como um todo. Muitos deles cometem esse erro de forma não-intencional, como afirmou Santos (2014, p. 10) “o que geralmente acontece é uma falta de compreensão das formas corretas de citar, parafrasear, referenciar, desconhecem as regras de elaboração de trabalhos acadêmicos”.

Com a intenção de avaliar a proposta, os alunos foram convidados a responderem o questionário do Quadro 6. Além disso foram escolhidos quatro alunos, entre os que se destacaram na realização das tarefas, para serem entrevistados com base nas mesmas perguntas. Assim, foi possível notar a transformação e compreensão do conhecimento adquirido.

Quadro 6 – Perguntas acerca da abordagem no ensino da Energia Nuclear.

1. Quais foram suas impressões acerca das aulas sobre Energia Nuclear que envolveram pesquisas e construções de fôlderes?
2. É possível que algum ponto especial lhe tenha guiado para uma transformação cidadã. Se sim, descreva sobre as questões a seguir: a) Você se sentiu sensibilizado com os efeitos da radiação ou de seu uso maléfico? b) E quanto aos benéficos, algo lhe chamou atenção?
3. Você tinha algum conhecimento acerca da temática Energia Nuclear? Se sim, descreva um pouco.

Fonte: Próprios autores (2017).

Responderam efetivamente ao questionário, de caráter não obrigatório, 147 alunos. Para a primeira pergunta, 118 alunos se mostraram satisfeitos destacando de maneira geral que foi gratificante descobrir um pouco sobre a Energia Nuclear, seu processo de transformação nas usinas, as vantagens e desvantagens do seu uso.

Quanto às respostas à segunda pergunta, 107 alunos relataram evidências de que aconteceu aprendizagem significativa, uma vez que conseguiram exprimir suas ideias de forma a apontar com clareza as vantagens e desvantagem do uso da Energia Nuclear se reportando ao

zelo pelo meio ambiente com uso consciente de recursos naturais e aos cuidados com a vida. Com isso, eles também apontaram que o material aprendido é relacionável à sua estrutura cognitiva, se mostrando potencialmente significativo.

Para a terceira pergunta, 81 alunos afirmaram não ter algum conhecimento sobre a temática Energia Nuclear. Os demais apontaram saber da existência de alguns acidentes (36 alunos), sobre as bombas atômicas (19 alunos), sobre a utilização para se obter energia elétrica (11 alunos). Nenhum aluno apontou saber sobre os benefícios do uso na medicina, no diagnóstico ou cura de doenças, ou ainda no trato com o armazenamento de alimentos. As respostas a essa última pergunta apontaram que o conhecimento acerca do assunto ainda era um tanto quanto vago antes da aplicação do projeto.

O resultado da entrevista com os quatro alunos reforçou o geral coletado na aplicação do questionário escrito. Trouxe evidências de que o material se ajustou a conhecimentos que o aluno já detinha sobre energia e meio ambiente. O deslumbre em correlacionar tais assuntos, os fizeram atentar para o uso consciente da energia de forma responsável, numa visão política e administrativa. E apontaram pontos favoráveis à forma como o projeto foi desenvolvido junto aos alunos.

6 CONCLUSÕES

Neste trabalho foram apresentados os resultados da aplicação de seis projetos de acordo com o Guia de Projetos Educacionais para o Ensino de Física, com o propósito de investigar o quanto os estudantes podem ter uma aprendizagem significativa quando se adota metodologias diversificadas com uso de várias tecnologias como vídeos, animações, experimentos, pesquisas, paródias musicais ou encenações e aplicativos para smartphone como WhatsApp, Google Maps, Accelerometer Gauge e Resistor Code Calculator.

Permitir aos estudantes liberdade para aprender, resultou em colocá-los como protagonistas de seus aprendizados. No envolvimento dos projetos eles puderam interagir mais com o conhecimento e com o professor, diferenciando do que acontece nas aulas tradicionais. A abordagem com projetos fortaleceu a figura do professor como um facilitador que enxergou em cada estudante suas próprias convicções e aptidões, sendo possível guiá-los no processo de aprendizagem orientado por projetos alicerçados com predominância em duas importantes teorias da aprendizagem: Aprendizagem significativa, de David Ausubel e Aprendizagem centrada na pessoa, de Carl Rogers, o que agregaram objetividade aos trabalhos.

O professor é figura essencial no processo de ensino e aprendizagem, seus conhecimentos acerca dos conteúdos, sua personalidade e a maneira como ele conduz o processo são fatores externos aos estudantes que implicam em seus aprendizados. Os projetos apresentados no Guia de Projetos Educacionais foram pensados para facilitar o trabalho do professor em meio a essas diversidades. Suas aplicações possibilitaram ajustes que os tornaram viáveis nas peculiaridades do sistema de ensino.

Algumas dificuldades surgiram ao longo do processo. Nos projetos que envolviam pesquisas na internet, como os que abordavam o tema Hidrostática e Energia Nuclear, os estudantes tiveram dificuldades de acesso em dispositivos móveis, devido a falta de uma conexão estável com a internet na escola que proporcionasse um maior número de usuários conectados simultaneamente, no entanto a escola disponibiliza cerca de 40 *tablets* para uso educacional, além de um laboratório de informática precário, com apenas 12 computadores em estado de funcionamento. Para suprir esta carência foi ofertado aos estudantes materiais impressos na biblioteca da escola, previamente organizados pelo professor com uso de livros da própria biblioteca e de materiais com *links* disponíveis no Guia de Projetos Educacionais. Assim, os estudantes puderam reverter entre o uso da internet e dos materiais impressos, otimizando a velocidade de acesso com a rede, já que menos usuários ficavam conectados.

A experiência vivenciada com a aplicação dos projetos revelou ser preciso que mais ações semelhantes sejam feitas para tornar o Ensino de Física atraente e capaz de proporcionar aos estudantes conhecimentos duradouros. Não apenas o trabalho com projetos resolverá os problemas educacionais. Não se pode utilizar a fantástica concepção dos conceitos de projetos e fazer desta a solução da educação (NOGUEIRA, 2007). O próprio empenho do professor em permitir mudar sua prática e trazer algo novo para o cenário da sala de aula é fator primordial para a melhoria do ensino.

Rogers (1987) dizia que não podia ensinar a outra pessoa a maneira de ensinar. Os projetos educacionais não são receitas prontas para um ensino eficaz, se faz necessário que o professor se aproprie das ideias e manifeste interesse em executá-las, adaptá-las conforme sua realidade, ou mesmo criar outros completamente diferentes. Educar requer fazer uso desta prática. “Muitas atividades de ensino surgem naturalmente dentro do próprio projeto” (BENDER, 2014, p. 47). Por isso mesmo, os projetos propostos no Guia podem tomar formas diversas em meio a diferentes realidades.

Conclui-se, portanto, que o uso do Guia de Projetos Educacionais para o Ensino de Física aliados à diversidade metodológica, com foco na aprendizagem significativa e centralidade no estudante, revelou ser uma ação eficaz no despertar para o interesse em aprender física. Cada ser apresenta disposição para aprender de forma diferente. O que poderá ser sensacional para um, poderá não ser para o outro. Além disso, procurar conhecer o estudante e o que ele traz de conhecimentos prévios é o início da conquista de um ensino eficaz. Em cada um dos seis projetos pode-se perceber uma evolução significativa da aprendizagem, os resultados foram satisfatórios quando observados o desempenho dos estudantes nas questões que envolvem conteúdos, estímulo em participar das tarefas de cada projeto, interesse pela tecnologia, pelo uso adequado das ferramentas e dos instrumentos que estão mais próximos do seu cotidiano.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BATISTA, Irinéa de Lourdes; LAVAQUI, Vanderlei; SALVI, Rosana Figueiredo. Interdisciplinaridade Escolar no Ensino Médio por Meio de Trabalho com Projetos Pedagógicos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.13, n.2, p. 209-239, 2008. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/440/258>>. Acesso em: 29 out. 2016.

BENDER, William N. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CATTAL, Maria Dirlene da Silva; PENTEADO, Miriam Godoy. A formação do professor de Matemática e o trabalho com projetos na escola. **Ciência e Educação**, v.15, n.1, p. 105-120, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v15n1/v15n1a06.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2016.

DUARTE, Sergio Eduardo. Física para o Ensino Médio usando simulações e experimentos de baixo custo: Um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.29, n. Especial 1, p. 525-542, set., 2012.

ESPÍNDOLA, Karen. **A Pedagogia de Projetos como estratégias de ensino para alunos da educação de Jovens e Adultos**: em busca de uma aprendizagem significativa em Física. Porto Alegre: UFRGS, 2005. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufrgs.br/da.php?nrb=000523356&loc=2006&l=826f7388eb724ca5>>. Acesso em: 28 out. 2016.

FONSECA, Monaliza; MAIDANA, Nora L.; SEVERINO, Elizabeth; BARROS, Suelen; SENHORA, Glauco; VANIN, Vito R.. O laboratório virtual: Uma atividade baseada em experimentos para o ensino de mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, vol. 35, n. 4, 4503, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v35n4/a14v35n4.pdf>>. Acessado em: 27 dez. 2017.

FRANCO, Rodrigo da Silva; MARRANGHELLO, Guilherme Frederico; ROCHA, Fábio Saraiva da. Medindo a aceleração de um elevador. **Revista Brasileira de Ensino de Física**,

vol. 38, n.1, 1308, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v38n1/1806-9126-rbef-38-01-S1806-11173812097.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2016.

HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque; ARAÚJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica: Uma alternativa para a ressignificação das aulas de laboratório em cursos de graduação em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 38, n.1, 1504, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v38n1/1806-9126-rbef-38-01-S1806-11173812080.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

JESUS, V.L.B. de; SASAKI, D.G.G. Uma visão diferenciada sobre o ensino de forças impulsivas usando um smartphone. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, vol. 38, n. 1, 1303, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v38n1/1806-9126-rbef-38-01-1303.pdf>>. Acessado em: 25 dez. 2017.

LIMA, Jane Helen Gomes; SIQUEIRA, Ana Paula Pruner de; COSTA, Samuel. A utilização de aulas práticas no ensino de ciências: um desafio para os professores. **Revista Técnico Científica do IFSC**, v. 1, n. 5, p. 486, 2013.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011a.

_____. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, vol. 1(3), p. 25-46, 2011b.

_____. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, v. 1, n. 1, 2017.

_____. **Mapas Conceituais e aprendizagem significativa**. 1. ed. São Paulo: Centauro, 2010.

_____. **Teorias de Aprendizagem**. 2. ed. ampl. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária (E.P.U.), 2015.

MOURA, Dácio G.; BARBOSA, Eduardo F. **Trabalhando com projetos**. 8. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

MÜTZENBERG, Luiz André. **Trabalhos Trimestrais: Uma Proposta de Pequenos Projetos de Pesquisa no Ensino de Física**. Porto Alegre: UFRGS, 2005. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul,

Porto Alegre, 2005. Disponível em:

<<http://www.bibliotecadigital.ufrgs.br/da.php?nrb=000522969&loc=2006&l=b0828ca05dc01b98>>. Acesso em: 28 out. 2016.

NOGUEIRA, Nilbo Ribeiro. **Pedagogia dos projetos: uma jornada interdisciplinar rumo ao desenvolvimento das múltiplas inteligências**. 7. ed. São Paulo: Érica, 2007.

PELIZZARI, Adriana et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002. Disponível em: <<http://files.gpecea-usp.webnode.com.br/200000393-74efd75e9b/MEQII-2013-%20TEXTOS%20COMPLEMENTARES-%20AULA%205.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2017.

RAPOSO, Washington Luiz. História e Filosofia da Ciência na Licenciatura em Física, uma proposta de ensino através da pedagogia de projetos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 722-738, dez. 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2014v31n3p722/27991>>. Acesso em: 28 out. 2016.

REIS, Camilla Lima dos. **O desafio dos Pequenos Projetos de Física no Programa Adolescente Aprendiz**. Porto Alegre: UFRGS, 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/114830/000955698.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 28 out. 2016.

ROGERS, Carl R. **Liberdade para aprender**. 2. ed. Belo Horizonte, MG: Interlivros, 1972.

_____. **Tornar-se pessoa**. 2. ed. São Paulo, SP: Martins Fontes, 1987.

_____. **Um jeito de ser**. 4 ed. São Paulo, SP: EPU, 1986.

SALES, Vitor Cossich de Holanda. **Uma proposta para o Ensino de Hidrostática através de atividades investigativas com enfoque C-T-S**. Rio de Janeiro: UFRJ/IF, 2012. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Física, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2012_Vitor_Cossich/dissertacao_Vitor_Cossich.pdf>. Acesso em: 28 out. 2016.

SANTOS, Fábio Rocha. Plágio discente no Contexto da educação a Distância. **Revista Caleidoscópio**, v. 1, n. 6, p. 7-26, 2014. Disponível em: <<https://ojs.eniac.com.br/index.php/Anais/article/view/176/206>>. Acesso em: 20 out. 2017.

SOARES, Antonio Augusto et al. Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 3, p. 915-933, dez. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v32n3p915/30782>>. Acessado em: 26 dez. 2017.

SOUZA, Paulo Victor Santos. **Uma abordagem para os conceitos de velocidade e aceleração no ensino médio**. Rio de Janeiro: UFRJ/IF, 2011. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Física, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2011_Paulo_Victor_Souza/dissertacao_Paulo_Victor_Souza.pdf>. Acesso em: 28 out. 2016.

