

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS  
Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática

Arnon Roberto Rihs

**FÍSICA NO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA:  
uma abordagem contextualizada**

Belo Horizonte  
2016

Arnon Roberto Rihs

**FÍSICA NO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA:  
uma abordagem contextualizada**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Gomes Dickman

Área de concentração: Ensino de Física

Belo Horizonte

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

R572f Rihs, Arnon Roberto  
Física no curso de engenharia ambiental e sanitária: uma abordagem contextualizada / Arnon Roberto Rihs. Belo Horizonte, 2016.  
113 f. : il.

Orientadora: Adriana Gomes Dickman  
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Engenharia ambiental. 3. Engenharia sanitária.  
4. Dewey, John, 1859-1952 - Crítica e interpretação. 5. Desenvolvimento social. I.  
Dickman, Adriana Gomes. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 53:373

Arnon Roberto Rihs

**FÍSICA NO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA:  
uma abordagem contextualizada**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática

Área de concentração: Ensino de Física

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Gomes Dickman - Puc Minas (Orientador)

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Inês Martins - Puc Minas (Banca Examinadora)

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Joice da Silva Araújo - Puc Minas (Banca Examinadora)

Belo Horizonte, 5 de Outubro de 2016.

Este trabalho acadêmico eu dedico à santíssima trindade, por intercessão de Maria nossa Mãe, que estão sempre comigo, abençoando e guiando meus passos, e a Arnô, Arquiline e Arcilene Rihs que me apoiaram e deram força para tal feito

## **AGRADECIMENTOS**

*A conclusão dessa etapa da minha vida acadêmica não seria possível sem ajuda de muitos, portanto gostaria de agradecer:*

*Primeiramente a Deus que me proporcionou a oportunidade de poder realizar esse projeto.*

*A meu pai e minha mãe, pelo apoio incondicional em todos os aspectos.*

*A meu amigo (irmão) Christian Moreira que me ajudou por demais, desde me buscar nas madrugadas no ponto de ônibus na minha chegada de Teófilo Otoni em Belo Horizonte, como também me hospedar em sua residência durante todo o período do curso, por me confiar a chave de sua residência e por fim, em ser meu amigo, sou eternamente grato a você irmão.*

*Aos meus familiares em geral pelo incentivo e pensamentos positivos.*

*Aos colegas de trabalho que diretamente e indiretamente, puderam de alguma forma me ajudar nessa conquista.*

*Aos colegas de turma, especialmente os da turma de física onde fiz amizades ímpares, o meu agradecimento pelas experiências vividas, por todos os momentos especiais de convivência.*

*A toda equipe do Mestrado, secretaria, coordenação e professores, muito obrigado pela atenção, disponibilidade e profissionalismo que todos tiveram comigo e com os meus colegas de turma.*

*E por fim, a minha orientadora Adriana Dickman, que com muito zelo, profissionalismo e maestria, me conduziu até aqui. Gostaria de salientar que além de orientadora, foi um exemplo de profissional, que terei como referência eternamente.*

Não lecione pensando no horário da aula acabar, no dia acabar, na semana acabar, esperando ser feliz com a chegada do fim de semana. Faça de cada momento de sua vida, principalmente no seu trabalho em sala de aula, o mais prazeroso possível. Daí, você verá que a felicidade está nos mínimos detalhes de cada dia em cada momento, e não, na espera de um amanhã incerto, que você nem sabe se existirá. ARNON RIHS

## RESUMO

Neste trabalho foi elaborado um produto educacional no formato de uma unidade de ensino, com aulas dinâmicas caracterizadas pelo uso de vídeos e experimentos para ilustrar discussões teóricas sobre termodinâmica e mecânica dos fluidos, direcionado ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Para envolver o estudante em seu campo de trabalho, todos os exercícios, provas e seminários contém questões ou temas sobre situações práticas. O referencial teórico adotado foi a teoria educacional de Dewey, que defende o desenvolvimento do raciocínio do aluno e de um pensamento crítico. Para Dewey, pensamento e ação não podem existir separadamente. Os dados coletados por meio de questionários, aplicados a estudantes e profissionais da Engenharia ambiental e sanitária, orientaram a escolha de atividades contextualizadas com a realidade profissional do curso para compor a unidade de ensino. O desenvolvimento e a aplicação do produto educacional ocorreram durante as aulas de Física para estudantes do terceiro período do curso de Engenharia ambiental e sanitária das Faculdades Doctum de Teófilo Otoni (MG). Foi observado que os estudantes se interessaram pela disciplina, fato demonstrado pela ampla interação deles com os experimentos e engajamento nas discussões. A análise das respostas dos estudantes ao questionário de avaliação mostra que eles aprovaram a experiência e a recomendam para outros cursos ou disciplinas.

Palavras-Chave: Ensino de Física. Engenharia. Teoria educacional de Dewey. Contextualização.

## **ABSTRACT**

In this work we elaborate an educational product in the form of an instructional unity, with dynamic classes using videos and experiments to illustrate theoretical discussions of thermodynamics and fluid mechanics, oriented to environmental and sanitary engineering course. As a means to involve the students with their professional field, all the exercises, tests and seminars were composed of questions or themes about practical situations. The theoretical frame adopted is the educational theory of Dewey, who defends the development of the student's reasoning and critical thinking. For Dewey, action and thought cannot exist by themselves. The data collected through questionnaires, applied to students and professionals from environmental and sanitary engineering, oriented the choice of activities in the context of their professional reality to compose the instructional unity. The development and application of the educational product took place during physics classes for second-year students in the environmental and sanitary engineering of Doctum School at Teófilo Otoni (MG). We observed that the students were very interested in the subject, measured by their wide interaction with the experiments and engagement in the discussions. The analysis of the students' answers to an evaluation questionnaire shows that they valued the experience and recommend it for adoption in other courses or subjects.

**Keywords:** Physics education. Engeneering. Educational theory of Dewey. Contextualization.

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Questionário pré-teste aplicado aos alunos .....	44
QUADRO 2 - Questionário de sondagem aplicado aos profissionais.....	45
QUADRO 3 - Questionário de Pós-Teste aplicado aos alunos .....	46
QUADRO 4 - Exemplos de exercícios aplicados.....	58
QUADRO 5 - Conteúdos trabalhados em sala .....	70
QUADRO 6 - Organização geral das atividades durante as aulas .....	71

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Dados relativos à terceira questão do pré-teste .....	48
TABELA 2 - Dados relativos à quinta questão do pré-teste .....	49
TABELA 3 - Dados relativos à sétima questão do pré-teste .....	49
TABELA 4 - Respostas referentes a pergunta número10 .....	67

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Experimento do ovo sobre densidade .....	73
FIGURA 2 - Pressão nos sólidos.....	74
FIGURA 3 - Pressão nos Líquidos .....	75
FIGURA 4 - Temperatura em graus Celsius.À direita: Temperatura .....	76
FIGURA 5 - Temperatura em Kelvin .....	76
FIGURA 6 - Comparação de Escalas Termométricas.....	77
FIGURA 7 - Temperatura e Calor.....	77

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Referente a resposta da questão 1 .....	62
GRÁFICO 2 - Referente a resposta da questão 2.....	62
GRÁFICO 3 - Referente a resposta da questão 3.....	63
GRÁFICO 4 - Referente a resposta da questão 4.....	63
GRÁFICO 5 - Referente a resposta da questão 5.....	64
GRÁFICO 6 - Referente a resposta da questão 6.....	65
GRÁFICO 7 - Referente a resposta da questão 7.....	65
GRÁFICO 8 - Referente a resposta da questão 8.....	66
GRÁFICO 9- Referente a resposta da questão 9.....	66

## LISTA DE EXERCÍCIOS

Lista de exercício da primeira etapa de notas. ....	79
Lista de exercício da segunda etapa de notas.....	80

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
CERN	Organização Europeia de Pesquisa Nuclear, na sigla em francês
LHC	Grande Colisor de Hadrons

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	29
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	33
2.1 Breve histórico .....	33
2.2 O conceito de Educação para Dewey .....	35
2.3 Recursos didáticos .....	38
2.4 Revisão da literatura .....	40
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	43
3.1 Elaboração dos instrumentos .....	44
3.1.1 Sondagem das dificuldades dos alunos .....	44
3.1.2 Contextualização da física na área de atuação .....	45
3.1.3 Avaliação da unidade de ensino pelos alunos .....	46
3.2 Dados coletados .....	47
3.2.1 Identificando as dificuldades dos alunos .....	47
3.2.2 Identificando a relação do conteúdo com a prática profissional .....	50
3.3 Elaboração do produto educacional .....	52
3.4 Aplicação do produto educacional .....	55
3.5 Avaliação da unidade de ensino pelos alunos .....	61
<b>4 PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	69
4.1 Carta de apresentação .....	69
4.2 Proposta de Ensino de Física para Engenharia Ambiental e Sanitária .....	70
4.2.1 Estrutura geral das aulas .....	70
4.2.2 Sugestão de atividades .....	72
4.2.2.1 Fluidos .....	73
4.2.2.2 Temperatura e Calor .....	75
4.2.2.2.1 Temperatura .....	75
4.3 Etapa de avaliação: Organização do seminário .....	79
4.4 Listas de exercícios .....	80
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	103
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	107
<b>APÊNDICE</b> .....	113

## 1 INTRODUÇÃO

A aproximação dos conteúdos abordados nos cursos de graduação com a realidade vivenciada pelos futuros profissionais no campo de trabalho torna-se cada vez importante e indispensável, independentemente da área de atuação do aluno. Na Engenharia ambiental e sanitária não poderia ser diferente, e a correlação da prática do profissional com a física em sala de aula é de suma relevância.

Os professores de Física, ao lecionar no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, dificilmente encontram material de apoio, tais como, livro didático, textos e artigos específicos de Física para este curso. Este fato não é exclusivo da engenharia ambiental, pois, como cita Donoso (2005), essa situação ocorre também ao ensinar física no curso de Arquitetura. O autor relata que este ensino tem sido sempre um grande desafio, caracterizado pela escassez de livro didático e material de apoio específico para esta disciplina. Além disso, outros fatores que dificultam são a enorme abrangência dos tópicos na ementa e a pequena carga horária disponibilizada para a disciplina.