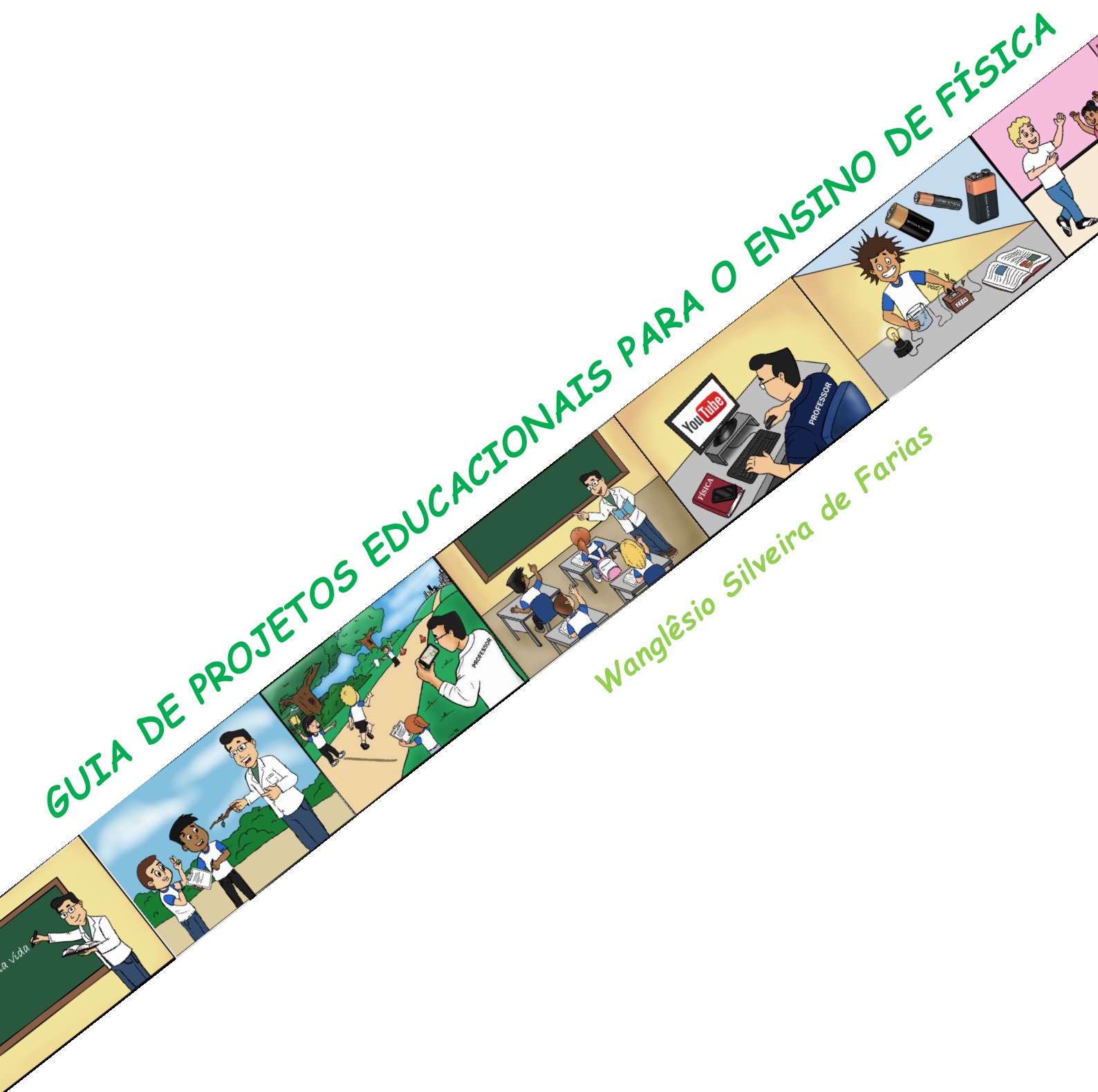
VIEIRA, Leonardo Pereira. **Experimentos de Física com Tablets e Smartphones**. Rio de Janeiro: UFRJ/IF, 2013. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Física, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2013_Leonardo_Vieira/dissertacao_Leonardo_Vieira.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2016.

VIGOTSKI, Lev Semenovich. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

APÊNDICE – GUIA DE PROJETOS EDUCACIONAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA

WANGLÊSIO SILVEIRA DE FARIAS

Produto Educacional associado à Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará em parceria com a Universidade Estadual Vale do Acaraú no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.



GUIA DE PROJETOS EDUCACIONAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA

Wanglêsio Silveira de Farias

*Orientador: Dr. George Frederick Tavares da Silva.
Coorientador: Dr. João Cláudio Nunes Carvalho.*

Sumário

Prefácio	54
ABORDAGEM DO CONCEITO DE VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA OBSERVANDO A NATUREZA	56
1 Apresentação	56
2 Referencial teórico	57
Velocidade escalar média	57
Questões resolvidas	57
3 Procedimentos metodológicos	58
4 Sugestão de avaliação	60
O ENSINO DA ACELERAÇÃO ESCALAR MÉDIA COM O USO DE APLICATIVO PARA SMARTPHONE	63
1 Apresentação	63
2 Referencial teórico	64
Aceleração escalar média.....	64
Equação de Torricelli	64
Questões resolvidas	64
3 Procedimentos metodológicos	65
Um pouco sobre mapas conceituais.....	68
4 Sugestão de avaliação	69
ENSINO DE HIDROSTÁTICA ALIADO À DIVERSIDADE METODOLÓGICA	72
1 Apresentação	72
2 Referencial teórico	73
Massa específica e densidade	73
Pressão.....	73
Teorema de Stevin: Vasos comunicantes	73
Princípio de Pascal: Prensa Hidráulica	74
Princípio de Arquimedes: Empuxo.....	75
3 Procedimentos metodológicos	76
4 Vídeos para a aula (13min)	79
5 Sugestões de sites	80
6 Sugestão de avaliação	81
O USO DE WHATSAPP PARA AUXILIAR NO ENSINO DA TRANSMISSÃO DE CALOR E O MEIO AMBIENTE	84
1 Apresentação	84

2 Referencial teórico	85
Formas de transmissão de calor	85
O meio ambiente	85
3 Procedimentos metodológicos	86
4 Vídeos para a aula (32min)	89
5 Sugestão de vídeo para o professor	89
6 Sugestões de sites	89
7 Sugestão de avaliação	90
CONSTRUINDO CIRCUITOS ELÉTRICOS.....	93
1 Apresentação	93
2 Referencial teórico	94
Circuitos elétricos	94
Exemplos de circuitos elétricos	95
3 Procedimentos metodológicos	96
4 Vídeo para a aula (7min)	98
5 Sugestões de vídeos para o professor	98
6 Sugestões de sites	99
7 Sugestão de avaliação	99
O ENSINO DA ENERGIA NUCLEAR POR MEIO DE VÍDEOS, ANIMAÇÕES E PESQUISAS	100
1 Apresentação	100
2 Referencial teórico	101
Meia-vida, Fissão Nuclear e Fusão Nuclear	101
Energia Nuclear	101
Acidentes Nucleares.....	102
Uso pacífico da Energia Nuclear	102
3 Procedimentos metodológicos	104
4 Vídeo para a aula (8min)	105
5 Sugestões de sites	106
6 Sugestões de avaliação	107
Referências Bibliográficas.....	109

Prefácio

Este livro é o produto educacional resultado de um trabalho desenvolvido durante o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física e destina-se ao uso no ensino médio, especialmente confeccionado para a disciplina de Física, visando uma abordagem metodológica diversificada com aulas expositivas, uso de pesquisas, discussões de vídeos, uso de aplicativos em *smartphones*, confecções de experimentos, paródias musicais e encenações. O objetivo é tornar o ensino de Física mais atraente fazendo uso de estratégias que conduzam o estudante a uma aprendizagem significativa, onde os conhecimentos adquiridos são aglutinados aos conhecimentos prévios do aprendiz (MOREIRA, 2011a). Para tanto, são disponibilizados seis projetos com tempo de execução variando de duas a seis aulas para cada um desses, mesmo tempo que normalmente é utilizado para a abordagem dessas temáticas. Entretanto, conforme disponibilidade de tempo, é importante que o professor reavalie a possibilidade de ampliá-lo de acordo com a necessidade e o envolvimento de cada turma.

Os projetos foram pensados para serem igualmente distribuídos entre as três séries do ensino médio. São abordados conceitos de velocidade e aceleração escalar média, noção de hidrostática, transmissão de calor, circuito elétrico e um pouco de Física Nuclear. Todos foram aperfeiçoados no ambiente escolar, no contato direto com os estudantes, onde alterações se concretizaram para tornar suas aplicações eficazes e compreensíveis ao uso comum no ensino de Física. Eles foram projetados para diversificar a forma de ensinar e atrair os estudantes para o gosto em aprender.

Em cada projeto é possível, além da apresentação do tema abordado, visualizar os recursos necessários para a sua execução, o referencial teórico e os procedimentos metodológicos. Ao final de cada projeto é disponibilizado uma sugestão de avaliação. Os recursos são acessíveis, de baixo custo e comuns no cotidiano do aluno ou no uso da escola.

Conforme divulgado pela Diretoria de Estatísticas Educacionais (2015), no Brasil em 2013, apenas 26,8% dos docentes que lecionavam a disciplina de Física no ensino médio regular possuíam formação específica. Tokarnia (2016), jornalista da Agência Brasil, afirmou que em 2015 a disciplina de Física deteve a pior situação, do total de 27.886 professores que lecionavam essa disciplina em 2015, 19.161 não tinham licenciatura na disciplina, o que equivale a 68,7% do total. Diante destes dados foi deduzido ser conveniente manter a seção referencial teórico em cada um dos projetos apresentados. Contudo, fica a critério do professor optar por utilizar outro material, como o livro didático, para se apoiar na teoria abordada.

As pesquisas nessa área apontam ser notório que o ensino de Física no Brasil ainda carece de ações que o torne menos tradicional. Diversas são as dificuldades dos estudantes em aprender. Isso varia de acordo com cada indivíduo. Apostar em uma variedade de recursos possibilita um maior alcance na aprendizagem de todos. Portanto, mais iniciativas dessas devem surgir para que o ensino de Física melhore no país.

1

ABORDAGEM DO CONCEITO DE VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA OBSERVANDO A NATUREZA**1 Apresentação**

A grandeza velocidade escalar média está muito presente no cotidiano de todos, nos meios de transporte, no processamento e na propagação de informações, ao se movimentar, ao fazer previsões sobre que horas chegará em determinado local, nas condições climáticas e nos movimentos dos corpos celestes. Medir essa grandeza pode levar o aluno a perceber os parâmetros que estão por trás de uma medição, como a escala adotada, condições de funcionamento do instrumento de medição, relação entre estímulo e resposta, faixa de medição, descrição e sensibilidade de alguns instrumentos de medição, tempo de resposta, exatidão na medida, repetitividade, erro de medição, entre outros. Notar o quão complexo ou simples pode ser o ato de medir é estimulante à aprendizagem. Ter contanto com a observação e a medição agrega sentido à teoria trabalhada nos livros.

O objetivo desse projeto é proporcionar ao educando, do primeiro ano do ensino médio, uma maneira diferente de aprender o conceito de velocidade escalar média em uma dimensão, pela observação da natureza e associação ao seu cotidiano, aliado à aula teórica e resolução de atividades.

Tempo estimado

Duas aulas.

Tema abordado

Velocidade escalar média.

Recursos necessários

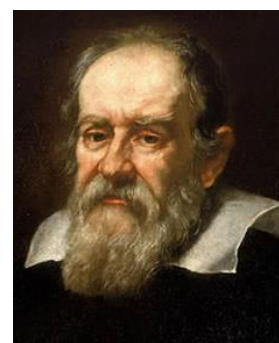
- Lousa e pincel;
- Cronômetros;
- Fitas métricas;
- Um *smartphone* ou computador com o aplicativo Google Maps;
- Lápis e blocos de anotações.

2 Referencial teórico

Velocidade escalar média

“Cabe a Galileu o crédito por ter sido o primeiro a medir velocidade levando em conta a distância e o tempo decorrido. Ele definiu a rapidez como a distância percorrida por unidade de tempo” (HEWITT, 2015, p. 41). Rapidez se refere a velocidade escalar.

Galileu Galilei⁶ (1564 – 1642) nasceu na cidade de Piza, Itália, iniciou o curso de medicina, onde criou um método preciso para medir o pulso dos pacientes usando pêndulo. Trocou medicina pelas ciências obtendo destaque na área de astronomia (ROCHA, 2002). É considerado um dos pais da mecânica, parte da Física que estuda os movimentos.



No planejamento de uma viagem, quase sempre o motorista procura saber qual o tempo que ela irá durar. A velocidade escalar média, ou rapidez média, pode ser definida pela expressão abaixo (HEWITT, 2015).

$$\text{velocidade escalar média (v}_m\text{)} = \frac{\text{distância total percorrida } (\Delta S)}{\text{intervalo de tempo } (\Delta t)}$$

Para o cálculo da velocidade escalar média deve ser considerado todo o tempo do trajeto, independentemente se o móvel realizou paradas ou não. Assim, se um ciclista percorre a distância de 720 metros entre a Igreja matriz e a Prefeitura Municipal de Cruz, em 5 minutos (300 segundos), incluindo 2 minutos que ele ficara parado, então a velocidade escalar média deste percurso levará em conta os 5 minutos, resultando em uma velocidade escalar média de 2,4 m/s. Note que o significado por trás da unidade de medida implica em dizer que o ciclista percorreu uma média de 2,4 metros a cada segundo.

Questões resolvidas

01. Qual foi a velocidade escalar média de um coelho que percorreu 84 m em 12 s? Nesse mesmo ritmo, ele faria 42 m em 6 s?

Resolução: Da equação da velocidade escalar média, encontra-se:

⁶ Foto disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/um-fisico-chamado-galileu-galilei.htm>>. Acesso em: 03 out. 2017.

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$v_m = \frac{84\text{m}}{12\text{s}} = 7\text{m/s}$$

Como a velocidade escalar média do coelho foi de 7 m/s, isso implica dizer que ele percorreu 7 metros em 1 segundo. Assim, em 6 segundos ele percorreria:

$$6\text{ s} \times 7\text{ m/s} = 42\text{ m.}$$

Então, para a última pergunta a resposta é sim.

02. Um motorista recebe a incumbência de levar uma encomenda no prazo de 30 minutos, a uma distância de 45 km. Ele fez com segurança os primeiros 20 km em 10 minutos. Ele conseguirá entregar a encomenda dentro do prazo estipulado, sem ultrapassar os limites de velocidade da rodovia que é 100 km/h?

Resolução: Assim, fica evidenciado que faltam 25 km e restam apenas 20 minutos para o motorista entregar a encomenda. Fazendo as conversões para hora,

$$\text{tempo} = 20\text{min} = \frac{20}{60} = \frac{1}{3}\text{h}$$

Encontra-se para a velocidade escalar média,

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{25\text{km}}{\frac{1}{3}\text{h}} = 75\text{km/h}$$

Com esse resultado dá para prever que ele conseguirá realizar a missão.

3 Procedimentos metodológicos

1ª aula: Identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes e explanação sobre o conceito de velocidade média, com exemplos de questões resolvidas pelo professor (cerca de 25 minutos). Orientação a procurar, em grupos de quatro, no entorno da escola, algo com movimento para que possam estimar a velocidade escalar média do fenômeno observado.

De início, em sala de aula, o professor tenta alavancar dos estudantes quais são seus conhecimentos acerca do tema velocidade média. A partir daí os estudantes receberão orientações sobre o conceito de velocidade média, com exemplos de questões resolvidas pelo professor e coerentes com a metodologia proposta. Em seguida serão orientados a procurar, no entorno da escola, algo com movimento para

que possam estimar a velocidade escalar média do fenômeno observado fazendo uso da razão entre o espaço percorrido e o tempo gasto.

Na realização da tarefa os estudantes poderão ser organizados em grupos de quatro e sempre supervisionados pelo professor, figura indispensável no processo de ensino e aprendizagem. Para auxiliar no processo de escolha do que observar, o professor pode sugerir que alguns grupos estimem o



Ilustração de Lucas Messias.

tempo necessário para uma caminhada a pé partindo da escola até uma cidade mais próxima. Para tanto, o grupo de alunos deve simular a caminhada com uma amostra de espaço percorrido para então conseguir determinar qual a velocidade escalar média de seus passos e obter o tempo estimado. Tal resultado pode ser avaliado pelo professor comparando o tempo estimado pelos estudantes com o apresentado pelo Google Maps, aplicativo que fornece detalhes de mapas, tráfego e imagens. Essa etapa busca despertar o interesse pela experimentação, pela observação, instigar notoriamente como o ato de medir pode interferir no resultado obtido e como a persistência deve fazer parte desse processo.

Nessa etapa, o professor já pode estimular os estudantes a pensarem na definição de velocidade instantânea como sendo a velocidade escalar média de um espaço percorrido em um intervalo de tempo infinitesimal.

2ª aula: Apresentação e discussão dos resultados obtidos pelos alunos. Aplicação de questionários individuais somados ao processo avaliativo.

Na aula seguinte, as equipes apresentarão o resultado de suas observações ao grande grupo. Nesse momento, o professor poderá tecer perguntas com a intenção de enriquecer o processo de ensino e aprendizagem e em seguida aplicar a avaliação sobre o tema abordado.



Os estudantes poderão apresentar dificuldades em conseguir medir o movimento de alguns corpos, especialmente os que não se movem em trajetória retilínea, como o movimento de uma formiga. Para facilitar a medição da velocidade escalar média pode ser usado um graveto como suporte para a formiga, ou ainda poderia ser utilizado um barbante esticado como pista para a formiga e assim medir o espaço percorrido pelo comprimento do mesmo. Mas o interessante seria que o estudante por si só criasse suas próprias estratégias.



Ilustração de Lucas Messias.

Outra dica interessante é o professor analisar a viabilidade do professor de Educação Física fazer uma parceria envolvendo os alunos em uma corrida de 100 metros. Na ocasião, os alunos mediriam o tempo e a velocidade escalar média dos participantes comparando os resultados com os dos atletas mais rápidos do mundo, como é o caso do Jamaicano Usain Bolt, que atingiu a marca de 9s81 na prova dos 100 m rasos na Olimpíada do Rio 2016 (o recorde mundial é dele próprio 9s58).

4 Sugestão de avaliação

A temática abordada aqui costuma ser avaliada junta a outras temáticas da Física, até mesmo pela distribuição da carga horária deste componente curricular no ensino médio. Daí a razão de apresentar apenas três questões para compor a avaliação. No preparo das questões é interessante que o professor insira no contexto situações do cotidiano dos estudantes, como a própria vivência do projeto (exemplificado na questão 02) ou a localidade em que eles vivem (questão 03). Essa conexão justifica o trabalho desenvolvido com a relevância para o mundo em que o estudante está inserido.

01. (Enem 2012) Uma empresa de transportes precisa efetuar a entrega de uma encomenda o mais breve possível. Para tanto, a equipe de logística analisa o trajeto desde a empresa até o local da entrega. Ela verifica que o trajeto apresenta dois trechos de distâncias diferentes e velocidades máximas permitidas diferentes. No primeiro trecho, a velocidade máxima permitida é 80km/h e a distância a ser

percorrida é 80km. No segundo trecho, cujo comprimento vale 60km, a velocidade máxima permitida é 120km/h. Supondo que as condições de trânsito sejam favoráveis para que o veículo da empresa ande continuamente na velocidade máxima permitida, qual será o tempo necessário, em horas, para a realização da entrega?

(A) 0,7.

(B) 1,4.

(C) 1,5.

(D) 2,0.

(E) 3,0.

Resolução: É necessário encontrar os tempos de cada trajeto e somar. No primeiro trajeto o tempo será de 1 h, já que são 80 km percorridos a uma velocidade escalar média de 80km/h. Para determinar o tempo no segundo trajeto a equação da velocidade escalar média indica que:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$120 = \frac{60}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{60}{120} = 0,5h$$

Assim, o tempo total será, $\Delta t_{\text{total}} = 1h + 0,5h = 1,5h$

Resp.: C

02. O professor de Física aplicou um projeto sobre velocidade escalar média aos seus alunos. Um dos objetivos era encontrar, no entorno da escola, algo dotado de movimento para que eles pudessem estimar a velocidade escalar média do que foi observado. Na prática, uma equipe de estudantes notou que uma formiga percorreu 60,0 cm em 9,0 s. Outra equipe verificou que uma lagarta percorreu 40,0 cm em 7,0 s. Do observado, a mais rápida ao longo do trajeto foi:

(A) A lagarta, com velocidade escalar média de 6,7 cm/s.

(B) A lagarta, com velocidade escalar média de 5,7 cm/s.

(C) A formiga, com velocidade escalar média de 6,7 cm/s.

(D) A formiga, com velocidade escalar média de 5,7 cm/s.

(E) Ambos apresentam a mesma velocidade escalar média.

Resolução: Faz-se uso da equação a seguir para determinar a velocidade escalar média da formiga e do lagarto, em separado.

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$v_m \text{ da formiga} = \frac{60,0}{9,0} \cong 6,7 \text{ cm/s}$$

$$v_m \text{ do lagarto} = \frac{40,0}{7,0} \cong 5,7 \text{ cm/s}$$

Resp.: C

03. A viagem entre Cruz e Sobral, cidades do Ceará separadas por uma distância de 120,0 km por rodovias, normalmente é feita de carro no tempo de 1h e 40min. Entretanto, Hangel adicionou a esse tempo 20,0min, devido a um incidente que o fez parar. Assim, considerando esses tempos como os praticados por Hangel, qual foi a velocidade escalar média empregada nesse trajeto? Expresse esse valor em m/s e em km/h.

Resolução: A questão exige que o estudante compreenda que o tempo de parada do veículo também entra no cálculo da velocidade escalar média. Assim,

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$
$$v_m = \frac{120\text{km}}{2\text{h}} = 60,0\text{km/h}$$

Como 1km=1000m e 1h=3600s, o aluno pode dividir o valor por 3,6 para encontrar a velocidade escalar média em m/s,

$$v_m = \frac{60}{3,6} \cong 16,7\text{m/s}$$

Logo, a velocidade escalar média foi de, aproximadamente, 16,7m/s. O mesmo que 60,0km/h.

2 O ENSINO DA ACELERAÇÃO ESCALAR MÉDIA COM O USO DE APLICATIVO PARA SMARTPHONE

1 Apresentação

O projeto é voltado para turmas do 1º ano do ensino médio, tendo como objetivo o ensino da aceleração escalar média, fazendo uso de um aplicativo para *smartphone* com sistema operacional Android. A proposta visa colocar o estudante como sujeito ativo na observação e condução do experimento, tornando-o capaz de determinar a aceleração escalar média e aprimorar as habilidades de argumentação. Sendo capaz de se envolver e aprender em uma atividade que une a teoria com a prática, levando-o a interpretar o fenômeno, evidenciar a importância da observação na ciência e reavaliar sua conduta como protagonista de seu aprendizado.

Tempo estimado

Três aulas.

Tema abordado

Aceleração escalar média.

Recursos necessários

- Lousa e pincel;
- Cronômetros;
- *Smartphone* com sistema operacional Android;
- Aplicativo Accelerometer Gauge, ou similar;
- Carrinho com capacidade para transportar o *smartphone*;
- Fitas métricas;
- Lápis e blocos de anotações.

2 Referencial teórico

Aceleração escalar média

“Podemos alterar a velocidade de alguma coisa mudando a rapidez de seu movimento, sua orientação ou ambos, rapidez e orientação. Essa mudança na velocidade chama-se aceleração” (HEWITT, 2015, p. 43).

$$\text{aceleração escalar média } (a_m) = \frac{\text{variação da velocidade } (\Delta v)}{\text{intervalo de tempo } (\Delta t)}$$

$$a_m = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

O termo aceleração tanto é usado para designar aumento de velocidade como diminuição. No caso da diminuição de velocidade também é comum o termo desaceleração ou aceleração retardadora (HEWITT, 2015). Nesse caso, o valor da aceleração é acompanhado de um sinal negativo.

Equação de Torricelli

Como apresentado em Martini (2016), as equações horárias da velocidade e do deslocamento de um corpo são:

$$v = v_0 + at ; \Delta S = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

Isolando “t” (que representa o tempo) e combinando as duas equações, obtém-se a equação que independe do tempo, conhecida como equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$$

Em que “v” é a velocidade final; “v₀” a velocidade inicial; “ΔS” o espaço percorrido e “a” a aceleração escalar. No Sistema Internacional de Unidades (SI) a aceleração é expressa em m/s². Por exemplo, uma aceleração de 10 m/s² implica dizer que a cada segundo a velocidade do móvel varia 10 m/s.

Questões resolvidas

01. Qual a aceleração escalar média de um móvel que parte do repouso e atinge a velocidade de 15,0 m/s em 8,0 s? O que o resultado dessa aceleração significa?

Resolução: Da equação da aceleração escalar média, encontra-se:

$$a_m = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

$$a_m = \frac{15 - 0}{8 - 0}$$

$$a_m = 1,9\text{m/s}^2$$

A aceleração escalar média é de $1,9 \text{ m/s}^2$. O resultado significa que, em média, a cada segundo a velocidade do móvel aumenta sua velocidade em $1,9 \text{ m/s}$.

02. Um veículo passa pelo marco zero com velocidade de $10,0 \text{ m/s}$, após $20,0$ segundos ele atinge a velocidade de $12,0 \text{ m/s}$. Determine a aceleração escalar média desse veículo e o espaço percorrido.

Resolução: Para o cálculo da aceleração média, tem-se que:

$$a_m = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

$$a_m = \frac{12 - 10}{20 - 0}$$

$$a_m = 0,1\text{m/s}^2$$

Para o cálculo do espaço percorrido, faz-se uso da equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$$

$$12^2 = 10^2 + 2 \cdot 0,1 \cdot \Delta S$$

$$144 = 100 + 2 \cdot 0,1 \cdot \Delta S$$

$$\Delta S = \frac{44}{0,2} = 220,0\text{m}$$

Logo, a aceleração média foi de $0,1\text{m/s}^2$ e o espaço percorrido foi de $220,0\text{m}$.

3 Procedimentos metodológicos

1ª aula: Investigação sobre o que o estudante já sabe acerca do conteúdo e explicação sobre aceleração escalar média com conceitos e resoluções de atividades. Orientações aos estudantes para a próxima aula.

Na primeira aula sobre aceleração escalar média, o professor conduz sua aula interrogando os estudantes sobre quais são os conhecimentos prévios acerca do tema que eles já detêm e segue com materiais introdutórios sobre o conceito e resoluções de exercícios (similares ou iguais ao proposto no Referencial teórico). Ao final dessa primeira aula, o professor sonda na turma a viabilidade de que os estudantes possam baixar o aplicativo Accelerometer Gauge em seus *smartphones*, providenciar um

carrinho de brinquedo capaz de movimento e de transportar, por curtas distâncias, o *smartphone* (Ver dica no final desta seção). Não parece ser essa uma tarefa difícil, já que a maioria deles possuem um *smartphone*, mas não há necessidade de que todos tenham um, com 25% da turma providenciando já é o suficiente. O aplicativo, que é de classificação livre, consegue medir a velocidade instantânea até o limite de 10m/s, independentemente da posição do *smartphone*, que será a função dele no experimento.



Ilustração de Lucas Messias.

2ª aula: Orientação da proposta. Condução da turma para um ambiente adequado à realização do experimento.

Na segunda aula, em posse dos materiais necessários, o professor divide a turma em grupos de quatro alunos ou mais, conforme disposição de materiais, e os conduz a um ambiente em que eles possam colocar os carrinhos em movimento aumentando gradativamente a velocidade com o intuito de conseguir uma aceleração praticamente constante. Os carrinhos podem ser movidos por simples aplicação direta de força através de um cordão. E assim, o professor solicita aos alunos que testem seus experimentos em duas situações.

Na primeira situação (Figura 2.1), o professor orienta para que coloquem o carrinho em movimento a partir do repouso. Um dos alunos se encarrega de guiar o carrinho junto com o *smartphone* e com o aplicativo ligado. Outro aluno da equipe deve registrar o tempo necessário para o percurso escolhido (sugere-se um valor de 5m a 10m). Um terceiro aluno registra em um bloco de anotações a velocidade final visualizada no *smartphone*. O quarto aluno se encarrega de acompanhar todo o processo em busca de possíveis falhas para, se necessário, refazerem o experimento. É importante observar que as velocidades dos carrinhos tendem a serem diferentes em cada medida, as falhas que podem ser detectadas pelos alunos estão no que diz respeito ao tempo de marcação das velocidades no momento em que o carrinho passa pelo marco fixado, bem como as marcações do próprio tempo. Em posse dos dados,

os membros de cada equipe se reúnem para estimar a aceleração escalar média e discutir os resultados.

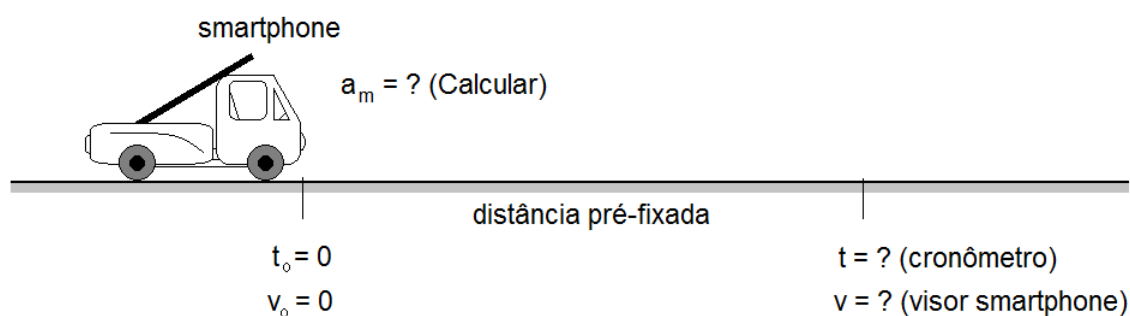


Figura 2.1. Esquema para situação I. Fonte: Próprios autores (2016) (Criada no Paint Microsoft Windows).

Na segunda situação, o professor orienta que os estudantes refaçam a primeira situação, só que alterando a velocidade inicial do carrinho de zero para outro valor. E, com os dados em mãos, os membros de cada equipe discutirão os resultados fazendo o comparativo das situações.

É importante que cada equipe respondam as questões 01 e 02 (Quadro 2.1), para que eles possam argumentar sobre seus resultados se envolvendo em uma aprendizagem significativa.

Quadro 2.1. Questionário.

01. Que conclusão você pode chegar acerca das acelerações escalares médias encontradas nas situações I e II? Qual delas apresentou maior intensidade de aceleração e porquê?

02. Verifique se o espaço percorrido, nas situações I e II, condiz com o esperado pela equação de Torricelli.

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$$

Argumente possíveis fatores que levaram a distorções dos resultados.

Fonte: Próprios autores (2016).