Devido a esses fatores, acredita-se que, em geral, grande parte das aulas são lecionadas sem o direcionamento ao seu público alvo, sendo caracterizada como aulas de explicação puramente física, adequando-se para qualquer curso de graduação que tenha na grade curricular esta disciplina, sem correlação teórica e prática alguma ao cotidiano do futuro profissional.

Este fato é constatado no trabalho de Santiago (2005), em que os alunos do curso de Oceanografia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, por meio de uma pesquisa realizada no próprio curso, afirmaram que a física vista no ensino superior, não aumentou em nada o seu grau de conhecimento além do que já tinham visto no ensino médio, não havendo aprofundamento. Os alunos também relataram que as aulas de física não envolviam discussões voltadas para a prática cotidiana de um oceanógrafo. Este mesmo autor ainda afirma que, devido a inexistência de material didático de física voltado para esse curso, os docentes acabavam por adotar livros usados nas engenharias, nos cursos de física, química, etc.

Assim, com base nos dados encontrados na literatura e na nossa experiência em sala de aula, pode-se afirmar que é real a dificuldade de ensinar física na maioria dos cursos de graduação, principalmente aqueles que não estão diretamente ligados à área de Ciências Exatas. Dentre os vários fatores que afetam esta relação,

podemos citar a ausência de materiais didáticos específicos, e de alternativas metodológicas que vão além da repetição de cálculos e fórmulas, na maioria das vezes já vistas de maneira parecida no ensino médio. Desta maneira, os alunos do ensino superior deparam-se, em geral, com a mesma física da educação básica, com exercícios com um grau de dificuldade um pouco maior, uma grande quantidade de matéria apresentada em uma carga horária reduzida, e muitas vezes, sem novidade alguma, causando um imenso desconforto e desinteresse por parte dos alunos.

Desta maneira, propomos uma estratégia de ensino de física para o curso de Engenharia Ambiental e Sanitária que possa minimizar a distância entre os conteúdos discutidos em sala de aula e a prática do aluno no campo de trabalho, proporcionando aos alunos um ensino de qualidade, melhor preparando-os para a vida. Nossa proposta de ensino baseia-se em um modo dinâmico de trabalhar o conteúdo, com aulas diversificadas, com o desenvolvimento de experimentações, exibição de vídeos, aplicação de exercícios, avaliações e seminários, que além de proporcionar uma oportunidade para praticar os cálculos inerentes à disciplina, abordem também situações práticas vivenciadas no campo de trabalho de um profissional desta área.

Acreditamos na importância de um ensino de física significativo, com uma abordagem correlacionada com a prática, em acordo com as ideias expressas nos PCN (1997, p.24), que, embora sejam direcionadas à Educação Básica, refletem bem a realidade do Ensino Superior:

O ensino de qualidade que a sociedade demanda atualmente expressa-se aqui como a possibilidade de o sistema educacional vir a propor uma prática educativa adequada às necessidades sociais, políticas, econômicas e culturais da realidade brasileira, que considere os interesses e as motivações dos alunos e garanta as aprendizagens essenciais para a formação de cidadãos autônomos, críticos e participativos, capazes de atuar com competência, dignidade e responsabilidade na sociedade em que vivem. (BRASIL, 1997, p.24)

Nesta mesma linha de pensamento, Santos (2006) afirma que para haver conhecimento de fato, junto com cada informação, o aluno deve adquirir discernimento, uma capacidade pessoal de pensar, não de qualquer maneira, mas levando em conta aquela e outras informações como parte de um contexto mais

amplo. E que essas informações possam significar algo em sua vida, em todo o ambiente em que ele atuar. Nas palavras do autor (2006):

As propostas mais adequadas para um ensino de Ciências coerente com tal direcionamento devem favorecer uma aprendizagem comprometida com as dimensões sociais, políticas e econômicas que permeiam as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Trata-se, assim, de orientar o ensino de Ciências para uma reflexão mais crítica acerca dos processos de produção do conhecimento científico-tecnológico e de suas implicações na sociedade e na qualidade de vida de cada cidadão. É preciso preparar os cidadãos para que sejam capazes de participar, de alguma maneira, das decisões que se tomam nesse campo, já que, em geral, são disposições que, mais cedo ou mais tarde, terminam por afetar a vida de todos. Essa participação deverá ter como base o conhecimento científico adquirido na escola e a análise pertinente das informações recebidas sobre os avanços da ciência e da tecnologia. (SANTOS, 2006, p.25)

Baseamo-nos também nas ideias de Cunha (2009), que, introduziu experimentos de baixo custo e recursos tecnológicos nas aulas de física, concluindo que é inquestionável a importância da relação teoria com a prática, não só para despertar o interesse dos alunos, mas como uma ferramenta que pode sanar as dúvidas ou solucionar problemas que por ventura venham a ter no seu cotidiano.

Portanto, o objetivo deste trabalho é ampliar a utilização de recursos didáticos em sala de aula, de maneira a proporcionar um ensino de física contextualizado com a prática profissional do aluno e o desenvolvimento de atividades interativas.

A proposta de ensino foi desenvolvida tendo como suporte teórico as ideias educacionais de Dewey, que são apresentadas no segundo capítulo. Na metodologia, apresentada no terceiro capítulo, relatamos a elaboração dos instrumentos utilizados na pesquisa de campo, a análise dos dados coletados, e a construção do produto educacional. No quarto capítulo mostramos a proposta de ensino, em um formato que permite que qualquer professor possa utilizá-lo em suas disciplinas. As considerações finais, incluindo discussões dos resultados obtidos e perspectivas para o futuro, são relatadas no quinto capítulo, seguido pelas referências utilizadas durante a produção deste trabalho.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta dissertação optamos por um embasamento teórico ancorado nas teorias de Dewey, que adota o princípio de que os alunos aprendem melhor realizando tarefas associadas aos conteúdos ensinados em sala de aula, ou seja, com a prática em foco. Antes de discutir as ideias de Dewey, apresentamos um breve histórico deste pensador, que contribuirá para compreendermos melhor a sua linha de pensamento. Apresentamos também trabalhos que encontramos na revisão da literatura e estão relacionados com a nossa proposta de ensino, bem como uma discussão sobre a importância das atividades experimentais no ensino de física.

### 2.1 Breve histórico

John Dewey nasceu nos Estados Unidos da América no estado de Vermont, na cidade de Burlington, no dia 20 de outubro de 1859. Ele e toda sua família eram protestantes congregacionalistas, que têm a característica de atribuir autonomia a cada comunidade quanto aos assuntos religiosos, e a não estabelecer sequer uma ordem hierárquica para nortear as relações entre os adeptos. Dewey concluiu os estudos básicos aos 15 anos de idade e automaticamente iniciou os seus estudos no ensino superior ao se ingressar na Universidade de Vermont.

Na universidade, ao cursar a disciplina de fisiologia, Dewey ficou profundamente impressionado pelas ideias de T.H. Huxley a respeito das teses darwinistas. Essa aproximação e envolvimento com as teses filosóficas de Darwin o levou ao desejo de que o mundo e a vida fossem organizados segundo as propriedades do organismo humano, à semelhança do que encontrava descrito por Huxley. Tais escritos relatam de forma geral, a visão evolutiva da natureza que incluía o ser humano e suas propriedades. Então, nesse momento iniciava o interesse de Dewey pela filosofia. Como consequência dessa sua aproximação com a filosofia e os trabalhos de Huxley, Dewey destaca-se como um dos pensadores do século XX, que mais valoriza a relação simbiótica entre a filosofia e a ciência (MATOS, 2009).

Em 1879, Dewey bacharelou-se em Artes, e iniciou a carreira docente lecionando em pequenas escolas de sua região. Em 1882, o teórico ingressou na Universidade Johns Hopkins, e lá abriria uma nova era para o ensino superior nos Estados Unidos. Em 1884, a convite de Morris, ingressou na universidade de

Michigan, e ali permaneceu por dez anos. Sob o clima democrático que encontrou naquela instituição, percebeu claramente o incentivo, a responsabilidade e a liberdade dos jovens diante do sistema de ensino, e assim, essas características contribuíram para formar um dos pilares do pensamento Deweyano. Estes pensamentos a respeito da filosofia enquanto aplicação social, somados às suas experiências pedagógicas em Michigan, contribuíram para seu ingresso na Universidade de Chicago em 1894.

Logo no início dos trabalhos em Chicago, Dewey organizou dentro da universidade uma escola elementar, onde pode colocar em prática as suas ideias filosóficas e psicológicas na área da Educação. Essa escola, na verdade, era um laboratório de ensino, em que professores e alunos tinham liberdade de ação, criando novos métodos e técnicas pedagógicas. As ideias e experimentações empregadas, todos fomentados na ordem, na disciplina e na passividade dos estudantes, abalaram os pilares da educação tradicional.

Em 1904, devido à discordância quanto à conduta da escola-laboratório por ele criada e dirigida, Dewey rompe com a direção daquela universidade, encerrando seus trabalhos na instituição. Durante o período de dez anos em que trabalhou nesta escola, ele formulou, pelo menos em estado embrionário, suas principais ideias educacionais, expressas em várias obras.

Um ano após o rompimento com a Universidade de Chicago, Dewey ingressou na Universidade de Columbia, em Nova York, onde permaneceu até 1930, quando foi promovido a professor emérito. Nesse período, Dewey prestou atenção especial ao terreno da lógica e da epistemologia com o objetivo de melhor elucidar suas ideias educacionais. Assim, são frutos desse momento as obras *Democracia e Educação*, *Ensaio sobre Lógica Experimental*, *Reconstrução em Filosofia*, *Experiência e Natureza*, e *A busca da Certeza* (CUNHA, 2011, p.21).

Em Nova York, 1 de junho de 1952, aos noventa e dois anos de idade, Dewey vem a falecer, deixando publicada uma série de livros e de artigos para revistas especializadas, em que abordou assuntos muito variados, além de temas filosóficos e educacionais, fez incursões pela política, religião e arte. Sua fidelidade à causa da democracia o levou a participar de movimentos sociais, como membro da organização *The League For Independent Political Action*<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>A Liga para a ação política independente (LIPA, da sigla em inglês) foi uma organização política americana estabelecida no final de novembro ou início de dezembro de 1928, em New York City. A organização, que reuniu liberais e socialistas, foi vista

No Brasil, o pensamento de uma educação renovada, aos moldes de Dewey, foi inicialmente transmitido por Anísio Teixeira em sua primeira visita aos Estados Unidos. Desta maneira, além da divulgação de seus trabalhos e pensamentos, foi criada a escola nova, em que, não poderia ser diferente, as novas práticas educacionais, tais como a observação e a experimentação, eram sempre indicadas.