Na questão 01, se espera que a equipe consiga entender o significado de aceleração escalar média, que seja possível entender que a aceleração está relacionada a mudança de velocidade, e que, portanto, se essa mudança é pequena, a aceleração também será. Já na questão 02, o que se espera é que a equipe possa entender que os valores obtidos dificilmente condizem com a realidade, mas que devem ser aproximados, já que a medição do tempo e o sincronismo com a medição

da velocidade podem apresentar falhas que levam a isso. Na determinação do espaço, pela equação de Torricelli, além de trabalharem suas habilidades matemáticas, as equipes poderão verificar as distorções dos resultados com o esperado pela teoria, e também dar mais significado ao uso das equações dentro do conhecimento físico, já que estão utilizando em situações vivenciadas.

3ª aula: Discursões dos resultados pelos alunos e professor. Momento para a construção e apresentação de mapas conceituais.

Na terceira aula, as equipes apresentam seus resultados para a turma, relatam suas observações e considerações. O professor conduz o momento com intervenções necessárias para fomentar a uma aprendizagem significativa e, por fim, solicita a turma que cada aluno elabore um mapa conceitual sobre o assunto abordado e escolhe alguns voluntários para apresentar os seus mapas.

Um pouco sobre mapas conceituais

Sobre os mapas conceituais, Moreira (2011a, p. 133) alerta que:

... nunca se deve esperar que o aluno apresente na avaliação o mapa conceitual “correto” de um certo conteúdo. Isso não existe. O que o aluno apresenta é o seu mapa e o importante não é se esse mapa está certo ou não, mas sim se ele dá evidências de que o aluno está aprendendo significativamente o conteúdo.

Moreira (2011a) conceitua mapas conceituais como diagramas que apontam relações entre conceitos ou entre palavras que representam conceitos. “Mapas conceituais foram desenvolvidos para promover a aprendizagem significativa” (MOREIRA, 2011a, p. 132).

Outro ponto importante que Moreira (2010) aponta é que os mapas conceituais devem ser apresentados por quem o fez, a pessoa, seja um professor ou um estudante, externaliza os significados e favorece ainda mais a aprendizagem significativa.

A Figura 2.3 revela um exemplo de um mapa conceitual sobre aceleração escalar média.

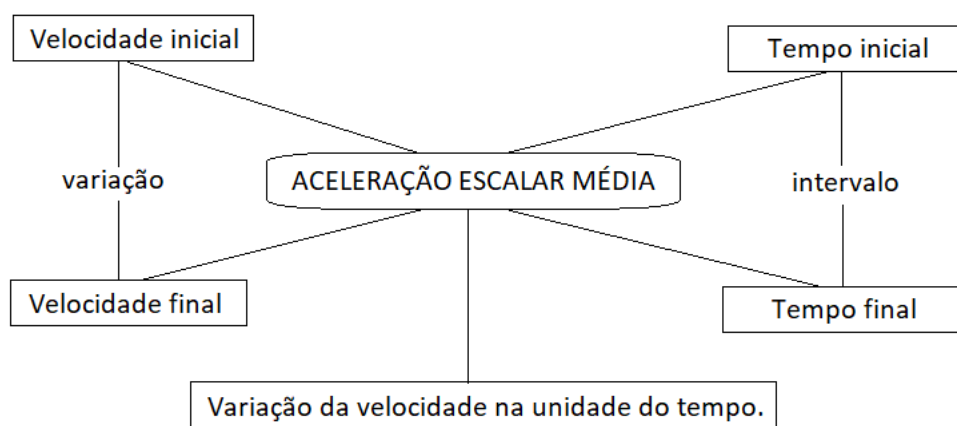


Figura 2.3. Exemplo de um mapa conceitual. Fonte: Próprios autores (2016) (Criada no Paint Microsoft Windows).



Os estudantes poderão improvisar um carrinho fazendo uso de uma caixa de papelão e um pedaço de barbante (ou similar), de modo que a caixa possa transportar o *smartphone*.



Próprios autores (2016).

4 Sugestão de avaliação

A avaliação poderá ser feita a partir das respostas dos alunos nos questionários e também pelas confecções dos mapas conceituais. O professor poderá solicitar que as equipes entreguem ao final do momento, ou posterior, suas respostas consolidadas, bem como questões do livro didático usado em sala, selecionadas pelo professor, ou ainda poderá aplicar o questionário a seguir.

01. A aceleração da gravidade é praticamente constante nas proximidades da Terra e tem valor próximo de $9,8 \text{ m/s}^2$ quando ao nível do mar. Isso significa que um corpo em queda livre, quando se despreza a resistência do ar, varia sua velocidade em $9,8 \text{ m/s}$ a cada segundo. Nessas circunstâncias, se um corpo for abandonado do alto de um prédio e chegar ao solo após $8,0$ segundos, qual seria a velocidade na iminência do impacto?

Resolução: Pelo exposto no contexto a aceleração da gravidade pode ser considerada uma aceleração média, já que esse valor quase não varia em pequenas altitudes. E a velocidade inicial (v_0) será nula, pois o corpo foi largado. Para resolver a questão basta substituir as grandezas, fazer $t_0 = 0$ e determinar o valor de v na equação,

$$a_m = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

$$9,8 = \frac{v - 0}{8 - 0}$$

$$v = 78,4 \text{ m/s}$$

Nas circunstâncias expostas em que é desprezada a resistência do ar, a velocidade na iminência do impacto é $78,4 \text{ m/s}$ (equivalente a $282,2 \text{ km/h}$).

02. Qual a aceleração escalar média de um veículo que varia sua velocidade de 20 m/s para 30 m/s em apenas 2 segundos?

Resolução: Para o cálculo da aceleração escalar média usa-se a equação:

$$a_m = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

$$a_m = \frac{30 - 20}{2 - 0}$$

$$a_m = \frac{10}{2} = 5 \text{ m/s}^2$$

Logo, a aceleração escalar média desse veículo é 5 m/s^2 .

03. Um veículo é submetido a um teste de aceleração numa pista retilínea repleta de marcações. Ele passa pelo marco zero com velocidade de 12 m/s e passa pelo próximo marco, 5 segundos depois com velocidade de 42 m/s . Admitindo que o aumento de velocidade foi gradual, determine a distância entre esses dois marcos.

Resolução: Para determinar a distância entre os dois marcos, precisa-se calcular o valor de ΔS na equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$$

Porém, antes precisa-se determinar a aceleração escalar média, fazendo:

$$a_m = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

$$a_m = \frac{42 - 12}{5 - 0} = \frac{30}{5} = 6\text{m/s}^2$$

E assim,

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$$

$$42^2 = 12^2 + 2 \cdot 6 \cdot \Delta S$$

$$1764 = 144 + 12 \cdot \Delta S$$

$$12\Delta S = 1764 - 144$$

$$12\Delta S = 1620$$

$$\Delta S = \frac{1620}{12} = 135\text{m}$$

Portanto, a distância entre os dois marcos é 135 metros.

3

ENSINO DE HIDROSTÁTICA ALIADO À DIVERSIDADE METODOLÓGICA**1 Apresentação**

A proposta deste projeto é ensinar hidrostática no ensino médio, partindo da aplicação de uma metodologia diversificada que coloca o aluno como protagonista de seu aprendizado. No decorrer da aplicação desse projeto, o aluno terá a oportunidade de se envolver na busca pelo aprendizado por diferentes vertentes, seja interagindo na aula do professor, na pesquisa dirigida, na reconstrução de experimentos sobre hidrostática, ou mesmo no envolvimento em uma pequena encenação teatral. O professor tem papel crucial na condução desse material, seja orientando os alunos ou sanando as dúvidas que surgirem ao longo do processo.

Tempo estimado

Seis aulas.

Temas abordados

Pressão e densidade.
Teorema de Stevin: Vasos comunicantes.
Princípio de Pascal: Prensa Hidráulica.
Princípio de Arquimedes: Empuxo.

Recursos necessários

- Lousa e pincel;
- Suporte fixo, dinamômetro, cilindro maciço, recipiente para líquido;
- Projetor de slides com equipamento de áudio ou Tv com entrada para pendrive;
- Computadores, *tablets* ou *smartphones* com acesso à internet;
- Lápis e blocos de anotações.

2 Referencial teórico

Massa específica e densidade

Uma substância pura, sob pressão e temperatura constante, tem massa específica ou densidade absoluta (ρ) obtida pela razão constante entre a massa (m) da substância pura e o volume (V) correspondente a essa massa (MARTINI, 2016).

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Para um corpo constituído por mais de uma substância o termo apropriado é densidade. Um corpo de massa (m) que ocupa um volume (V) tem maior densidade (d) quanto maior for sua massa e quanto menor for seu volume (SILVA, 2013). “A densidade de um corpo (d) é o quociente de sua massa (m) pelo volume delimitado por sua superfície externa (V)” (DOCA, 2013, p. 293).

$$d = \frac{m}{V}$$

A massa específica se refere a um corpo constituído de uma única substância, como o ferro por exemplo. Já a densidade se refere a corpos não homogêneos, por apresentar em sua estrutura mais de uma substância.

Pressão

“Um líquido exerce forças sobre as paredes do recipiente onde está contido. Para discutir a interação entre líquido e as paredes, convém introduzir o conceito de pressão. A pressão é a força dividida pela área sobre a qual ela é exercida” (HEWITT, 2015, p. 245).

$$p = \frac{F}{A}$$

Teorema de Stevin: Vasos comunicantes

De acordo com o princípio dos vasos comunicantes, em um recipiente formado de diversos ramos que se comunicam entre si (Figura 3.1), a superfície livre de um líquido que ocupa as diferentes partes do recipiente é horizontal e as pressões no líquido, na mesma altura, são iguais (NUSSENZVEIG, 2014).

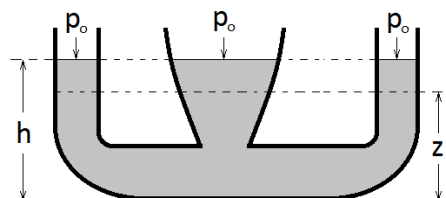


Figura 3.1. Vasos comunicantes. Fonte: Reprodução de NUSSENZVEIG, 2014.

A pressão em um ponto qualquer da base de um recipiente contendo líquido é igual a soma da pressão atmosférica mais a pressão devido a coluna de líquido (SILVA, 2013).

$$p = p_{\text{atm}} + dgh$$

O Teorema de Stevin “estabelece que todos os pontos de um gás fechado em um recipiente de dimensões menores que 10m têm a mesma pressão” (SILVA, 2013, p. 36).

Princípio de Pascal: Prensa Hidráulica

“É um dispositivo largamente utilizado, cuja finalidade principal é a multiplicação de forças” (DOCA, 2013, p. 306).

Sua versão mais comum costuma aparecer na forma de um tubo em U, preenchido por um fluido viscoso, com seus extremos trazendo áreas diferentes (Figura 3.2) e dois pistões móveis (DOCA, 2013).

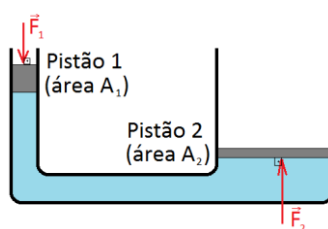


Figura 3.2. Prensa hidráulica. Fonte: Reprodução de DOCA, 2013.

O funcionamento de uma prensa hidráulica é explicado pelo Princípio de Pascal em que “uma variação de pressão em qualquer ponto de um fluido em repouso em um recipiente transmite-se integralmente a todos os pontos do fluido” (HEWITT, 2015, p. 255). E de acordo com o Princípio de Pascal, os acréscimos de pressão sob os êmbolos de uma prensa hidráulica são iguais, com $\Delta p_1 = \Delta p_2$ (SILVA, 2013).

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Princípio de Arquimedes: Empuxo

Quando um objeto de volume qualquer é inserido dentro de um fluido surge uma força de baixo para cima que se opõe a atração gravitacional e é denominada força de empuxo, que é uma consequência do aumento da pressão com a profundidade (HEWITT, 2015).

“A pressão maior sobre o fundo de um objeto submerso produz uma força de empuxo dirigida para cima” (HEWITT, 2015, p. 249). A pressão é maior conforme a profundidade aumenta, o que acaba por vencer a pressão acima do objeto submerso (Figura 3.3).

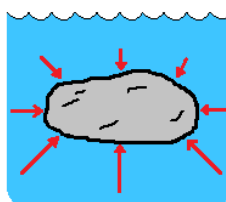


Figura 3.3. Forças devido a pressão da água. Fonte: Reprodução de HEWITT, 2015.

O cientista grego Arquimedes enunciou seu princípio assim: “Um corpo imerso sofre a ação de uma força de empuxo dirigida para cima e igual ao peso do fluido que ele desloca” (HEWITT, 2015, p. 250).

Silva (2013) descreveu de forma matemática que o empuxo (E) é igual ao peso (P) do volume do fluido deslocado. $E = P$, assim, como $P = mg$ e $m = d_{liq} V_{liq. deslocado}$ encontra-se que,

$$E = d_{liq} V_{liq. deslocado} g$$

Em que g é a aceleração da gravidade local.

3 Procedimentos metodológicos

1ª aula: Apresentação do projeto a ser desenvolvido afim de proporcionar aos alunos gosto pelo aprendizado (não mais que 10 min); Aula expositiva com explicações sobre os conceitos físicos a serem trabalhados e uso do experimento para determinar o empuxo que atua em um dado corpo submerso em água (aproximadamente 40 min).

Inicialmente o professor apresenta o projeto para a turma com a intenção de que os alunos comecem a adquirir o gosto pelo que estar sendo proposto, e assim possa contribuir para o bom andamento do trabalho, esse momento não deve ultrapassar 10 minutos. Em seguida, o professor inicia o conteúdo de forma a abordar os principais conceitos físicos sobre o assunto em estudo. Para tanto, pode ser utilizado a lousa ou um projetor de slides. No final da condução dessa aula aplica-se um experimento (Figura 3.4) para determinar o empuxo que um dado corpo recebe ao ser introduzido dentro da água, tal experimento não demora mais que 5 minutos e é conveniente que se faça no mesmo local da aula, para que não haja prejuízo no tempo pedagógico. O experimento consiste em aferir o peso de um objeto no ar com um dinamômetro e depois comparar seu peso quando inserido na água, a diferença será justamente o empuxo, a força vertical que surge de baixo para cima quando algo é inserido em um fluido. Tal resultado experimental pode ser comparado com o obtido usando a equação do empuxo, conhecendo a densidade do líquido deslocado, o volume do líquido deslocado e a gravidade local (com valor obtido através da análise das forças medidas pelo dinamômetro).

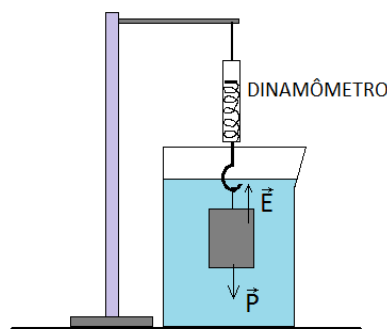


Figura 3.4. Experimento para mostrar o empuxo num corpo de massa m . Fonte: Próprios autores (2016) (Criada no Paint Microsoft Windows).

2ª aula: Exploração de vídeos com experimentos sobre hidrostática complementando a aula anterior; Divisão da turma em 6 equipes e atribuição das tarefas para cada equipe.

Na segunda aula, em torno de 20 minutos serão expostos vídeos sobre experimentos de hidrostática e um relato sobre a famosa história de Arquimedes resolvendo o problema da coroa do rei. A intenção com isso é fazer com que os alunos sintam a atração pelo tema com base em outros experimentos, adquiram conhecimentos para fundamentar a realização das tarefas e possam associar isso com situações do cotidiano. E no tempo restante o professor irá guiar a formação das 6 equipes com suas respectivas tarefas (tabela 3.1). As tarefas vão desde a confecção e apresentação de experimentos que envolvam materiais alternativos (equipes 1 a 4), seminário sobre a aplicabilidade do tema proposto no cotidiano, somando informações ao que estar sendo desenvolvido nas demais equipes (equipe 5), até a apresentação teatral sobre o tema (equipe 6). A ideia significa proporcionar diferentes abordagens para que consiga atrair o gosto, mesmo daqueles mais desmotivados, a aprender Física. É interessante que o professor oriente a formar equipes de acordo com a aptidão dos envolvidos em busca de um maior rendimento no aprendizado.

Tabela 3.1. Equipes e tarefas atribuídas.

EQUIPES	TAREFAS
01	Experimento sobre Pressão e Densidade.
02	Experimento sobre Teorema de Stevin: Vasos comunicantes.
03	Experimento sobre Princípio de Pascal: Prensa Hidráulica.
04	Experimento sobre Teorema de Arquimedes: Empuxo.
05	Apresentação da aplicabilidade da Hidrostática no cotidiano.
06	Apresentação (teatral, paródia musicais ou história em quadrinhos) sobre História da Hidrostática.

Fonte: Próprios autores (2016).

3ª aula: Pesquisa orientada para a realização das tarefas.

Na terceira aula o professor, já com as equipes formadas, irá disponibilizar um ambiente de pesquisa, laboratório de informática, *tablets* com acesso à internet ou mesmo biblioteca da escola, em que os alunos possam pesquisar e discutir sobre o que poderá ser apresentado pela equipe. A partir dessa etapa, o uso das TICs é constante e indispensável, seja na pesquisa ou na preparação das apresentações. O papel e a experiência do professor são essenciais para ajudar na escolha do que cada equipe vai se comprometer a apresentar e para que nenhuma equipe se desmotive a não participar ou a participar sem grandes resultados. Após esse primeiro contato com a pesquisa entre alunos e professor, é interessante que a pesquisa se estenda para casa e/ou no contraturno da escola, com indicações de sites, que além de fornecer subsídios aos trabalhos das equipes, ainda as possibilitam a interagir com simuladores de experimentos e questionários on-line. Os membros da equipe 5 poderão visitar as demais equipes para verificação do que estar sendo proposto.

4ª aula: Acertos dos trabalhos de cada equipe e orientações pelo professor sobre o que estar sendo desenvolvido.

Na quarta aula, os alunos irão finalizar as atividades e ensaios para que o aprendizado se solidifique, o professor passará nas equipes dando as últimas orientações e verificando como anda a finalização dos trabalhos.

5ª aula: Apresentações das equipes com experiências e avaliação do trabalho desenvolvido.

Na quinta aula, serão dado início as apresentações das equipes, que ficaram responsáveis pelos experimentos. O professor nesse momento poderá consolidar a avaliação individual e de cada equipe no decorrer das apresentações.

6ª aula: Apresentações das duas equipes finais, aplicabilidade e peça teatral, e avaliação do trabalho desenvolvido.

Na sexta aula, serão finalizadas as apresentações e avaliações. A equipe encarregada em apresentar a aplicabilidade da Hidrostática no cotidiano inicia suas atividades e a equipe que ficou encarregada com a peça teatral, paródia ou história em quadrinhos fecha as atividades propostas nesse projeto. Assim, o professor conclui sua avaliação e discute com os alunos sobre os pontos relevantes observados durante toda a tarefa. Um questionário avaliativo também poderá ser aplicado nesse momento para diagnosticar o aprendizado adquirido.



A equipe 06 que escolher trabalhar com peça teatral, poderá solicitar a ajudar de um professor de Arte ou de um estudante de outra turma que demonstre talento para essa área do conhecimento.



Ilustração de Lucas Messias.

4 Vídeos para a aula (13min)

Densidade – Pibid do IFCE/Acaraú (4min13s):

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=UJrSjiSLqOI>>. Acesso em: 06 mai. 2017.

Princípio de Pascal: Elevador hidráulico – Pibid do IFCE/Acaraú (4min10s):

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=wDRa1v7x7bs>>. Acesso em: 06 mai. 2017.

Pressão atmosférica – Pibid do IFCE/Acaraú (3min42s):

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=TaxGdpvWymE>>. Acesso em: 06 mai. 2017.

Ovo na garrafa – Pibid do IFCE/Acaraú (2min36s):

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=INA-7bIMp0U>>. Acesso em: 06 mai. 2017.

Vasos comunicantes 1 – Pibid do IFCE/Acaraú (4min46s):

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=GSoXXRq9Xms&t=38s>>. Acesso em: 06 mai. 2017.

Vasos comunicantes 2 – Pibid do IFCE/Acaraú (2min52s):

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=95njeAIZEL0>>. Acesso em: 04 jun. 2017.

5 Sugestões de sites

Explicação sobre Hidrostática com exercícios resolvidos e propostos:

Disponível em: <<http://www.fisica.net/hidrostatica/>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

Hidrostatica de forma interativa com simulação, mapa conceitual e desafios:

Disponível em:

<<http://www.fisica.ufpb.br/~Romero/objetosaprendizagem/Rived/12Hidrostatica/index.html>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

Introdução sobre hidrostática e com dois exercícios on-line:

Disponível em: <<http://www.infoescola.com/fisica/hidrostatica/>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

Relatando sobre os primórdios da Hidrostática num breve resumo:

Disponível em:

<<http://www.mundofisico.joinville.udesc.br/index.php?idSecao=101&idSubSecao=&idTexto=23>>. Acesso em: 24 mar. 2016.

Simulação “Experimentando a Hidrostática”:

Disponível em:

<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/925/palco.swf>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

Simulação Phet sobre densidade:

Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/density>. Acesso em: 27 mar. 2016.

Simulação Phet sobre empuxo:

Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/balloons-and-buoyancy>. Acesso em: 26 mar. 2016.

Uma breve introdução sobre hidrostática:

Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/introducao-hidrostatica.htm>>. Acesso em: 24 mar. 2016.

6 Sugestão de avaliação

O envolvimento dos estudantes durante toda a realização do projeto deve ser considerado para efeito da avaliação. Nas apresentações planejadas para acontecer na quinta e sexta aula o professor pode utilizar dos seguintes parâmetros: desenvoltura, organização das ideias, domínio do conteúdo, criatividade e interação com o grupo. Claro que fica a critério do professor adaptar sua forma de avaliar ou ainda utilizar das questões disponíveis a seguir.

01. Os conceitos de pressão e densidade são de larga aplicação em diversos fenômenos físicos e situações comuns do dia a dia. Dentre as situações descritas abaixo associe (1) para densidade e (2) para pressão.

- (___) A estrutura de um prédio é equilibrada sobre pilares de sustentação que devem suportar um grande peso.
- (___) Uma bola maciça confeccionada com material plástico tem menor massa do que uma bola maciça de chumbo que ocupa o mesmo volume.
- (___) Na construção de um telhado diversos pregos metálicos são utilizados, com a ajuda de um martelo, para prender as madeiras (ripas e caibros) sobre a alvenaria formando uma estrutura firme capaz de sustentar o peso das telhas.
- (___) Quando colocamos um bloco de isopor sobre a água no estado líquido o mesmo não afunda, entretanto, quando colocamos um bloco de argila sobre a água esse vem a afundar.
- (___) O açougueiro consegue cortar uma picanha com maior facilidade usando uma faca amolada do que usando uma faca cega, isso porque a área de contato da faca amolada com a picanha no momento do corte é bem menor que aquela com a faca cega.

A sequência correta é:

- (A) 1 – 1 – 2 – 1 – 2.
- (B) 1 – 2 – 1 – 2 – 1.
- (C) 1 – 2 – 2 – 1 – 2.
- (D) 2 – 1 – 1 – 2 – 1.
- (E) 2 – 1 – 2 – 1 – 2.

Resp.: E

02. Quando o pedreiro deseja nivelar o chão para assentar cerâmicas ele utiliza, mesmo sem o conhecimento teórico, um importante conceito estudado na hidrostática, onde com uma mangueira transparente contendo um líquido, ele efetuar diversas medições em pontos distintos da área onde deseja-se nivelar com a aplicação de uma mistura de concreto, cimento, areia e água. Assim, com o auxílio de um ajudante, ele segue anotando as duas alturas da coluna de líquido, mantidas nas extremidades da mangueira posicionadas na direção vertical. Esse conceito do qual se refere o enunciado acima é o de:

- (A) Pressão.
- (B) Densidade.
- (C) Teorema de Stevin: Vasos comunicantes.
- (D) Princípio de Pascal: Prensa Hidráulica.
- (E) Princípio de Arquimedes: Empuxo.

Resp.: C

03. Um estudante confeccionou um experimento para demonstrar o funcionamento de uma prensa hidráulica. Para tanto, ele dispunha de dois pistões com diâmetros de 2,0 cm e 8,0 cm, um carrinho de massa 200,0 g e um tubo em forma de U capaz de receber os pistões. Para o experimento ficar completo, o estudante terá que conseguir um objeto com a massa certa para equilibrar o carrinho sobre o pistão de área maior. A massa do objeto necessária será:

- (A) 0,0125 g.
- (B) 0,125 g.
- (C) 1,25 g.
- (D) 12,5 g.
- (E) 125 g.

Resolução: Do Princípio de Pascal,

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

F_1 é a força no êmbolo menor e equivale ao peso do objeto que o estudante deverá conseguir. Assim, $F_1 = P_1 = m_1 \cdot g$. Para $F_2 = P_2 = m_2 \cdot g$, em que $m_2 = 200\text{g}$. Já que o diâmetro é o dobro do raio, então, do enunciado, $R_1 = 1,0\text{cm}$ e $R_2 = 4,0\text{cm}$. É preciso ainda lembrar que a área de um círculo é dada por:

$$A = \pi \cdot R^2$$

Fazendo as devidas substituições será determinada a massa m_1 do objeto desconhecido.

$$\frac{m_1 \cdot g}{\pi \cdot R_1^2} = \frac{m_2 \cdot g}{\pi \cdot R_2^2}$$

Eliminando g e π na equação acima e substituindo os valores conhecidos, obtém-se que:

$$\frac{m_1}{1^2} = \frac{200}{4^2}$$

$$m_1 = 12,5g$$

Resp.: D

04. Um dos alunos ficou curioso com a experiência sobre empuxo realizada pelo professor, com a ajuda de um dinamômetro, e tentou verificar a experiência sem o uso do dinamômetro, calculando o empuxo de um objeto que apresenta massa de 300,0 g e densidade igual ao dobro da densidade da água. Com o objeto totalmente imerso na água, num local em que a gravidade é $10,0 \text{ m/s}^2$, o aluno terá tido sucesso se encontrar, para o empuxo, o valor de:

- (A) 0,3 N.
- (B) 1,5 N.
- (C) 2,0 N.
- (D) 3,5 N.
- (E) 5,0 N.

Resolução: O empuxo é determinado pela equação

$$E = d_{\text{liq}} V_{\text{liq. deslocado}} g$$

Sendo o volume do líquido deslocado o próprio volume do corpo, que pode ser obtido fazendo:

$$V_{\text{corpo}} = \frac{m}{d_{\text{corpo}}}$$

Em que a densidade do corpo é duas vezes a densidade do líquido, o que leva a:

$$V_{\text{corpo}} = \frac{m}{2d_{\text{liq}}}$$

Substituindo na primeira equação:

$$E = d_{\text{liq}} \frac{m}{2d_{\text{liq}}} g$$

Cancelam-se as densidades e faz-se $m=300,0g=0,3kg$ e $g=10m/s^2$. E assim:

$$E = \frac{0,3}{2} \cdot 10 = \frac{3}{2} = 1,5N$$

Resp.: B

4

O USO DE WHATSAPP PARA AUXILIAR NO ENSINO DA TRANSMISSÃO DE CALOR E O MEIO AMBIENTE**1 Apresentação**

No ensino médio há condições de criar uma educação cidadã, responsável, crítica e participativa que possibilite tomada de decisões transformadoras a partir do meio ambiente em um processo educacional (BRASIL, 2013). A proposta, portanto, é levar aos estudantes, geralmente do segundo ano do ensino médio, a indagarem sobre as suas ações e a do homem no meio ambiente, partindo de um conhecimento físico que os possibilitem entender como os fenômenos acontecem na natureza e como podem ser evitados, controlados ou previstos. Nesse contexto, o professor dispõe do uso de vídeos, redes sociais ou WhatsApp como metodologias que darão suporte à abordagem sobre transmissão de calor e o meio ambiente.

Tempo estimado

Duas aulas.

Temas abordados

Transmissão de calor por condução, convecção e radiação.

Meio ambiente.

Recursos necessários

- Lousa e pincel;
- Projetor de slides com equipamento de áudio ou Tv com entrada para *pendrive*;
- Computadores, *tablets* ou *smartphones* com acesso à internet.

2 Referencial teórico

Formas de transmissão de calor

“O calor é uma forma de energia transferida de um corpo para outro devido a diferença de temperatura existente entre eles. Essa transferência de energia pode ocorrer de três formas distintas: condução, convecção e radiação” (SILVA, 2013, p. 125).

Na propagação por condução, o calor se propaga através da agitação dos átomos que constituem o corpo, sem haver transporte de matéria. É o que ocorre, por exemplo, quando alguém aquece uma barra de ferro através de uma chama em uma de suas extremidades, os átomos em contato com o fogo recebem essa energia e liberam para os átomos vizinhos, até que toda a barra esteja com ganho de temperatura.

Quando o calor flui entre uma zona de diferentes densidades, ocorre junto um deslocamento de matéria, e então o calor se propaga por convecção. A brisa marítima é um exemplo dessa propagação, durante o dia a areia está mais quente que a água do mar, logo o ar em contato com a areia se aquece mais rapidamente fazendo com que ele suba, esse movimento dar lugar ao ar mais frio que estava nas proximidades da água.

Na propagação por radiação, também conhecida como irradiação, não há transporte de matéria e o calor flui por ondas eletromagnéticas que transportam energia, como é o caso da energia que chega à Terra através do Sol. Essa é a única propagação em que não há necessidade de um meio material para que ocorra a propagação de calor.

O meio ambiente

As formas de propagação de calor se manifestam no meio ambiente através de fenômenos naturais ou por meio da própria ação do homem. Um exemplo disso é o aquecimento global, muito discutido nas últimas décadas, e que coloca em destaque o homem como fator desencadeador das transformações do meio onde vive. O estilo de vida da humanidade, as políticas públicas adotadas pelos governantes, o crescente avanço tecnológico são situações que devem caminhar em harmonia para a implantação de ações que leve a humanidade a um futuro mais sustentável.