## 2.2 O conceito de Educação para Dewey

Educar não é um mero procedimento pelo qual se instrui os alunos para que reproduzam determinados conhecimentos. Educar é pôr o indivíduo em contato com a cultura a que pertence e mais que isto, é prepará-lo para discernir situações que exijam reformulações e para agir em consonância com estas necessidades de transformação. Todo procedimento educativo tem a finalidade primordial de possibilitar a continuidade da vida do agrupamento social. A finalidade da educação não deve se encerrar no interior de qualquer instituição formalmente criada para instruir, mas deve ser enraizada na necessidade de sobrevivência da coletividade. (CUNHA, 1994, p.38)

Dewey estabelece um conceito para educar, em que o ensino deve romper as barreiras da sala de aula, e transformar o aluno em um ser crítico e criador de soluções para o seu desenvolvimento pessoal e o crescimento cultural da sociedade. Dewey (1994, p.7) acredita que o dia de amanhã é uma construção que se inicia no dia de hoje. Os cuidados com a vida presente dos alunos, com seu desenvolvimento e necessidades atuais constituem garantia suficiente para a educação do homem futuro.

As escolas, em geral, tendem a valorizar um espírito livresco e pseudo-intelectual, e a perder o espírito social quando tratam o aprendiz como um indivíduo isolado. Estas se omitem em observar o aprendizado que se efetiva nos meios extraescolares, e que é eficaz justamente por ocorrer em clima de interação entre os agentes sociais. (CUNHA, 201, p.40). Dewey (1994, p.41) afirma que as escolas devem estar aparelhadas com instrumentos para atividade cooperadora ou conjunta, como por exemplo, com recursos como laboratórios, oficinas, apresentações, atividades de jogos e dramatizações, é esse tipo de experiência que importa quando se trata de conhecer.

---

como uma agência de coordenação para um novo partido político nos Estados Unidos. No entanto, o grupo permaneceu na existência como uma pequena organização da sociedade nos anos médios da década de 1930, quando foi gradualmente tornando-se obsoleto com a mudança para o New Deal de Franklin D. Roosevelt e do Partido Democrata. A organização foi encerrada em 1936.

Na obra “Como Pensamos” (DEWEY, 1959), Dewey esclarece o seu entendimento sobre experiência, como pode ser visto no trecho a seguir:

O termo experiência pode interpretar-se seja como referência à atitude empírica, seja como referência à atitude experimental. A experiência não é coisa rígida e fechada; é viva e, portanto, cresce. Quando dominada pelo passado, pelo costume, pela rotina, opõe, frequentemente, ao que é razoável, ao que é pensado. A experiência inclui, porém, ainda a reflexão, que nos liberta da influência cercante dos sentidos, dos apetites da tradição. Assim, torna-se capaz de acolher e assimilar tudo o que o pensamento mais exato e penetrante descobre. De fato, a tarefa da educação poderia ser definida como emancipação e alargamento da experiência. A educação toma o indivíduo enquanto relativamente plástico, antes que experiências isoladas o tenham cristalizado a ponto de torná-lo irremediavelmente empírico em seus hábitos mentais. (DEWEY, 1959 a, p.199).

Dessa maneira, concordamos com base nas afirmações de Dewey, que o aprendizado acontece nas trocas de experiências entre os alunos, entre os alunos e o professor, e vice-versa. O professor não deve se comportar como um mero espectador, nem fornecer nada pronto, muito menos disponibilizar as respostas aos alunos, mas deve participar efetivamente dos questionamentos, das experiências, instigando os seus pupilos a pensarem, debaterem, discutirem e criarem novas soluções e conceitos para os problemas e situações apresentados. E assim, Dewey afirma, que se pode educar os nossos alunos:

Isso não quer dizer que o docente fique ali de lado, como espectador, pois o oposto de fornecer ideias já feitas e matéria já preparada e de ouvir se o aluno reproduz exatamente o ensinado não é a inércia e sim a participação na atividade. Em tal atividade compartilhada, o professor é um aluno e o aluno é, sem o saber, um professor (DEWEY, 1958, p. 53).

Além disso, Dewey (2002) reforça essa ideia, ao afirmar que todo homem é ser resultante das experiências que constrói, forma intencional ou não. O acontecimento da experiência faz parte da evolução do indivíduo, ajuda-o a construir conhecimento, a movimentar-se no meio em que vive. É na interação com o meio social, com outros objetos e indivíduos, que o ser humano consegue estabelecer situações novas de construção de conhecimento. Cabe ao educador, portanto, dispor “coisas para as experiências” (p.26) e oportunizar que estas não sejam “apenas imediatamente agradáveis” (p.26), mas que enriqueçam o aluno e, sobretudo, o armem para novas experiências futuras – princípio de continuidade (DEWEY, 1971).

Ainda sobre a ideia da experimentação como metodologia de ensino e aprendizagem por parte do aluno, Dewey (1958, 1980) relata que a experiência não se aprende apenas naquele momento presente, mas também culmina no que foi aprendido no passado, juntamente com o conhecimento que será realizado no futuro, aperfeiçoando a inteligência perante a existência de algum problema. O mais importante para Dewey não é o sujeito nem o objeto, nem a natureza ou o espírito, mas as relações entre eles: a experiência significa integração, para o autor as idéias e os fatos não existem fora da experiência.

É neste contexto que realizamos um trabalho, juntamente com os alunos do terceiro período do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, e o suporte dos embasamentos teóricos de Dewey. Quando pensamos em uma nova metodologia em sala de aula, pensamos em buscar experiências diferenciadas no ensino dos conteúdos para os nossos alunos, mas não apenas experiências laboratoriais, mas sim um leque vasto de opções de mudanças na maneira de lecionar.

Então, de comum acordo com as ideias de Dewey discutidas, o nosso produto educacional busca uma proposta inovadora de ensino, que expõe o aluno a situações cotidianas e aplicáveis ao seu campo de trabalho, conseqüentemente fazendo com que este crie, tenha ideias, e elabore teorias, além de perceber a importância do conteúdo em seu curso. Paralelamente a essa conscientização, trabalhamos o conteúdo em sala, de forma que, juntamente com o aluno, possamos desenvolver os conceitos da matéria, realçando o papel do professor como mediador do conhecimento, buscando identificar os conhecimentos prévios do aluno durante a abordagem teórica do conteúdo.

Essa proposta e ideias vão ao encontro dos pensamentos de Dewey, pois o aluno em sala de aula, ou fora dela, deve ter liberdade de pensamento para criar suas próprias conclusões e reconstruir as definições de conteúdo, podendo, com esse processo educacional, se deparar com situações inusitadas que lhe exijam um pensamento crítico e desafiador, ações rápidas e criativas, de sujeitos ágeis e seguros, além de discernimento e sabedoria. É importante formar alunos com o poder de pensar e agir com inovação e criatividade, não fugindo da realidade em que se encontram, com isso dando-lhes oportunidade de realizar seu trabalho com êxito e naturalmente se transformando em um novo ser.

A experiência, para ser educativa, deve conduzir a um mundo expansivo de matérias de estudo, constituídas por fatos ou informações, e de ideias. Esta condição somente é satisfeita quando o educador considera o ensino e a aprendizagem como um processo contínuo de reconstrução da experiência (DEWEY, 1958, p. 118).

Desta maneira, buscamos incorporar metodologias diferentes nesta unidade de ensino, permitindo a contextualização do ensino de física no curso de Engenharia ambiental e sanitária.

### **2.3 Recursos didáticos**

Com tantos avanços tecnológicos, novos modos de pensar e agir, e novos conceitos no âmbito mundial, não poderiam deixar de evidenciar as mudanças na educação, e com o ensino de física nos educandários não poderia de ser diferente. Percebemos que até nos dias de hoje, devido a aspectos didáticos, físicos, financeiros e outros mais, algumas escolas juntamente com os seus professores, ainda exercem o ensino do conteúdo de Física puramente teórico, apenas com o auxílio dos livros didáticos. Porém, os alunos atuais, não podem ser tratados da mesma maneira que foram tratados há décadas atrás, muita coisa mudou, e com essas mudanças o nosso público também evoluiu, tendo acesso facilitado às mais recentes informações. Assim, a partir dos questionamentos desses alunos, surge a necessidade de um ensino que possibilite o desenvolvimento de um pensamento crítico em busca de uma opinião formada e ancorada em assuntos que fazem parte do seu cotidiano.

É esta busca por informações, por meio das ferramentas tecnológicas que estão ao seu alcance, como o celular e o computador, que ultrapassa os limites criados pelo livro didático. Daí a importância da mudança de postura do professor em sala de aula, em todos os aspectos, principalmente na sua maneira de trabalhar os conteúdos, como podemos perceber na afirmação de Prensky:

É muito sério, porque o único e maior problema que a educação enfrenta hoje é que os nossos instrutores Imigrantes Digitais, que usam uma linguagem ultrapassada (da era pré-digital), estão lutando para ensinar uma população que fala uma linguagem totalmente nova. (PRENSKY,2001, p.2)

É notório para os docentes, que quando a sua aula, juntamente com a explicação, envolve algum tipo de novidade tecnológica recebem uma atenção maior do aluno.

Batista (2009, p.2) exalta que são dois os alicerces pedagógicos para um melhor ensino de física e um aprendizado significativo: Contextualização do fenômeno a ser estudado e a organização de um ambiente de aprendizagem diferente do ambiente tradicional. Este ambiente alternativo teria a participação efetiva de professores e alunos, sendo que os professores exerceriam a função de mediador-orientador do conhecimento, e os conceitos e conhecimentos deveriam ser definidos por meio de discussões na sala de aula.

Batista (2009, p.3) também afirma que a ausência da experimentação e do pensamento crítico são percebidos pela dificuldade ou incapacidade do aluno em correlacionar a teoria vista em sala de aula com a prática vivenciada no seu cotidiano, não reconhecendo assim, o conhecimento científico em situações do dia a dia. Assim, vale ressaltar que a experimentação, com recursos tecnológicos ou não, proporciona oportunidades para que o aluno faça essa correlação do conteúdo com o cotidiano, com o meio em que vive, naturalmente aguçando o desejo de aprender, promovendo uma evolução em todos os aspectos da qualidade do processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com Séré (2002, p.39), “graças as atividades experimentais o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das linguagens, tendo a oportunidade de relacioná-los com o mundo empírico”.

Compreende-se então, que “as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens” Séré (2002, p.31). Assim, o aluno é preparado para tomar decisões nas investigações e nas discussões de resultados demonstrando que na experimentação realizada nos moldes das instruções de Dewey, o conteúdo não é transmitido e sim construído pelo aluno. E essa construção ocorre por meio da troca de conhecimentos entre professor e alunos. (SÉRÉ, 2002, p.31)

Neste mesmo trabalho, Séré (2002) revela mais curiosidades e semelhanças com as teorias de Dewey, ao enfatizar que as ações de um profissional no seu campo de trabalho, ao aplicar na prática o que aprende na teoria, não está o tempo todo abordando a física, mas agindo frequentemente por tentativas e erros, deduções e conhecimentos prévios de experiências que lhe proporcionaram uma

construção de conhecimentos práticos. Teorias modernas, da Psicologia e da Ergonomia, mostram que profissionais como físicos aplicam com frequência regras intuitivas, que se referem ao conhecimento básico, derivadas de seus conhecimentos procedurais. Conhecimentos estes considerados fundamentais para ações de grande habilidade, cuja natureza tende a ser dinâmica e modificável, já que esses provêm de hábitos adquiridos, ou simplesmente do bom senso, ao invés de princípios físicos elaborados. (SÉRÉ, 2002, p.32).

Podemos comprovar a importância das atividades práticas para um melhor ensino e aprendizagem por parte dos nossos alunos nas palavras de Batista (2009, p.3) quando afirma que, de acordo com Manacorda (2001), John Locke (1632 – 1704) apontou a necessidade do uso de atividades práticas pelos estudantes. Além de Rousseau (1712 – 1778), Pestalozzi (1746 – 1827), Montessori (1870 - 1952), e Dewey (1859 – 1952), que também reconhecem a importância das atividades práticas dos alunos. Enquanto alguns afirmam que a atividade prática pode ser tomada como suporte para o desenvolvimento dos conhecimentos do aluno, outros interpretam as atividades práticas como indutoras de conhecimentos existentes.

## **2.4 Revisão da literatura**

Uma revisão da literatura nos mostra que há trabalhos que relatam experiências de professores de física que lecionam em cursos de outras áreas. A seguir discutimos algumas destas situações, identificando as ações que propiciaram um melhor aprendizado da disciplina.

Santiago (2005, p.1), no seu trabalho científico, nos remete à informação de que os alunos, de modo geral, apresentam grande dificuldade em construir conceitos ensinados de modo tradicional, por meio de situações fictícias e surreais, que ainda são contra intuitivas. Para contornar este problema, a autora, que leciona Física para o curso de Oceanografia, relata que foi necessário realizar ações inovadoras no curso, como a mudança da disciplina de apenas aulas teóricas para uma combinação de aulas práticas e teóricas, realização de seminários, relatórios e outros modos de avaliação (SANTIAGO, 2005, p.3). Como consequência dessas ações inovadoras, foram obtidos resultados positivos, como a valorização da aula, melhor aprendizagem por parte dos alunos, e a inclusão de dois alunos no projeto de Iniciação Científica oferecido pela instituição. Logo, em pouco tempo de mudança

de metodologia das aulas de Física, o curso de Oceanografia colhia os frutos das mudanças didáticas (SANTIAGO, 2005).

Nogueira (2008) realizou uma adaptação curricular de Física para Ciências Agrárias, com o objetivo principal de buscar uma relação entre a Física e a Agronomia no campo de atuação profissional do agrônomo. Assim, toda a discussão feita em sala de aula priorizou a relação entre os conteúdos e sua aplicação prática. A abordagem também utilizou experimentos que interligam a física à prática profissional do agrônomo, bem como a introdução de métodos de avaliação inovadores, por meio da realização de seminários de cunho teórico ou experimental pelos alunos. A autora também discute, além da reorganização da grade da disciplina, outras maneiras de melhorar as aulas de física no curso como: Dar menos ênfase às fórmulas matemáticas; dedicar mais tempo à aplicabilidade do conteúdo, contextualizando exercícios e problemas, demonstrando, assim, a importância da disciplina na prática. A pretendida melhoria no aprendizado foi constatada pela mudança de atitude das turmas em relação ao conteúdo, percebendo-se mais interesse pela disciplina, maior empenho e participação nos trabalhos por parte dos alunos, assim como as notas destes nas avaliações, que foram melhores em relação aos anos anteriores.

De maneira semelhante, Faustino (2015) elabora uma proposta de ensino para professores de Biofísica do curso de Medicina Veterinária, seguindo a metodologia da Aprendizagem baseada em problemas. Neste contexto, o professor tem papel de mediador no processo de ensino e aprendizagem, instigando os alunos e ao mesmo tempo orientando-os a conhecer e entender as situações vivenciadas na prática de trabalho de um médico veterinário.

Em busca de uma mudança de pensamento no modo de lecionar, contribuindo para uma nova forma de abordar e avaliar os alunos de engenharia ambiental e sanitária, a nossa proposta de ensino é consistente com os trabalhos encontrados na literatura, ao contextualizar o conteúdo de física com a prática do profissional da engenharia. Além disso, adotamos vários recursos didáticos mencionados nas experiências relatadas anteriormente.



### 3 METODOLOGIA

O produto educacional deste trabalho consiste em uma unidade de ensino, caracterizada por uma nova visão do ensino de física nos cursos de engenharia, especialmente no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária.

É apresentada uma mudança na metodologia de ensino adotada em sala de aula, e conseqüentemente uma nova maneira de abordagem do conteúdo teórico e prático. Este produto foi construído a partir de reflexões sobre maneiras de melhorar a qualidade das aulas de Física no ensino superior, buscando além do entendimento do conteúdo por parte dos alunos, a sua aplicação no campo de trabalho.

Em um primeiro momento identificaram-se as fragilidades e dificuldades dos alunos em relação à aprendizagem de Física no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Faculdade Doctum Campus Teófilo Otoni. Assim, foi realizada uma sondagem por meio de um questionário, junto aos alunos do terceiro período do curso, buscando dados sobre as suas dificuldades com o conteúdo de física, o entendimento de textos e questões, enfim como foi a experiência com a disciplina no ensino médio. Além disso, foi reservado um espaço para que os alunos manifestassem as suas expectativas em relação à disciplina Física do curso que estava prestes a iniciar.

Outra questão relevante é a possibilidade de identificar a aplicabilidade dos conceitos discutidos na disciplina em sala de aula na área de atuação deste profissional. Desta maneira, foi realizada outra sondagem, agora com os engenheiros ambientalistas e sanitários.

Após a análise dos dados coletados, foram escolhidas atividades para compor a unidade de ensino que contemplasse os resultados obtidos à luz do referencial teórico da educação progressiva de Dewey (1984), que em termos gerais, defende a união da teoria com a prática, por meio da problematização.

A unidade de ensino foi testada na turma do terceiro período de Engenharia Ambiental e Sanitária da Faculdade Doctum de Teófilo Otoni, que ao fim desse teste, realizou-se uma nova pesquisa com os alunos em relação ao produto educacional, por meio de outro questionário. Nas seções seguintes descreve-se em detalhes cada momento desta pesquisa.

### 3.1 Elaboração dos instrumentos

Nesta pesquisa foram elaborados três questionários, dois deles foram direcionados aos alunos, um no início do período de aulas no mês de fevereiro de 2015 e o outro no fim do período no mês de julho do mesmo ano, os quais denotamos por pré-teste e pós-teste. Um questionário de sondagem foi elaborado e aplicado à profissionais da Engenharia Ambiental e Sanitária, com o intuito de buscar orientações sobre os conteúdos de física que teriam maior aplicação junto a prática profissional desse engenheiro.

#### 3.1.1 Sondagem das dificuldades dos alunos

O primeiro questionário, mostrado no quadro 1, contém questionamentos sobre aspectos escolares e pessoais dos alunos em relação à sua experiência na disciplina Física no Ensino Médio. Buscaram-se informações sobre como os conteúdos foram ensinados, quais fatores influenciaram seu aprendizado, abordando questões relativas à afinidade e compreensão destes com a física. Além disso, foi perguntado qual seria a expectativa desses alunos em relação à disciplina Física II que iniciaria naquele dia.

#### Quadro 1. Questionário pré-teste aplicado aos alunos

Questionário	
1. Você estudou Física no Ensino Médio?	( ) Sim ( ) Não
2. Você teve dificuldade no aprendizado da Física?	( ) Sim ( ) Não ( ) Não se aplica
3. Qual a maior dificuldade em seu entendimento dos conteúdos Física? Pode marcar mais de uma opção.	( ) Cálculos ( ) Teoria ( ) Aplicação ( ) Outros _____
4. Ao explicar o conteúdo teórico, o professor citava alguma relação com fenômenos do cotidiano?	( ) Sim ( ) Não
5. Enumere três fatores que facilitaram o seu entendimento do conteúdo da física.	
a.	_____
b.	_____

- c. \_\_\_\_\_
6. Durante o Ensino Médio, você teve aulas práticas de Física? ( ) Sim ( ) Não
7. Qual a sua expectativa em relação à disciplina Física II?
8. Quais relações você antecipa entre o conteúdo de Física II e as questões práticas vivenciadas por um engenheiro ambientalista no campo de trabalho?

**Fonte: Elaborado pelo autor**

Em particular, buscou-se identificar a maneira como o professor de física discutiu a matéria em sala de aula, se estes professores proporcionaram aos alunos contato com aulas experimentais, e se correlacionaram o conteúdo ao cotidiano. Em relação ao novo curso, os discentes foram questionados sobre as suas expectativas em relação à disciplina, e se seriam capazes de antecipar alguma inter-relação entre a Física e a sua prática profissional.