A destruição da camada de ozônio é outro ponto bem alarmante, que além de causar um aumento no surgimento do câncer de pele, devido a ação dos raios violetas, também está relacionada ao efeito estufa, apontado como o causador do aumento da temperatura do planeta (SOUZA, 2016).

Com o objetivo de proteger a camada de ozônio, foi elaborado o Protocolo de Montreal em 1987 incluindo mais de 150 países, na cidade de Montreal, no Canadá. Como relatou Rodrigues (2015), o protocolo identificou os gases que destroem a camada de ozônio, e estabeleceu um programa de eliminação progressiva dos clorofluorcarbonetos (CFCs) e hidroclorofluorcarbonetos (HCFCs). Atualmente, esses fluidos são pouquíssimos utilizados e foram substituídos pelos hidrofluorcarbonetos (HFCs) (RODRIGUES, 2015).

Contudo, existem pesquisadores como o professor de climatologia da Universidade de São Paulo (USP), Dr. Ricardo Augusto Felicio, e o professor da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Dr. Luiz Carlos Baldicero Molion, que defendem ser, essa questão do aquecimento global, uma farsa, que o homem não é o causador desse fenômeno e que os interesses por trás de tudo isso são puramente econômicos, conforme entrevistas concedidas aos mais variados meios de comunicação do país. Entretanto, a grande maioria da comunidade científica defende ser o aquecimento global algo intensificado pelo homem e necessário de atenção.

Essa é uma questão polêmica, entretanto, é fato que o desmatamento e as queimadas de grandes áreas destroem o meio ambiente causando desastres naturais que afetam diretamente a vida na Terra.

3 Procedimentos metodológicos

1ª aula: Aula introdutória sobre transmissão de calor: condução, convecção e radiação (em 15 minutos). Apresentação de quatro vídeos sobre a Física e o meio ambiente (cerca de 30 minutos). Encaminhamentos para debates virtuais em casa através das redes sociais e/ou grupos no WhatsApp.

O professor inicia a aula sobre transmissão de calor por condução, convecção e radiação, exemplificando com situações do cotidiano dos estudantes. Em até 15 minutos é possível introduzir esses conceitos. Em seguida, o professor expõe uma série de quatro vídeos que totalizam cerca de 30 minutos, a intenção é agregar informações importantes acerca do conteúdo e adicionar informações sobre o meio ambiente. Os vídeos, disponíveis no Banco Internacional de Objetos Internacionais (ver vídeos para a aula), são apresentados de forma lúdica e contextualizada com a participação de vários especialistas do assunto que opinam sobre o tema.

No final dessa primeira aula, o professor orienta os estudantes a participarem de um debate virtual sobre o assunto, a ser realizado fora do tempo de aula, por meio das redes sociais ou grupos no WhatsApp, conforme viabilidade dos integrantes das turmas. É preciso que o professor sonde com todos a viabilidade da participação por meio dessas ferramentas. No caso de pouquíssimos estudantes não terem acesso a redes sociais ou WhatsApp, é recomendado que utilizem o espaço da sala de aula para formarem os debates. Nessa etapa, é importante que o professor participe do debate fazendo perguntas (Quadro 4.1) que alimente a discussão no grupo:

Quadro 4.1. Sugestão de perguntas para o debate virtual.

Existe um horário do dia mais adequado para as embarcações não motorizadas adentrarem no mar? Explique com base na transmissão do calor.
A transmissão de calor pela convecção pode ocorrer na Lua? Justifique.
As ações do homem no planeta Terra são responsáveis pelo aquecimento global? Ou isso tudo, não passa de uma farsa, para proteger certos interesses capitalistas, como o uso de patentes de elementos supostamente prejudiciais à camada de ozônio, como os clorofluorcarbonetos (CFC's)?
Enumere algumas ações que o homem pode executar para tornar o meio ambiente mais sustentável.
Você tem se preocupado com o descarte correto de pilhas usadas? Sabe que as pilhas (baterias) usadas em controles remotos, brinquedos, relógios e entre outros, contém material radioativo como o mercúrio que é prejudicial à saúde e ao meio ambiente, seu descarte de forma errada pode contaminar plantações, rios, lençóis freáticos e retornar ao homem causando danos?

Fonte: Próprios autores (2016).

Perguntas que estimulem os estudantes a pensar e buscar informações a respeito. Também, a participação do professor esclarecendo dúvidas é de fundamental importância para a busca por aprendizagem significativa dos envolvidos. Para não excluir os estudantes que não possuem acesso à internet é recomendado que o professor não responda todas as indagações dos alunos dentro do debate virtual, deixando esse momento para a próxima aula presencial quando todos estarão reunidos.

2ª aula: Discussões em sala sobre os principais pontos abordados no debate virtual, intercaladas com resoluções de questões sobre o tema pelo professor em parceria com a turma.

Na segunda aula, o professor inicia com os pontos que chamaram mais atenção no debate virtual, e acrescenta informações sanando as dúvidas. Abre espaço para mais colocações e intercala o debate com resoluções de questões do livro didático ou da “Sugestão de avaliação”, com o máximo de participação dos estudantes. Assim, é interessante que o professor os estimulem a participar diretamente das resoluções das questões, tecendo comentários e solidificando o que foi discutido no decorrer das aulas.



O professor poderá pesquisar vídeos curtos que rolam na internet sobre o tema em questão e disponibilizar os *links* no grupo, assim como imagens que costumam chamar a atenção, sempre citando as respectivas fontes. É importante que o professor dê este exemplo. Naturalmente um ou outro aluno também fará isso, daí o professor analisa e orienta quanto a credibilidade da fonte fornecida, se é de um blog pessoal, de um site governamental ou de uma associação renomada, por exemplo.



Ilustração de Lucas Messias.

4 Vídeos para a aula (32min)

Física e o meio ambiente – parte I (7min48s):

Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/14372>>.

Acesso em: 11 jul. 2016.

Física e o meio ambiente – parte II (8min01s):

Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/14373>>.

Acesso em: 11 jul. 2016.

Física e o meio ambiente – parte III (5min07s):

Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/14374>>.

Acesso em: 11 jul. 2016.

Física e o meio ambiente – parte IV (10min39s):

Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/14375>>.

Acesso em: 11 jul. 2016.

5 Sugestão de vídeo para o professor

Canal Livre - Luiz Carlos Molion - 28/07/13 (HD) (50min12s):

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=TQsdKqXbthw>>. Acesso em:

11 jul. 2016.

6 Sugestões de sites

Atitudes sustentáveis:

Disponível em: <<http://www.atitudessustentaveis.com.br/>>. Acesso em: 11 jul.

2016.

Brasil sustentável:

Disponível em: <<http://www.brasilsustentavel.org.br/sustentabilidade>>. Acesso

em: 11 jul. 2016.

Pegada ecológica:

Disponível em:

<http://www.pegadaecologica.org.br/2015/index.php?utm_source=rodape-site-wwf&utm_medium=banner&utm_term=pegada-ecologica&utm_content=pegada-ecologica&utm_campaign=pegada-ecologica>. Acesso em: 11 jul. 2016.

Reações catalíticas e os CFC's:

Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/reacoes-cataliticas-os-cfcs.htm>>. Acesso em: 11 jul. 2016.

7 Sugestão de avaliação

A participação dos estudantes nos debates pode fazer parte do processo de avaliação. Também, após a resolução de questões pelo professor, o mesmo poderá solicitar um conjunto de questões sobre o assunto, do próprio livro didático ou utilizar as questões a seguir, para que os estudantes possam entregá-lo como parte do processo avaliativo.

01. (ENEM 2016 – 2ª aplicação) Para a instalação de um aparelho de ar-condicionado, é sugerido que ele seja colocado na parte superior da parede do cômodo, pois a maioria dos fluidos (líquidos e gases), quando aquecidos, sofrem expansão, tendo sua densidade diminuída e sofrendo um deslocamento ascendente. Por sua vez, quando são resfriados, tornam-se mais densos e sofrem um deslocamento descendente.

A sugestão apresentada no texto minimiza o consumo de energia, porque:

- (A) Diminui a umidade do ar dentro do cômodo.
- (B) Aumenta a taxa de condução térmica para fora do cômodo.
- (C) Torna mais fácil o escoamento da água para fora do cômodo.
- (D) Facilita a circulação das correntes de ar frio e quente dentro do cômodo.
- (E) Diminui a taxa de emissão de calor por parte do aparelho para dentro do cômodo.

Resp.: D.

02. (ENEM 2016 – 2ª aplicação) Nos dias frios, é comum ouvir expressões como: “Esta roupa é quentinha” ou então “Feche a janela para o frio não entrar”. As expressões do senso comum utilizadas estão em desacordo com o conceito de calor da termodinâmica. A roupa não é “quentinha”, muito menos o frio “entra” pela janela.

A utilização das expressões “roupa é quentinha” e “para o frio não entrar” é inadequada, pois o(a):

- (A) Roupa absorve a temperatura do corpo da pessoa, e o frio não entra pela janela, o calor é que sai por ela.
- (B) Roupa não fornece calor por ser um isolante térmico, e o frio não entra pela janela, pois é a temperatura da sala que sai por ela.

(C) Roupa não é uma fonte de temperatura, e o frio não pode entrar pela janela, pois o calor está contido na sala, logo o calor é que sai por ela.

(D) Calor não está contido num corpo, sendo uma forma de energia em trânsito de um corpo de maior temperatura para outro de menor temperatura.

(E) Calor está contido no corpo da pessoa, e não na roupa, sendo uma forma de temperatura em trânsito de um corpo mais quente para um corpo mais frio.

Resp.: D.

03. (Enem 2011) Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%), derivados de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode-se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano (CH_4) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de CO_2 das termelétricas.

MORET, A. S.; FERREIRA, I. A. As hidrelétricas do Rio Madeira e os impactos socioambientais da eletrificação no Brasil. Revista Ciência Hoje. V. 45, nº 265, 2009 (adaptado).

No Brasil, em termos do impacto das fontes de energia no crescimento do efeito estufa, quanto à emissão de gases, as hidrelétricas seriam consideradas como uma fonte:

(A) Limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos deste fenômeno.

(B) Eficaz de energia, tornando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados.

(C) Limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa.

(D) Poluidora, colaborando com níveis altos de gases de efeito estufa em função de seu potencial de oferta.

(E) Alternativa, tomando-se por referência a grande emissão de gases de efeito estufa das demais fontes geradoras.

Resp.: D (devido as grandes áreas destinadas as hidrelétricas a quantidade da biomassa vegetal morta e submersa gera grande produção de metano).

04. (Enem cancelado 2009) Confirmada pelos cientistas e já sentida pela população mundial, a mudança climática global é hoje o principal desafio socioambiental a ser enfrentado pela humanidade. Mudança climática é o nome que se dá ao conjunto de alterações nas condições do clima da Terra pelo acúmulo de seis tipos de gases na atmosfera — sendo os principais o dióxido de carbono (CO_2) e o metano (CH_4) — emitidos em quantidade excessiva através da queima de combustíveis (petróleo e carvão) e do uso inadequado do solo.

SANTILLI, M. Mudança climática global. Almanaque Brasil Socioambiental 2008. São Paulo, 2007 (adaptado).

Suponha que, ao invés de superaquecimento, o planeta sofresse uma queda de temperatura, resfriando-se como numa era glacial, nesse caso:

- (A) A camada de geleiras, bem como o nível do mar, diminuiriam.
- (B) As geleiras aumentariam, acarretando alterações no relevo do continente e no nível do mar.
- (C) O equilíbrio do clima do planeta seria reestabelecido, uma vez que ele está em processo de aquecimento.
- (D) A fauna e a flora das regiões próximas ao círculo polar ártico e antártico nada sofreriam com a glaciação.
- (E) Os centros urbanos permaneceriam os mesmos, sem prejuízo à população humana e ao seu desenvolvimento.

Resp.: B.

5

CONSTRUINDO CIRCUITOS ELÉTRICOS**1 Apresentação**

Utilizando conhecimentos prévios sobre corrente elétrica, este trabalho aborda os elementos do circuito elétrico de forma que os estudantes possam confeccionar algum circuito, utilizando de uma matriz de contatos (placa *proto-board*) ou algo similar elaborado pelos estudantes com materiais reaproveitados a partir de sucatas eletrônicas, como resistores, capacitores, motores, diodos (*leds*), entre outros. Assim, além de colocar em prática os conhecimentos estudados, eles poderão associar seus circuitos com aplicações do cotidiano, levando-os a notar os quão úteis são os conhecimentos de Física para a vida moderna. A ideia, não é construir algo novo, mas sim entender de forma prática como funciona um circuito elétrico, quais são os principais elementos e suas respectivas funções.

Tempo estimado

Três aulas.

Temas abordados

Elementos do circuito elétrico: Geradores, resistores, capacitores, receptores e diodos.

Recursos necessários

- Dispositivos eletrônicos reaproveitáveis de sucatas, como resistores, capacitores, motores, diodos (*leds*), entre outros;
- Ferramentas para uso em eletrônica, como alicates e soldadores;
- Fios elétricos conseguidos em sucatas eletrônicas, como computadores e televisores descartados ou ainda de cabos de internet;
- Fitas isolantes;
- Lápis e blocos de anotações;
- Lousa e pincel;

- Pilhas ou fontes reaproveitáveis de carregadores de celulares, por exemplo;
- Placas *protoboards*, ou algo que as substituam, podendo ser confeccionadas com materiais alternativos, como compensados e garrafas pet para a construção de bases;
- Projetor de slides com equipamento de áudio ou Tv com entrada para *pendrive*;
- Um multímetro;
- *Smartphone* com sistema operacional Android para uso do aplicativo Resistor Code Calculator (Classificação Livre) ou similar (Recurso opcional).

2 Referencial teórico

Circuitos elétricos

“Generalizamos um circuito elétrico simples como sendo o conjunto de caminhos que permitem a passagem da corrente elétrica, no qual aparecem outros dispositivos elétricos ligados a um gerador” (SILVA, 2016).

Os principais elementos de um circuito elétrico são geradores, receptores, resistores e capacitores. “A maior parte dos circuitos possui mais de um dispositivo que recebe energia elétrica. Esses dispositivos em geral são conectados a um circuito de uma entre duas maneiras possíveis, ou em série ou em paralelo” (HEWITT, 2015, p. 441). Quando ligados em série eles formam um único caminho e quando ligados em paralelo eles formam ramificações por onde a corrente elétrica se divide.

Os geradores têm a função de alimentar o circuito elétrico, como as baterias. Os receptores recebem a energia elétrica e convertem em outra forma de energia, como a mecânica por exemplo, é o caso dos motores elétricos. Entretanto, os receptores também convertem parte dessa energia elétrica em energia térmica, expressa pela sua resistência interna. Os resistores são elementos do circuito que convertem energia elétrica em térmica e tem a finalidade de reduzir a corrente elétrica em determinado trecho do circuito, variando conforme valor da resistência elétrica do resistor. Os capacitores, por sua vez, têm a função de armazenar cargas

elétricas para serem depois utilizadas, como em flash eletrônico, entre outras aplicações.