### 3.1.2 Contextualização da física na área de atuação

No questionário de sondagem, que foi direcionado aos Engenheiros Ambientais e Sanitários, mostrado no quadro 2, foram abordadas questões de cunho profissional.

#### **Quadro 2. Questionário de sondagem aplicado aos profissionais**

Nome: \_\_\_\_\_

Formação Acadêmica:

( ) Engenharia Ambiental    ( ) Engenharia Ambiental e Sanitária

Titulação: \_\_\_\_\_

Empresa que trabalha: \_\_\_\_\_

Local: \_\_\_\_\_

Tempo de atuação no mercado de trabalho: \_\_\_\_\_ anos

Relate sua prática profissional: \_\_\_\_\_

1. Especifique conteúdos e tópicos de Física que você considera essenciais no campo de trabalho em que você atua.
2. Dê sugestões para que o ensino de Física durante o curso fosse mais compreendido e proveitoso para o profissional da Engenharia Ambiental e Sanitária no campo de atuação.

3. Espaço para qualquer comentário, sugestão ou crítica que o entrevistado desejar.

**Fonte: Elaborado pelo autor**

Em sua maioria, essas questões buscavam conhecer os conteúdos mais importantes da Física para um profissional da Engenharia Ambiental e Sanitária, bem como a sua aplicabilidade na área de atuação, com isso buscando identificar quais conteúdos têm relação com a prática atual no campo de trabalho.

### 3.1.3 Avaliação da unidade de ensino pelos alunos

Um questionário pós-teste foi aplicado aos alunos após a participação nas atividades desenvolvidas durante a aplicação da unidade de ensino. Este questionário investiga a avaliação dos alunos sobre a nova dinâmica e metodologia, e os recursos metodológicos alternativos das aulas planejadas. As perguntas do pós-teste são mostradas no quadro 3.

#### Quadro 3. Questionário de Pós-Teste aplicado aos alunos

Questionário

1. Você teve dificuldade no aprendizado de Física? ( ) Sim ( ) Não
2. Qual a maior dificuldade em seu entendimento dos conteúdos da disciplina de Física? ( ) Os cálculos ( ) A teoria ( ) Ambos
3. As questões de física nas avaliações abordavam situações cotidianas, práticas, ou exemplos do dia a dia? ( ) Sim ( ) Não ( ) Às vezes
4. Em caso afirmativo: ao se abordar essas questões contextualizadas e aplicadas você encontrava maior facilidade de compreensão e resolução destas? ( ) Sim ( ) Não ( ) Às vezes
5. As aulas que demonstravam a prática do conteúdo antecipando o que seria estudado facilitou o seu entendimento do conteúdo teórico? ( ) Sim ( ) Não
6. Os Trabalhos (na forma de seminários) apresentados por vocês nesse semestre sobre tópicos do conteúdo da ementa trabalhada em sala de aula trouxe uma nova visão da disciplina para você como um profissional da área que

curso? ( ) Sim ( ) Não

7. Os Trabalhos (na forma de seminários) apresentados por vocês nesse semestre sobre tópicos do conteúdo da ementa trabalhada em sala de aula agregaram valores no aprendizado da disciplina, ou seja, fez um link da teoria com a realidade? ( ) Sim ( ) Não

8. A didática adotada em sala pelo professor, que abordou na maioria das vezes a relação de sala de aula com a prática do profissional em sua área, trouxe relevância para seu aprendizado? ( ) Sim ( ) Não

9. Você recomendaria essa nova dinâmica de ensino de física para turmas futuras e quem sabe, dessa forma, ser adotada como metodologia de ensino dos conteúdos de física para outros cursos? ( ) Sim ( ) Não

10. Faça abaixo críticas e sugestões para melhoria da nossa Unidade de ensino.

**Fonte: Elaborado pelo autor**

Especificamente, buscou-se identificar, se na opinião dos alunos as práticas adotadas em sala de aula contribuíram para melhorar a compreensão dos conceitos de física, se a presença de questões contextualizadas com situações cotidianas ajudou na resolução das avaliações, se o contato prático inicial do aluno com o conteúdo fez diferença na aprendizagem, se essa nova dinâmica agregou valores aos acadêmicos, em particular a conexão feita entre os conteúdos e a prática profissional, e se indicariam esta metodologia para ser utilizada em outras oportunidades. Por fim, foi deixado um espaço livre para que estes pudessem fazer críticas e sugestões à proposta.

### **3.2 Dados coletados**

Nesta seção discutem-se os dados coletados no questionário pré-teste e na sondagem realizada com os engenheiros ambientalistas e sanitaristas. Estes dados foram importantes para orientar a elaboração da unidade de ensino.

#### **3.2.1 Identificando as dificuldades dos alunos**

Participaram da pesquisa 17 alunos do terceiro período de Engenharia Ambiental e Sanitária das Faculdades Doctum de Teófilo Otoni. O primeiro questionário foi

aplicado no início do mês de fevereiro, portanto, antes de qualquer contato com a disciplina Física. O questionário foi respondido individualmente e sem consulta a nenhum material, apenas sendo tiradas algumas dúvidas em relação às perguntas com o professor.

Todos os alunos afirmaram que estudaram Física no ensino médio, e onze (aproximadamente 65%) disseram que tiveram dificuldades no aprendizado de Física.

Na tabela 1 são mostradas as maiores dificuldades no entendimento de Física apontado pelos alunos. Podemos notar que os cálculos, teoria e a aplicação da teoria, separadamente, se destacaram ao serem relatadas por uma maior quantidade de alunos. Ou seja, raramente o aluno afirmou apresentar dificuldades em alguma combinação destas modalidades.

**Tabela 1. Dados relativos à terceira questão do pré-teste  
Qual a maior dificuldade em seu entendimento dos conteúdos de  
Física?**

Modalidades	Quantidade de Alunos
Cálculos	5
Teoria	5
Aplicação	4
Teoria e Cálculos	1
Aplicação e Teoria	1
Aplicação e Cálculos	1
TOTAL	17

**Fonte: Dados da pesquisa**

Em resposta à quarta questão, a maioria dos alunos (65%) relatou que durante o ensino médio a relação entre a teoria e o cotidiano foi trabalhada pelo professor em sala de aula. Percebe-se, com base nos dados mostrados na tabela 2, que os professores ao lecionar para estes alunos no ensino médio utilizaram recursos alternativos para discutir o conteúdo de Física em sala de aula. Dentre as práticas mais utilizadas estão a correlação com o cotidiano, confirmando o resultado anterior, aulas práticas e exibição de vídeos.

**Tabela 2. Dados relativos à quinta questão do pré-teste  
Enumere três fatores que facilitaram o conteúdo da Física**

	Quantidade de indicações
Aulas práticas e vídeos	10
Relação com o cotidiano	10
Vídeos	7
Qualificação do professor	6
Resolução de exemplos	4
Aulas dinâmicas	3
Aulas para Dúvidas	2
Total	41

**Fonte: Dados da pesquisa**

Na sexta questão, confirmando os dados da tabela 2, em que os alunos relataram que as aulas práticas foram um dos fatores que facilitaram o aprendizado, um pouco mais que a maioria dos alunos (53%) afirmaram ter experimentado esse recurso didático nas aulas de Física.

**Tabela 3. Dados relativos à sétima questão do pré-teste  
Qual a sua expectativa em relação a disciplina Física II?**

Recursos citados	Quantidade de Alunos
Aplicar física no cotidiano/prática	14
Aprimorar/ampliar conhecimentos	6
Facilitar aprendizado/assimilar conteúdo	2
Realizar aulas práticas	1
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>

**Fonte: Dados da pesquisa**

Na tabela 3 são mostradas as expectativas dos alunos em relação à disciplina Física II do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Percebe-se que a maioria dos alunos, em um total de 14, citaram a aplicação da Física no cotidiano/prática; enquanto que seis alunos esperam aprimorar/ampliar os conhecimentos relativos à disciplina; dois alunos têm a expectativa de aprender com facilidade ou assimilar o conteúdo; e apenas um aluno espera ter atividades práticas. Este resultado indica a

importância de correlacionar a teoria da física com o cotidiano e a prática do engenheiro.

De acordo com a análise do primeiro questionário, respondido pelos alunos participantes da pesquisa, percebeu-se que, embora eles tenham tido aulas bastante diversificadas, com vários recursos didáticos e exploração da relação do conteúdo com o cotidiano, a maioria citou ter dificuldades para aprender a matéria.

Tendo em vista a experiência didática destes alunos, com a expectativa apresentada por eles, de ser discutida a relação do conteúdo com a prática profissional, percebeu-se a necessidade de trabalhar em sala com vários recursos didáticos, como vídeos com demonstrações de fenômenos físicos, experimentos, ou fatos que envolvam o conteúdo ministrado; realizar aulas práticas no laboratório de física, além de atividades que relacionem o conteúdo à prática profissional do engenheiro ambiental e sanitário.

### **3.2.2 Identificando a relação do conteúdo com a prática profissional**

Para identificar quais conteúdos de Física são pré-requisitos básicos para um profissional atuar na área de Engenharia Ambiental e Sanitária, foi feita uma sondagem com profissionais atuantes na área.

Desta maneira, foi possível contatar cinco profissionais, dentre eles, a coordenadora e a professora do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária na faculdade Doctum, a engenheira ambiental e o secretário de meio ambiente da Prefeitura de Teófilo Otoni, e um engenheiro ambiental de uma empresa privada. Alguns dos profissionais responderam ao questionário via correio eletrônico, e outros, com os quais tínhamos contato direto na instituição Doctum, o responderam pessoalmente. Na análise dos dados, os engenheiros serão identificados como EA, EB, EC, ED e EE.