Exemplos de circuitos elétricos

Os circuitos elétricos estão presentes em todos os dispositivos eletrônicos utilizados pelo homem. A Figura 5.1 representa um circuito elétrico simples com uma bateria ideal, ou seja, a resistência interna é desprezível, alimentando um resistor e um *led*. Onde, com a ajuda de um multímetro, é possível determinar a diferença de potencial nos extremos dos elementos presentes no circuito e verificar a corrente elétrica que flui no circuito.

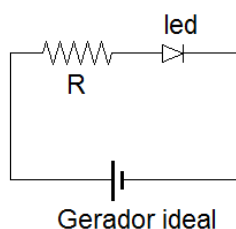


Figura 5.1. Circuito elétrico simples com um resistor, um gerador ideal e um *led*. Fonte: Próprios autores (2016) (Criada no Paint Microsoft Windows).

A Figura 5.2 representa outro circuito com uma bateria ideal de 4,5 V alimentando um motor de 3V (receptor elétrico), ligado em série com um resistor e em paralelo com dois resistores em série. Para o circuito funcionar a voltagem da bateria deve ser maior que as dos demais elementos do circuito.

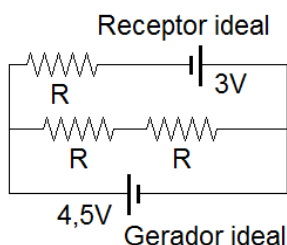


Figura 5.2. Circuito elétrico simples com três resistores, receptor e gerador ideais. Fonte: Próprios autores (2016) (Criada no Paint Microsoft Windows).

São muitos os tipos de circuitos elétricos, alguns podem apresentar outros elementos como diodos, que limitam o sentido da corrente elétrica, potenciômetros, que regulam a intensidade de corrente elétrica, fusíveis ou disjuntores, que protegem os circuitos de sobrecargas, os dispositivos de manobra, como os interruptores que abrem ou fecham o circuito, entre outros.

3 Procedimentos metodológicos

1ª aula: Aula expositiva sobre circuitos elétricos e seus principais elementos. Apresentação do vídeo com exemplos de circuitos elétricos que podem ser feitos pelos estudantes. Encaminhamentos para casa, ou contraturno da escola, para início da confecção dos circuitos elétricos.

Com a abordagem do tema circuitos elétricos, o professor iniciará a aula com a explanação do que é um circuito elétrico, qual a sua finalidade, onde eles estão presentes e quais são os principais elementos de um circuito elétrico. Na sequência, o professor, fazendo uso da lousa, mostra alguns exemplos de circuitos elétricos, como usar o multímetro para determinar a corrente, a tensão e a resistência em trechos do circuito. Após esse primeiro contato, algo em torno de 30 minutos, o professor expõe aos estudantes o vídeo (com duração de 7 minutos), utilização da placa *protoboard* e circuito simples, disponível em “Vídeo para a aula”. Todavia, esse vídeo pode ser substituído por outros similares que o professor achar mais adequado. O propósito é fornecer mais exemplos e mostrar, ao estudante que não conhece uma placa *protoboard*, como ela funciona e para que serve, o próprio vídeo já fornece um exemplo de circuito elétrico. No final dessa aula, o professor divide a turma em equipes de quatro alunos e encaminha pesquisas e confecções de circuitos elétricos para serem iniciados em casa, ou no contraturno da escola. Sugere que eles procurem materiais alternativos geralmente encontrados em sucatas eletrônicas, como resistores, capacitores, motores, *leds*, fios, entre outros.

No caso dos resistores elétricos, eles poderão utilizar, além do multímetro, um aplicativo para *smartphone* com sistema operacional Android, Resistor Code Calculator (Classificação Livre) ou similar, para determinar o valor da resistência através das cores. Ou ainda podem consultar a tabela para fazer a relação entre as cores e os valores (Figura 5.3), conforme seja a necessidade da proposta do circuito que a equipe irá montar. No caso do circuito utilizar resistores, seja com elemento único ou com vários numa associação de resistores (em série, em paralelo ou mista), tais ferramentas serão úteis na discussão dos valores obtidos pelo multímetro e dos valores sugeridos pelos códigos de cores. Assim, os estudantes resgatarão

conhecimentos já vivenciados em sala: como calcular o resistor equivalente nos três tipos de associação, em série, em paralelo e mista.

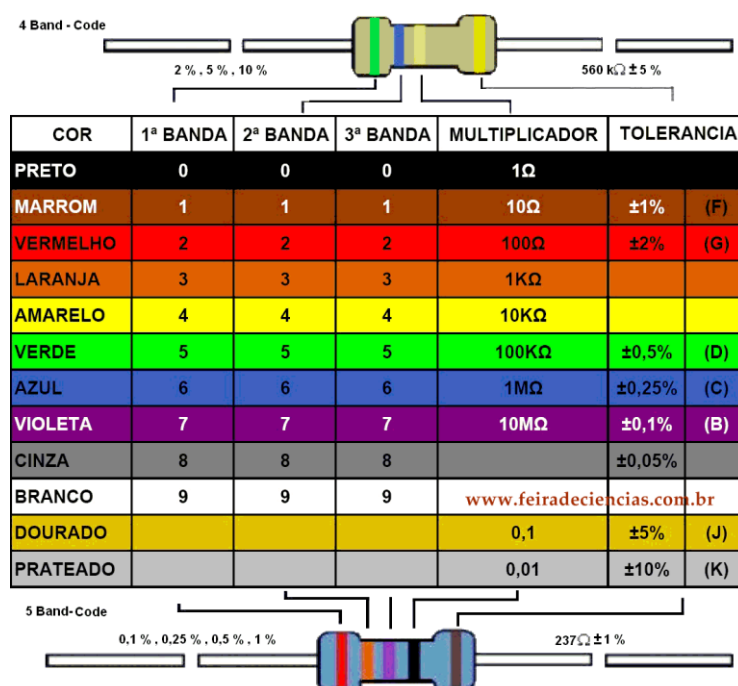


Figura 5.3. Código de resistores. Fonte: Disponível em: http://www.feiradeciencias.com.br/sala15/15_28.asp. Acesso em: 06 dez. 2017.

2ª aula: Finalização da confecção dos circuitos elétricos.

Na aula seguinte, os estudantes trarão os materiais e discutirão como confeccionar um circuito elétrico. Com orientação do professor eles darão início as confecções. É possível que alguma equipe tenha confeccionado o seu circuito em casa e traga-o pronto, caso isso aconteça essa equipe poderá ajudar as equipes mais tímidas a confeccionarem os seus. O importante é que todos vivenciem os conhecimentos de eletricidade na prática, percebendo a função de cada elemento e a utilidade desse circuito. O multímetro será útil na determinação de alguns valores desconhecidos e como ferramenta para ajudar na dinâmica das apresentações.

3ª aula: Apresentação dos circuitos elétricos em funcionamento.

Na última aula, as equipes irão apresentar suas confecções fazendo uso do multímetro para mostrar à turma alguns valores interessantes, como a voltagem em certos trechos do circuito, a resistência dos resistores ou a corrente elétrica que

alimenta seu circuito. Assim, eles ficarão familiarizados com o uso do multímetro e poderão dar mais sentido ao que foi estudado na teoria.



Recomendamos alimentar o circuito com voltagem variando de 1,5 a 9,0 volt, tanto devido a facilidade em conseguir pilhas ou fontes com estes valores como em não trazer maiores riscos a vida dos alunos no que diz respeito a descargas elétricas. Para essas voltagens os cabos de rede, usados para transmissão de dados, são úteis para confecção desses circuitos e são facilmente encontrados nas escolas, assim como fios dentro de sucatas de computadores.



Ilustração de Lucas Messias.

4 Vídeo para a aula (7min)

Utilização da Placa *Protoboard* (7min14s):

Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=izSUPbpY8R0&t=20s>>. Acesso em: 11 ago. 2017.

5 Sugestões de vídeos para o professor

Aprenda a usar a *Protoboard* - Parte I (24min55s):

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=R2VY10ZUBqA>>. Acesso em: 07 jul. 2016.

Aprenda a usar a *Protoboard* - Parte II (14min43s):

Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=4Ty-QK9uOoI>>. Acesso em: 07 jul. 2016.

Aprenda a usar a *Protoboard* - Parte III (12min58s):

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=9FBULKGKEiE>>. Acesso em: 07 jul. 2016.

Aprender fazendo: Circuitos Elétricos Simples (9min13s):

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=JD9ANStW1Hw>>. Acesso em: 07 jul. 2016.

Circuito simples que controla a velocidade de um motorzinho (7min44s):

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=5FWWhdIKY7Ng>>. Acesso em: 07 jul. 2016.

6 Sugestões de sites

Circuitos Elétricos:

Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala12/12_t01.asp>. Acesso em: 07 jul. 2016.

Código de resistores e capacitores:

Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala15/15_28.asp/>. Acesso em: 08 jul. 2016.

LED – Díodo Emissor de Luz:

Disponível em: <<http://www.electronica-pt.com/led>>. Acesso em: 09 jul. 2016.

Resistores e o Código de Cores:

Disponível em: <<http://www.estudar.info/engenheiro-tem-que-estudar/circuitos-eletricos/03-resistores-e-o-codigo-de-cores/>>. Acesso em: 07 jul. 2016.

7 Sugestão de avaliação

Os próprios circuitos elétricos, montados pelos estudantes, podem fazer parte da avaliação, bem como as apresentações das equipes no tocante desenvoltura, domínio e clareza das informações. O professor, também pode selecionar questões do livro didático, que vá de encontro ao trabalhado nesse projeto para complementar sua avaliação.

6

**O ENSINO DA ENERGIA NUCLEAR POR MEIO DE
VÍDEOS, ANIMAÇÕES E PESQUISAS****1 Apresentação**

Pretende-se ensinar Energia Nuclear agregado ao ensino de Física Moderna para o ensino médio, geralmente no terceiro ano, por meio da diversidade na prática docente fazendo uso de animações (multimídias), vídeos, pesquisas e produções de pôsteres por parte dos estudantes. A ideia é guiá-los num processo de formação sólida, em que os estudantes possam buscar o conhecimento estimulado pela curiosidade, e que assim consigam se expressar de forma coerente acerca do assunto. Como afirma Nogueira, em *Pedagogia dos Projetos*, deve-se “imaginar formas alternativas de propiciar situações em que cada aluno se exponha ao máximo, pois somente desta forma conseguiremos conhecê-lo e nos programar para mediar e facilitar os caminhos do seu desenvolvimento” (NOGUEIRA, 2007, p. 31).

Tempo estimado

Três aulas.

Temas abordados

Energia Nuclear.

Acidentes nucleares.

Uso pacífico da Energia Nuclear.

Recursos necessários

- Lousa e pincel;
- Projetor de slides com equipamento de áudio ou Tv com entrada para *pendrive*;
- Cadernos e lápis para anotações;
- Computadores, *tablets* ou *smartphones* com acesso à internet.

2 Referencial teórico

Meia-vida, Fissão Nuclear e Fusão Nuclear

“A meia-vida ou período de meia-vida é o tempo necessário para que a metade do número de átomos de um determinado isótopo radioativo decaia, ou seja, emita radiação e se transforme em outro elemento químico” (FONSECA, 2013, p. 295). Por exemplo, a proporção do isótopo de $^{14}_6\text{C}$, na atmosfera se mantém constante devido ele ser repostado na estratosfera pela transmutação do $^{14}_7\text{N}$, por ação do bombardeamento de nêutrons originados dos raios cósmicos (ANTUNES, 2013). Cientistas descobriram que, com a mesma velocidade com que o carbono-14 se forma na atmosfera, ele se desintegra por meio de decaimento beta em 5.730 anos (PERUZZO; CANTO, 2006).

Em exames de tireoide é usado o iodo-131 que possui meia-vida de oito dias, o que significa que decorrido esse tempo uma amostra de 100 mg só terá 50 mg ainda ativas, passados mais oito dias, só serão 25 mg de iodo capazes de emitir radiação, e assim sucessivamente (SANTOS; MOL, 2013).

Em 1938, Lise Meitner, Otto Hahn e Fritz Strassmann perceberam que, pelo bombardeamento de átomos pesados como o urânio com nêutrons podiam "dividir" os átomos em fragmentos menores, liberando grandes quantidades de energia, o que foi chamado de fissão nuclear (ATKINS; JONES, 2009). Sucessivas fissões dá-se o nome de reações em cadeia, reações desse tipo fazem a bomba atômica ter efeito devastador, como os exemplos trágicos vistos na história da humanidade em Hiroshima e Nagasaki (ANTUNES, 2013).

A fusão nuclear consiste na união de dois núcleos atômicos, com grande liberação de energia, é o processo oposto da fissão, normalmente é processada em núcleos de baixa massa, e a união entre eles fornece núcleos com maior massa. As reações de fusão mais conhecidas envolvem o átomo de hidrogênio e seus isótopos deutério ^2_1H e trítio ^3_1H . Como exemplo, pode-se citar a reação de fusão que ocorre entre dois deutérios para a formação de um átomo de hélio (LISBOA, 2010).

Energia Nuclear

“Em 1896, o cientista francês Henri Becquerel, ao estudar a relação entre substâncias fosforescentes e os raios X, observou que sais de urânio emitiam um tipo de radiação que impressionava chapas fotográficas” (MERÇON, 2004, p. 27). No ano

seguinte, o casal Pierre e Marie Curie, conseguiram intensificar mais ainda esses conhecimentos. O casal percebeu que a radioatividade é um fenômeno nuclear que acontece no átomo, que a intensidade da radiação era proporcional com a quantidade de elementos que eles tinham do elemento radioativo. Posteriormente, muitos cientistas se dedicaram a esse estudo como, Ernest Rutherford, Frederick Soddy, Otto Hahn, Fritz Strassmann, Lise Meitner, Niels Bohr, Werner Heisenberg, Albert Einstein, Enrico Fermi, entre outros. Esse grupo de cientistas conseguiu mostrar ao mundo que “a energia emitida do interior dos núcleos atômicos, na forma de radiação ou partículas, pode ser aproveitada de diferentes maneiras, de acordo com as decisões e demandas humanas” (SILVA, 2013, p. 300).

Acidentes Nucleares

“As usinas nucleares surgiram como uma fonte poderosa para atender à demanda de energia; não requeriam características geográficas específicas ou áreas extensas e não utilizavam combustíveis fósseis ou poluíam a atmosfera” (MERÇON, 2004, p. 29). Entretanto, com sua utilização, alguns acidentes graves aconteceram desde a sua criação.

“O primeiro ocorreu em Three-Mile Island (EUA), em 1979, onde uma falha no sistema de refrigeração acarretou a liberação de uma quantidade de radioatividade” (MERÇON, 2004, p. 29). Felizmente, não houveram vítimas fatais devido a rápida evacuação.