Ao realizar uma análise dos dados coletados dos profissionais que atuam na área, percebeu-se que estes indicaram principalmente os conteúdos de Mecânica, Termodinâmica e Hidrodinâmica, com quatro indicações cada, como fundamentais para capacitarem o discente do curso de Engenharia ambiental e sanitária para atuar no campo de trabalho. Outros conteúdos como Óptica e Eletromagnetismo da Física, e Álgebra linear e vetores da Matemática, tiveram uma indicação; Física

moderna foi indicada por dois respondentes. Para a discussão da Física moderna, um dos respondentes justifica que esta

deveria ser mais difundida no cenário ambiental como propulsora de tecnologias que fomentem a redução do consumo de fontes energéticas esgotáveis, solução de problemas de saneamento básico, desenvolvimento de tecnologias para novos materiais de construção, veículos, etc. (Engenheiro E)

Dentro da Mecânica, os respondentes citaram a importância de estudar as leis de Newton, movimento retilíneo uniforme, movimentos de rotação e translação, e a grandeza quantidade de movimento (ou momento linear). Em Hidrodinâmica, os respondentes mencionaram vazão e escoamento de fluidos; e estudo dos gases em Termodinâmica.

Em relação à forma de ensinar física para alunos da Engenharia Ambiental e Sanitária, os profissionais pesquisados indicaram a experimentação, para trabalhar os conteúdos, e a exploração da inter-relação entre a física teórica e as questões ambientais, tanto na discussão do conteúdo e atividades, como na resolução de problemas. Na visão dos participantes é importante aproximar a física discutida do campo de trabalho.

A engenheira EB deixou todos os campos do questionário em branco, e apenas relatou em sua mensagem, além dos dados pessoais, que não aplica nada do conteúdo de física na sua prática profissional. É importante mencionar que o seu trabalho é restrito a serviços burocráticos internos da prefeitura municipal de Teófilo Otoni, possivelmente explicando o porquê este profissional não tem contato com a prática do engenheiro.

No espaço deixado para críticas, comentários ou sugestões, os participantes foram unânimes em dizer que este trabalho é de suma importância. Outras sugestões foram “*a inserção do tema pensamento sistêmico como novo paradigma*”; e “*trabalhar em sala a demanda de recursos hídricos e seu modo de consumo*”.

Assim, entende-se que as aulas de Física devem ser voltadas para uma abordagem dinâmica e prática dos conteúdos em sala de aula, pois, além de facilitar a aprendizagem dos alunos, seria uma oportunidade para formar profissionais diferenciados, críticos e formadores de opinião, os quais seriam educados para a vida. Esses objetivos estão em acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) do curso, que afirma que o curso de graduação em Engenharia Ambiental e

Sanitária deverá possibilitar a formação profissional que revele, pelo menos, as seguintes habilidades e competências:

I - Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;

II - Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;

III - Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;

Além de outros objetivos citados no próprio documento. Enfatizam-se também alguns objetivos específicos do discente de engenharia ambiental e sanitária, como por exemplo:

I - Desenvolver práticas inovadoras no ensino de Engenharia Civil;

II - Motivar o afloramento de novas ideias e o desenvolvimento do espírito crítico, de forma que o estudante possa tomar consciência do processo no qual ele está inserido e tenha condições de manifestar sua capacidade de liderança e de tomada de decisões.

Outros objetivos específicos do curso de engenharia ambiental e sanitária encontram-se no documento mostrado no Apêndice.

Mediante os objetivos anteriormente citados, espera-se que profissionais atuantes na área, como podemos perceber pelo perfil dos nossos pesquisados, comunguem a opinião da necessidade de mudança no modo de abordar o conteúdo de física no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, no qual se faz necessário um ensino significativo como relata Dewey (1994, p.55):

O conhecimento oriundo do estudo das matérias deve ter para o aluno a mesma substancialidade que as experiências vividas no ambiente extraescolar. Isso pode ser facilitado com o uso de recursos como laboratórios, oficinas, apresentações, atividades de jogos e dramatizações, a serem empregados sempre em associação direta com a sala de aula.

### **3.3 Elaboração do produto educacional**

Nosso produto educacional tem como objetivo oferecer uma nova proposta de ensino de Física para alunos do nível superior, especificamente no curso de Engenharia ambiental e sanitária. Esta proposta tem como base aulas diversificadas, incluindo uma nova dinâmica e recursos de ensino, abordando tanto o aspecto teórico como o aspecto prático da Física, e principalmente relacionando-a ao campo de trabalho do futuro profissional da área. Acredita-se, assim, que a Física será

ensinada de uma maneira mais prazerosa, agradável, possibilitando que sua compreensão se torne mais fácil por parte dos alunos, além de mais significativa do ponto de vista da aplicabilidade da matéria no mercado de trabalho.

Nesse produto, vários recursos didáticos foram utilizados no decorrer do semestre para que fossem realizadas atividades com o intuito de inovar o modo de trabalhar o conteúdo de Física discutido em sala de aula.

Alguns desses recursos incluíram experimentos no laboratório de Física, seminários, vídeos sobre o conteúdo abordado em sala, instrumentos de medição, ou seja, utensílios que remetiam ao conteúdo naquele momento, como por exemplo, termômetros ou celulares, que possuem o recurso de transformação de temperaturas, ao discutir sobre escalas termométricas; ainda foram realizadas experiências simples, com materiais de baixo custo, tais como um pequeno recipiente com água, um ovo cru e sal, para iniciar a discussão de conceitos de hidrostática, como densidade e empuxo; além dos recursos tradicionais como quadro e pincel usados por todos os professores em sala de aula.

As aulas de física não foram planejadas antecipadamente, e sim foram sendo planejadas no decorrer do semestre letivo, aula a aula, semana após semana. O intuito era de conhecer as dificuldades da turma e suas deficiências, como também identificar o seu comportamento diante daquele momento novo vivido em sala de aula. Ou seja, as aulas foram sendo planejadas de acordo com o desenvolvimento da turma e a recepção da nova metodologia adotada. Percebeu-se que, à medida que a turma foi se acostumando com as aulas, era possível desenvolver o conteúdo com maior facilidade.

O semestre foi dividido em três etapas: onde nesse período foi trabalhado em sala os conteúdos de mecânica dos fluidos e ensino de termodinâmica. Cada etapa foi composta por momentos de aplicação de atividades, aulas práticas, debates, e culminou na terceira etapa como penúltima avaliação um seminário. Sendo que todas as atividades se davam em sala de aula em 100 minutos .

Nas aulas em que se iniciava um conteúdo novo, havia um primeiro momento de indagações sobre o tema que seria estudado. Como era esperado houve grande participação por parte dos alunos neste momento, pois, de acordo com os dados do primeiro questionário aplicado, todos os alunos afirmaram que haviam estudado física no ensino médio. Assim, eles mostraram que tinham conhecimentos prévios sobre o assunto.

Em seguida, no segundo momento, era demonstrado um objeto (ou utensílio), ou vídeos exibindo algo característico do conteúdo que seria trabalhado, ou um simples experimento que remetesse ao tema discutido. Como por exemplo, ao discutir a pressão que os líquidos exercem devido à profundidade, foi utilizado o experimento da garrafa pet cheia de água, com três furos verticais em alturas distintas, para demonstrar qualitativamente a diferença de pressão no líquido em relação a cada furo. Deste modo, os alunos teriam a oportunidade de relatar de maneira espontânea o que eles viram na prática, e relacionar com os conceitos que estavam estudando. As palavras-chave do conteúdo eram anotadas no quadro, assim, possibilitando a elaboração de relações entre elas e matéria que iria iniciar naquele momento.

No terceiro momento, iniciava-se a discussão dos conceitos básicos da matéria abordada, correlacionando-os diretamente com as palavras-chave anotadas no quadro pelo professor no segundo momento, e assim fechava-se a primeira aula de 100 minutos.

Na segunda aula, correspondendo ao quarto momento, os primeiros cinquenta minutos foram utilizados para realizar um experimento, ou a sua exibição por meio de um vídeo, caso não fosse possível a sua realização. O objetivo era permitir que os alunos resgassem os conceitos anotados na aula anterior, proporcionando uma oportunidade para que julgassem, construíssem conceitos e amadurecessem suas ideias sobre o tema. Na segunda metade da aula, no quinto momento, finaliza-se a discussão dos conceitos teóricos e as deduções de fórmulas iniciadas na primeira aula.

Após as considerações finais feitas no sexto momento (terceira aula), era entregue a todos os alunos uma lista de exercícios com no mínimo 30 questões (Lista de exercício de prática). Essas questões abordavam tópicos da teoria vista em sala durante as aulas, com questões de cálculo e questões práticas, que necessitavam tanto do raciocínio dos alunos como também uma interpretação do conhecimento teórico em situações do cotidiano.

A lista de exercícios avaliativos vale em média dez pontos, e deve ser feita em grupos de quatro alunos, organizados entre eles, em sala de aula. Quando houver dúvidas, essas são sanadas pelo professor no decorrer das aulas. Ao final de duas ou três aulas todos os grupos haviam finalizado os exercícios. Esta lista de exercícios servirá para o aluno se preparar para a etapa de avaliação.

Na quinta aula depois de feita essa lista inicial, eram aplicados exercícios extras, abrindo-se espaço para dialogarmos sobre alguma dúvida teórica ou experimental dos alunos. Nessa mesma aula era marcado um trabalho avaliativo, valendo de cinco a dez pontos, para o próximo encontro.

O trabalho avaliativo era então aplicado na sexta aula, também realizado em grupos de quatro alunos e sem consulta ao material, sendo apenas disponibilizado o uso de calculadora e as fórmulas que eram colocadas no quadro.

Na sétima aula, eram entregues os trabalhos corrigidos, e as dúvidas eram explicadas no quadro pelo professor juntamente com toda a turma, finalizando assim a discussão daquele conteúdo e a primeira etapa.

Para o encerramento da etapa era aplicada a avaliação individual sem consulta, no valor de 10 pontos na primeira etapa, e 20 pontos na segunda e terceira etapa, valores que respeitam o regimento interno da IES, que exige no mínimo uma avaliação individual e sem consulta em cada etapa. Onde está avaliação além de estar no regimento interno da Doctum, ela também é muito significativa, pois através da mesma podemos chegar a conclusões sobre a aprendizagem individual dos nossos alunos, já que as outras atividades foram realizadas em grupo.

Na próxima aula iniciava-se um novo ciclo para a segunda etapa. E Assim sequencialmente até o fim da terceira etapa, onde culminou no encerramento do semestre com o seminário, onde o mesmo abordou os tópicos da ementa trabalhados em sala durante todo o semestre.