No ano de 1986, “em Chernobyl (Ucrânia – URSS), o descontrole da reação provocou um incêndio no núcleo do reator e consequente liberação de grande quantidade de material radioativo na atmosfera” (MERÇON, 2004, p. 29). O acidente deixou vários mortos, feridos e sequelas na população por décadas.

Esses dois acidentes deram início a uma constante preocupação no uso da energia nuclear, por parte da população e dos governantes. De modo que, outros acidentes aconteceram ao longo da história, seus efeitos são devastadores.

Uso pacífico da Energia Nuclear

“É importante destacar as aplicações pacíficas da radiação, tais como: diagnóstico de doenças, esterilização de equipamentos, preservação de alimentos,

datação de fósseis e artefatos históricos e uso de traçadores radioativos” (MERÇON, 2004, p. 30).

Da mesma forma que a energia nuclear pode causar doenças graves como o câncer, ela também pode ser a cura para essas doenças. Para tanto, faz-se uso da medicina nuclear com a utilização de radiofármacos, como o tecnécio-99 (Tc-99m), que é utilizado para o mapeamento de diversos órgãos do corpo humano. Essas substâncias radioativas são, em geral, injetadas no corpo humano para então serem captadas por máquinas que tem a função de mapeá-lo em busca de anomalias.

Na esterilização de equipamentos, são emitidos raios gama para a redução de carga microbiana presentes nos utensílios hospitalares, por exemplo. Tal procedimento é muito útil, quando o material a ser esterilizado não pode ser submetido à altas temperaturas.

Na preservação de alimentos, há uma exposição controlada de radiação ionizante que torna o alimento consumível por maior tempo, passando de dias para meses o tempo até o apodrecimento, sem interferir na qualidade do alimento e sem deixar resíduos tóxicos (CARDOSO, 2012).

O carbono 14 tem meia-vida de 5600 anos, isso significa que a cada 5600 anos a atividade do carbono 14 é reduzida à metade. Assim, com base a proporção que existe de carbono 14 no fóssil é possível estimar sua idade.

O uso de traçadores radioativos é eficaz no combate a pragas, no controle de certas populações de insetos ou no manuseio de plantas. Eles servem para acompanhar “o metabolismo das plantas, verificando o que elas precisam para crescer, o que é absorvido pelas raízes e pelas folhas e onde um determinado elemento químico fica retido” (CARDOSO, 2012, p. 41).

A energia nuclear é eficaz até mesmo no combate ao mosquito *Aedes aegypti*, transmissor da dengue, da febre chikungunya e do vírus Zika. Pesquisadores da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) estão usando raios gama para tornar os mosquitos machos incapazes de reproduzir. Os testes estão sendo feitos em Fernando de Noronha (VILLELA, 2016).

3 Procedimentos metodológicos

1ª aula: Apresentação da proposta de trabalho. Explicação do professor sobre fusão, fissão e meia-vida. Animação do Banco Internacional de Objetos Educacionais sobre radioatividade, seguido de comentários. Vídeo sobre acidente radioativo do césio 137 em Goiânia. Encaminhamentos para as pesquisas.

O professor apresenta sua proposta de trabalho para os estudantes. O assunto a ser abordado. Qual a intenção? O que espera dos estudantes? Por que estudar esse assunto dessa forma? E assim, introduzir o conteúdo de forma a seduzir os estudantes para o tema. Tempo estimado de 15 minutos



Ilustração de Lucas Messias.

para esse primeiro contato. Em seguida, o professor faz a explicação sobre fusão, fissão nuclear e meia-vida. Incluindo os comentários, o tempo estimado é 7 minutos para essa ação. Na sequência, o professor apresenta a animação sobre radioatividade do Banco Internacional de Objetos Educacionais mantido pelo MEC – Ministério da Educação (ver Sugestões de sites). A animação deve ser baixada para uso off-line. O tempo estimado é 19 minutos, já adicionados 5 minutos para comentários. O encerramento dessa aula se dá com a apresentação de um vídeo sobre o acidente radioativo do césio 137 em Goiânia (ver Vídeo para a aula), completando o tempo de uma aula. Como atividade extraclasse o professor encaminhará pesquisas sobre o tema.

2ª aula: Monitoramento das pesquisas nas equipes, feita em ambiente disponibilizado pelo professor. Materiais impressos ou virtuais, conforme disposição da escola.

Na segunda aula, com equipes de quatro estudantes (por exemplo), o professor disponibilizará um ambiente com acesso à internet, por meio de computadores, *tablets* ou *smartphones*, para que a pesquisa se consolide. Também poderá ser

utilizado a biblioteca da escola, para tanto será preciso fazer uma consulta sobre os materiais disponíveis. Na ausência desses, o professor pode ver em “Sugestões de sites” e providenciar as matérias impressas ou em mídias para as equipes pesquisarem. O professor é o mediador de todo esse processo e no decorrer dessa aula irá orientar as equipes sobre a confecção de fôlderes, ouvindo as ideias e fornecendo sugestões. Nada impede, que os estudantes prossigam seus estudos em casa e até confeccionem os materiais, é de fato interessante que isso aconteça.

3ª aula: Confecção e apresentação breve dos fôlderes.

Na última aula destinada ao projeto, o professor irá monitorar a confecção dos fôlderes, caso alguma equipe já tenha concluído, deve ser dado espaço para a sua apresentação à turma. Essa atividade é uma forma do estudante compartilhar o que aprendeu com os membros da equipe, também o ajudará no processo de aprendizagem significativa. Ao final da aula, o professor recebe os fôlderes das equipes e encerra o projeto, podendo solicitar um relatório de pesquisa.



Após download da animação disponível no Banco Internacional de Objetos Educacionais sobre radioatividade, ao acessar o site <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/14343>, descompacte o arquivo “amina.zip” e localize a pasta “conteudo”, clique em “objeto.swf”, a animação irá iniciar no seu navegador padrão. Para uso sem acesso à internet não esqueça de portar a pasta completa.



Ilustração de Lucas Messias.

4 Vídeo para a aula (8min)

A viagem de Kemi - Radiações: Riscos e benefícios - Marcas de um acidente nuclear, acidente radioativo do cézio 137 que aconteceu em Goiânia (8min06s):

Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20845>>.

Acesso em: 21 abr. 2017.

5 Sugestões de sites

Animação: A física e o cotidiano - Fique sabendo! - A mina (radioatividade):

Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/14343>>.

Acesso em: 06 jul. 2016.

Apostilas Educativas da Comissão Nacional de Energia Nuclear:

Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/orientacoes/2-uncategorised/128-apostilas-educativas>>. Acesso em: 06 jul. 2016.

Como funcionam as usinas nucleares no mundo:

Disponível em: <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/usinas-nucleares-no-mundo.htm>>.

Acesso em: 05 jul. 2016.

Datação de fósseis:

Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/datacao-fosseis.htm>>. Acesso em: 06 jul. 2016.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Radioatividade nos Alimentos e na Agricultura"; Brasil Escola.

Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/radioatividade-nos-alimentos-na-agricultura.htm>>. Acesso em: 19 mai. 2016.

O que aconteceu no acidente nuclear de Three Mile Island?

Disponível em: <<http://phoneia.com/pt/o-que-aconteceu-no-acidente-nuclear-de-three-mile-island/>>. Acesso em: 19 mai. 2016.

Pesquisadores usam radiação para impedir reprodução do *Aedes aegypti*.

Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/pesquisa-e-inovacao/noticia/2016-02/pesquisadores-usam-radiacao-para-impedir-reproducao-do-aedes>>. Acesso em: 06 jul. 2016.

Piores acidentes nucleares.

Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/internacional/listas/top-10-os-maiores-acidentes-nucleares.jhtm>>. Acesso em: 06 jul. 2016.

6 Sugestões de avaliação

Ao final do processo de ensino e aprendizagem, o professor poderá utilizar os fôlderes confeccionados pelos estudantes como atividade avaliativa, a ser entregue pelas equipes que desenvolveram. Também, poderá ser entregue um relatório simples da pesquisa (Quadro 6.1), atividade que poderá ser feita como tarefa de casa. A intenção é que o relatório se aproxime o máximo dos modelos comumente usados nas universidades, é uma forma deles terem um primeiro contato (possivelmente) com esse tipo de instrumento tão explorado no meio científico. Esta atividade pode ser entregue por estudante ou por equipe. Fica a critério do professor adotar o método avaliativo que julgar mais pertinente.

Quadro 6.1. Modelo de Relatório da Pesquisa.

Para tanto, foi destacado alguns elementos comumente solicitados nos Relatórios de Pesquisas:

CAPA

Folha destinada para identificação da Instituição de Ensino, do curso (Ensino Médio), da série, da disciplina, do professor, do(s) aluno(s), do Título do Relatório (relacionado à energia nuclear) e da data.

RESUMO

Uma síntese do trabalho escrito pelos alunos, por essa razão, normalmente é uma das últimas seções a ser escrita. Costuma-se adotar um mínimo e um máximo de palavras para esta seção, como a ideia é ter um trabalho pequeno, de 100 a 150 palavras são suficientes. Deve conter contextualização, propósito, metodologia, resultado e conclusão.

PALAVRAS-CHAVES

De três a cinco palavras que tem um peso dentro da pesquisa e que foram usadas no resumo.

INTRODUÇÃO

Aqui o estudante expõe a problemática que o direcionou para a pesquisa, os autores encontrados, pontos relevantes do que será exposto no trabalho bem como os objetivos. O porquê da importância deste trabalho. E finaliza com a proposta.

METODOLOGIA

Contém informações de como e onde a pesquisa se desenvolveu e para quê, se foi um estudo de caso, um levantamento ou uma revisão bibliográfica, por exemplos. Como afirma Moreira (2011b, p. 218) “Há diferentes tipos de pesquisa e distintas maneiras de classifica-los”. Para a situação proposta o mais adequado é que os estudantes façam uma revisão da literatura sobre energia nuclear.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção os estudantes irão transcrever de forma direta ou indireta as falas dos autores que fortalecem as ideias defendidas na linha do que o trabalho está objetivando. Daí a importância de buscar fontes confiáveis. É um bom momento para o professor falar para a turma sobre plágio, muitos cometem esse erro por falta de orientação ou mesmo por inexperiência.

RESULTADOS DA PESQUISA

Como os estudantes irão fazer um levantamento bibliográfico, que tem como fundo a aprendizagem no que se refere à energia nuclear, eles poderão colocar aqui suas impressões acerca do que foi descoberto por eles dentro do processo, daquilo que mais chamou sua atenção e que julga importante compartilhar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dois, ou até um parágrafo, são suficientes para expressar o que o trabalho trouxe de positivo e o que mais ainda pode ser feito. Discute sobre o estado em que o trabalho se encontra.

REFERÊNCIAS

Contém todas as referências bibliográficas citadas no trabalho de forma direta ou indireta. Fontes que foram consultadas, mas que não foram usadas no trabalho não devem ser nomeadas. Como os estudantes de ensino médio não tem o hábito de pesquisar é importante que o professor chame atenção para esse detalhe.

O ideal para esse trabalho é que tenha um mínimo de 4 páginas e um máximo de 8, excluindo desta contagem a capa e a referência.

Referências Bibliográficas

ANTUNES, Murilo Tissoni. **Ser protagonista: Química**. 2ª edição, São Paulo: SM, 2013.

ATKINS, Peter W.; JONES, Loretta. **Chemical principles: The quest for insight**. Fifth Edition. New York: Bookman Editora, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

CARDOSO, Eliezer de Moura. **A energia nuclear**. 3.ed. Rio de Janeiro: CNEN, 2012. (Apostila educativa).

Diretoria de Estatísticas Educacionais. **Censo escolar 2013: Perfil da docência no ensino médio regular**. Brasília, DF: Inep, 2015. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/documents/186968/484154/Censo+Escolar+2013+-+Perfil+da+Doc%C3%Aancia+no+Ensino+M%C3%A9dio+Regular/da035f31-ce95-4cb5-b43c-a4271ebb1cde?version=1.3>> . Acesso em: 16 fev. 2017.

DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Nilton Vilas. **Física 1 – Mecânica**. 2. Ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química: Meio ambiente, cidadania, tecnologia**. São Paulo: FTD, p. 238, 2010.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 12. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

LISBOA, Júlio Cezar Foschini. **Ser protagonista – Química**. V.2. São Paulo: SM, 2010.

MARTINI, Glorinha et al. **Conexões com a Física**. v. 1. Estudo dos movimentos, leis de Newton, Leis da conservação. 3 ed. São Paulo: Moderna, 2016.

MERÇON, Fábio; QUADRAT, Samantha Viz. A radioatividade e a História do Tempo Presente. **Química Nova na Escola**, n.19, p. 27-30, 2004.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa**: A teoria e textos complementares. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011a.

_____. **Mapas Conceituais e aprendizagem significativa**. 1. ed. São Paulo: Centauro, 2010.

_____. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011b.

NOGUEIRA, Nilbo Ribeiro. **Pedagogia dos Projetos**: Uma jornada interdisciplinar rumo ao desenvolvimento das múltiplas inteligências. 7. Ed. São Paulo: Érica, 2007.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica - Fluidos, oscilações e ondas, calor**. 5. Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2014.

PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leito do. **Química geral e inorgânica**. 4.ed. São Paulo: Moderna, 2006.

ROCHA, José Fernando M. (Org.). **Origens e evoluções das ideias da Física**. Salvador: EDUFBA, 2002.

RODRIGUES, Filipe Jorge Rocha. **HFCs e soluções alternativas viáveis**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2015.

SANTOS, W.; MOL, G. **Química cidadã**. V. 3. São Paulo: AJS, 2013.

SILVA, Claudio Xavier da; FILHO, Benigno Barreto. **Coleção física aula por aula**. V.2: Mecânica dos fluidos, termologia, óptica. 2ª ed. São Paulo: FTD, 2013.

_____; _____. **Coleção física aula por aula**. V.3: Eletromagnetismo, ondulatória, física moderna. 2.ed. São Paulo: FTD, 2013.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. "Circuito Simples". **Brasil Escola**. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/circuito-simples.htm>>. Acesso em: 07 jul. 2016.

SOUZA, Líria Alves de. "Reações catalíticas e os CFC's". **Brasil Escola**. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/reacoes-cataliticas-os-cfcs.htm>>. Acesso em: 11 jul. 2016.

TOKARNIA, Mariana. Quase 40% dos professores no Brasil não têm formação adequada. **Agência Brasil**, 2016. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2016-03/quase-40-dos-professores-no-brasil-nao-tem-formacao-adequada>>. Acesso em: 06 fev. 2017.

VILLELA, Sumaia. Pesquisadores usam radiação para impedir reprodução do Aedes aegypti. **Agência Brasil**, Recife, 16 fev. 2016. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/pesquisa-e-inovacao/noticia/2016-02/pesquisadores-usam-radiacao-para-impedir-reproducao-do-aedes>>. Acesso em: 06 jul. 2016.

Agradecimentos:

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