Em suma, na maioria das oportunidades em que foi realizada a apresentação de vídeos e do seminário, os recursos didáticos frequentemente utilizados em sala de aula consistiram de notebook, projetor de multimídia, e caixa de som. De acordo com o conteúdo discutido, fazia-se uso de utensílios simples para nortear o tema da aula, como instrumentos de medidas de variação de temperatura, etc. No laboratório de Física foram realizados experimentos sobre escalas termométricas, dilatação dos corpos, e quantidade de calor.

### **3.4 Aplicação do produto educacional**

Este trabalho foi realizado no primeiro semestre de 2015 no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária das Faculdades Doctum de Teófilo Otoni (MG). A

Unidade de ensino foi aplicada a 23 alunos do terceiro período, com faixa etária variando de 19 a 23 anos.

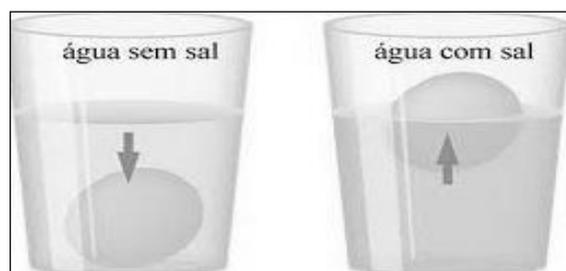
Em cada etapa do semestre, trabalhamos os conteúdos de Mecânica dos fluidos (primeira etapa) e Termodinâmica (segunda etapa), que fazem parte da ementa de física do curso, e realizamos a avaliação final (terceira etapa). O tópico Movimento ondulatório também faz parte da ementa, mas por falta de tempo não foi abordado neste semestre.

No esquema a seguir, descrevemos em detalhes como foi realizada a condução do conteúdo de Fluidos na turma passo a passo.

### **Primeira Aula**

1º passo. Apenas citando o nome do conteúdo, ouvimos os relatos dos alunos e anotamos no quadro as palavras-chave mencionadas, ou seja, palavras que tinham significância para o desenrolar da aula.

2º Passo. Foi realizado um experimento simples sobre densidade utilizando um recipiente transparente com água de torneira, sal e um ovo cru, como mostrado na figura 1.



**Figura 1. Experimento simples sobre densidade**

3º Passo. Ouvimos os comentários feitos pelos alunos em relação ao experimento e os correlacionamos com as palavras por eles ditas que estavam escritas no quadro, iniciando a dedução das fórmulas relacionadas com a matéria.

## Segunda Aula

4º Passo. Iniciamos a aula lembrando do encontro anterior, a teoria e fórmulas abordadas, e sequencialmente começamos a realização de simples experimentos.



**Figura 2. Ilustração do experimento sobre pressão**

Com uma agulha e um pincel atômico demonstramos a relação entre a pressão que os sólidos exercem em uma superfície e a área de contato. A pressão, cuja diferença é percebida por meio da sensação de dor, é exercida em nossa mão pela mesma força nos dois casos. Assim, com as informações geradas pelos alunos diante do exposto deduzimos a fórmula utilizada para o cálculo da pressão exercida pelos sólidos sobre uma superfície.

5º Passo. Neste momento realizamos outro experimento simples para demonstrar a relação entre pressão e profundidade de um líquido. Para tal, foram utilizadas duas garrafas pet, cheias de água, com um furo vertical cada em diferentes alturas. Ao deixar a água vazar através dos furos, percebemos que quanto mais baixo este estiver localizado, maior a pressão hidrostática, e conseqüentemente, maior a velocidade do jato de água, como pode ser visto na figura 3.



**Figura 3. Ilustração do experimento sobre pressão nos líquidos**

E novamente, usando os relatos dos alunos anotados no quadro, com auxílio da fórmula deduzida com os alunos para a pressão nos sólidos, chegamos à dedução da fórmula sobre pressão nos líquidos.

6º Passo. Entregamos a lista de exercícios para prática e assimilação do conteúdo. No momento da entrega da lista é feito, a título de exemplo, um exercício de cada tópico do conteúdo explicado até o momento. No quadro 1 mostramos três exemplos dos exercícios dessa lista.

O primeiro exercício é uma aplicação direta do conteúdo, em que o aluno precisa saber qual a relação entre densidade, massa e volume de um objeto. No segundo exercício, o aluno deve analisar a situação dada, associando o conceito de pressão com o experimento realizado em sala. E no terceiro exercício, correlaciona-se o conteúdo com uma situação prática do engenheiro.

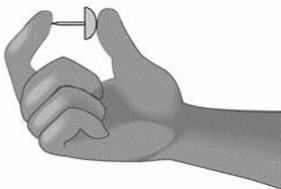
#### **Quadro 4. Exemplos de exercícios aplicados**

**Ex<sub>1</sub>.** A massa de um bloco de granito é de 65.000 kg e a densidade do granito é de 2.600 kg/m<sup>3</sup>.

Qual o volume desse bloco?

- a) 0,0025 m<sup>3</sup>      b) 0,025 m<sup>3</sup>      c) 0,25 m<sup>3</sup>      d) 2,50 m<sup>3</sup>      e) 25,00 m<sup>3</sup>

**EX<sub>2</sub>.** Um aluno do curso de engenharia ambiental e sanitária aperta uma tachinha entre os dedos, como mostrado nesta figura:



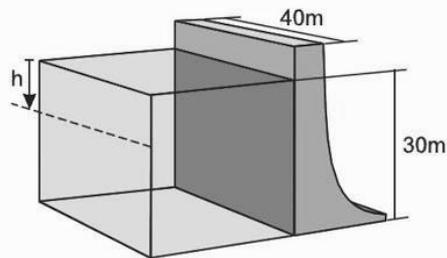
A cabeça da tachinha está apoiada no polegar e a ponta, no indicador.

Sejam  $F(i)$  o módulo da força e  $p(i)$  a pressão que a tachinha faz sobre o dedo indicador, e  $F(p)$  e

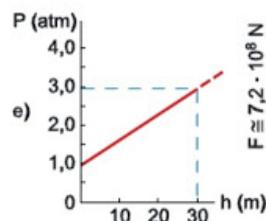
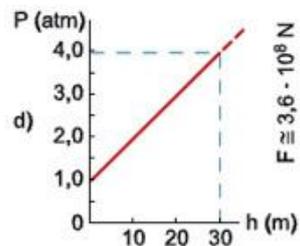
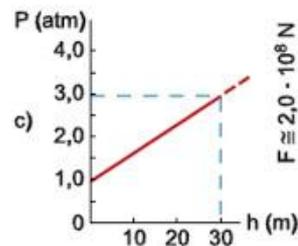
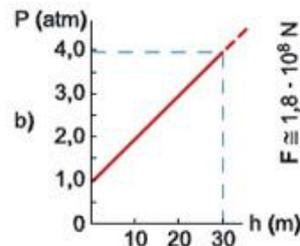
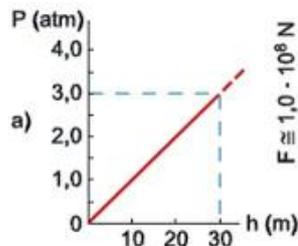
$p(p)$ , o módulo da força e a pressão que agem sobre o polegar, respectivamente. Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que

- a)  $F(i) > F(p)$  e  $p(i) = p(p)$ .      b)  $F(i) = F(p)$  e  $p(i) = p(p)$ .  
 c)  $F(i) > F(p)$  e  $p(i) > p(p)$ .      d)  $F(i) = F(p)$  e  $p(i) > p(p)$       e.  $F(p) = F(i)$  e  $p(p) > p(i)$ .

**Ex3.** As barragens em represas são projetadas por engenheiros para suportar grandes massas de água. Na situação representada na figura, temos uma barragem de 40 m de largura, retendo uma massa de água de 30 m de profundidade. Conhecendo-se o comportamento da pressão com a altura da coluna de um fluido, e levando-se em conta que a pressão atmosférica age dos dois lados da barragem, é possível determinar a força horizontal da água da represa sobre a barragem.



Considere a pressão atmosférica como  $1\text{atm} \approx 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ , a densidade da água  $\rho_{\text{água}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  e a aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Qual das alternativas melhor representa a variação da pressão com a altura  $h$  da água em relação à superfície, e a força horizontal exercida por essa massa de água sobre a barragem?



### **Terceira aula**

7º Passo. Divisão da turma em grupos para a realização do trabalho avaliativo, e início da resolução dos exercícios por parte dos alunos.

### **Quarta aula**

8º Passo. Continuação da resolução da lista de exercícios.

### **Quinta aula**

9º Passo. Última aula reservada para finalizar a lista de exercícios. Nesta aula também foram discutidas as dúvidas dos alunos.

### **Sexta aula**

10º Passo. Realização de alguns exercícios que não estejam na lista citada acima, como forma de recapitulação e que possa dar oportunidade para trabalhar questões com maior grau de dificuldade, além de diagnosticar o aprendizado da turma. No final agendamos com a turma o trabalho avaliativo no próximo encontro.

### **Sétima aula**

11º Passo. Na sétima aula é aplicado o trabalho avaliativo, realizada em grupos de quatro alunos, sem consulta ao material. Foi liberado o uso de calculadora e fórmulas escritas no quadro pelo professor.

### **Oitava aula**

12º Passo. Entrega de trabalhos corrigidos juntamente com a nota, análise do resultado geral da turma e por fim resolução no quadro do trabalho avaliativo por parte do professor.

Com a conclusão dos passos acima, finalizamos a primeira parte do conteúdo de fluidos, em que foram aplicados dois trabalhos avaliativos realizados em grupo: o

primeiro com consulta, além do apoio e acompanhamento do professor; e outro sem consulta a qualquer material sendo fornecidas as fórmulas.

Além dos trabalhos em grupo, houve durante o semestre a realização de dois seminários, um no final da primeira etapa sobre Reciclagem de materiais, em que a turma foi dividida em grupos de acordo com a escolha dos produtos reciclados, tais como papel, vidro, plástico, pneu e metais; e outro no final da segunda etapa que teve como tema os Novos tipos de pavimentações, como o asfalto verde, que busca amenizar o impacto ambiental com a reutilização de pneus ;o asfalto que absorve a água; concreto permeável, dentre outros tipos de pavimentações. Esse seminário ocorreu após trabalhar em sala o conteúdo de Termologia e Calorimetria, assim, os alunos já haviam realizado experimentos no laboratório de física, assistido a vídeos de experimentos e documentários sobre o tema abordado.

Na terceira etapa foi aplicada a avaliação tradicional, individual e sem consulta, que faz parte do regimento interno das Faculdades Doctum sobre todo o conteúdo visto.

O modo que foi trabalhado os outros conteúdos nas outras etapas encontra-se no produto deste trabalho apresentado no capítulo 4, assim como as atividades aplicadas que se encontram na lista de atividades no item 4.4 deste trabalho.

### **3.5 Avaliação da unidade de ensino pelos alunos**

Nesta seção discute-se a análise do segundo questionário aplicado aos alunos participantes da pesquisa, após a conclusão das atividades da Unidade de ensino. Verifica-se que participaram da pesquisa 23 alunos, diferente do primeiro questionário em que participaram 17 alunos. Esta diferença ocorreu devido ao primeiro questionário ter sido aplicado na primeira semana de aula do semestre e alguns alunos ainda não estarem matriculados na disciplina.

Na pergunta 1, percebe-se que 15 alunos afirmaram não terem tido dificuldade de aprendizado com a nova didática e as dinâmicas usadas durante o semestre. Aproximadamente 65% dos entrevistados responderam que não tiveram dificuldade no aprendizado de Física através da nova metodologia adotada em sala de aula. Este resultado é mostrado no gráfico 1.

**Gráfico 1 – Referente a resposta da questão 1**

**Fonte: Dados da pesquisa**

Na pergunta 2, os alunos relataram que a sua maior dificuldade em relação ao aprendizado de Física II no primeiro semestre foi o quesito teoria, gráfico 2, fato confirmado ao constatar que aproximadamente 70% dos alunos não tiveram um desempenho satisfatório quando o item abordado exigia o entendimento teórico do conteúdo.

Crê-se que essa dificuldade seja consequência da falta de hábito dos alunos em lidar com questões contextualizadas, envolvendo além de cálculos, o entendimento teórico e prático da matéria, necessitando interpretar os textos e suas indagações. Vale ressaltar que na instituição não há um livro didático de física direcionado ao curso de Engenharia ambiental e sanitária, portanto podemos apontar esse aspecto como um dos fatores que dificultaram o aprendizado teórico por parte dos alunos. Neste caso, a compreensão da teoria agregada à prática facilitaria a resolução das questões em provas e trabalhos.

**Gráfico 2 - Referente a resposta da questão 2**

**Fonte: Dados da pesquisa**

Nas perguntas 3 e 4, todos os alunos afirmaram que perceberam a presença de questões práticas nas avaliações (gráfico 3), e relataram que tinham maior facilidade para responderem questões contextualizadas e voltadas para a prática de um engenheiro ambientalista (gráfico 4). Este fato comprova que a ligação entre a sala de aula e a aplicação do conteúdo na prática profissional pode proporcionar ao aluno um melhor desempenho na interpretação das questões, melhorando o entendimento do conteúdo e ampliando a utilização deste em prováveis situações no campo de trabalho ou até mesmo em situações cotidianas.

**Gráfico 3 - Referente a resposta da questão 3**



**Fonte: Dados da pesquisa**

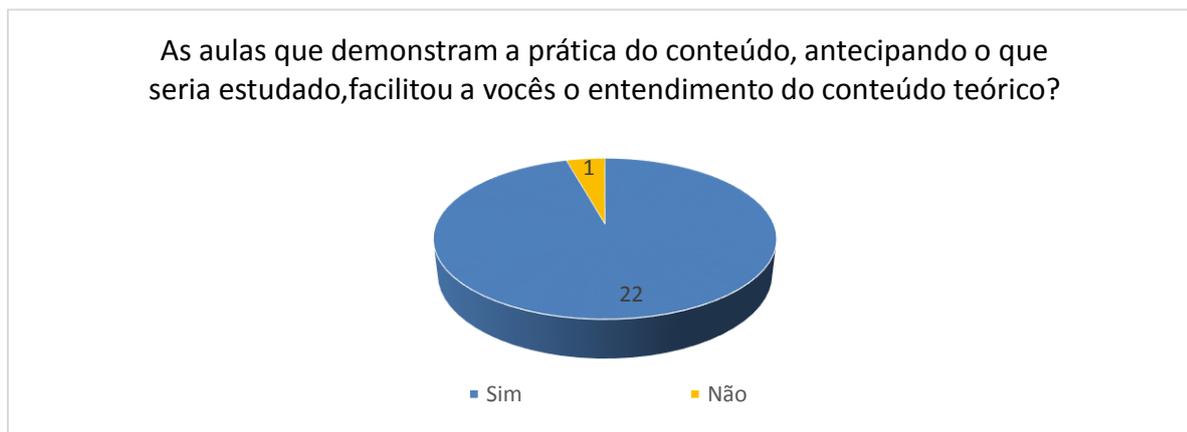
**Gráfico 4 - Referente a resposta da questão 4**



**Fonte: Dados da pesquisa**

A maioria dos alunos (96%) afirmou que ao antecipar o conteúdo teórico com exemplos práticos no laboratório ou em vídeos que demonstrassem a aplicabilidade através de exemplos, experiências e fatos cotidianos, melhorou o entendimento da disciplina durante o semestre, facilitando a compreensão da mesma como comprovado no gráfico 5.

**Gráfico 5 - Referente a resposta da questão 5**



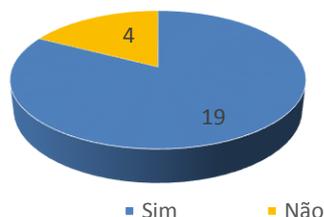
**Fonte: Dados da pesquisa**

Percebemos nas respostas das perguntas 6 e 7, mostradas nos gráficos 6 e 7, que os alunos concordaram com os enunciados das questões, afirmando que os trabalhos apresentados no formato de seminários, juntamente com a pesquisa ao tema, trouxeram uma nova visão da disciplina e sua aplicabilidade ao campo de trabalho, conectando os conteúdos com a realidade prática do engenheiro ambiental e sanitário.

Essa nova dinâmica usada em sala de aula rompe com a educação tradicional, apoiando-se na experimentação, entendida como uma abordagem dos fatos que busca a descoberta e a verificação, que permite certificar se determinado conhecimento é verdadeiramente um conhecimento ou uma mera opinião (DEWEY, 1984, p. 30).

### Gráfico 6 - Referente a resposta da questão 6

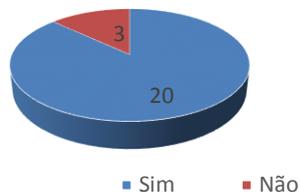
Os trabalhos ( Seminários) apresentados por vocês esse semestre em relação aos tópicos do conteúdo da ementa trabalhada em sala de aula, trouxe uma nova visão da disciplina para você como um profissional da área que cursa?



Fonte: Dados da pesquisa

### Gráfico 7 - Referente a resposta da questão 7

Os trabalhos ( Seminários) apresentados por vocês esse semestre em relação aos tópicos do conteúdo da ementa trabalhada em sala de aula, agregaram valores no aprendizado da disciplina em sala de aula ou seja fez um link da teoria com a realidade?



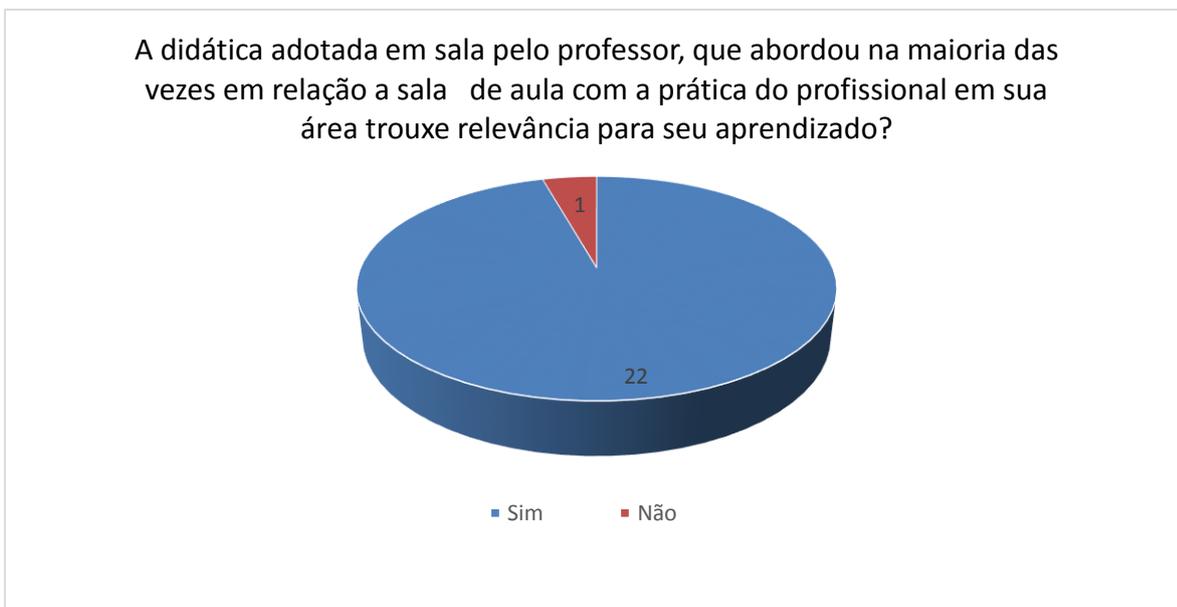
Fonte: Dados da pesquisa

Tendo em mente o referencial teórico de Dewey, verificamos na pergunta 8 que 96% dos alunos relataram que aprovaram essa aprendizagem diferenciada, em que o professor busca discutir o conteúdo de maneira clara, objetiva e prática (Gráfico 8). Ainda, os resultados mostrados no gráfico 9, revelam que 91% dos alunos indicariam essa nova metodologia de ensino, não só no seu curso, mas também para outras engenharias.

Este fato reforça o pensamento de Dewey, que a educação deve ir além da sala de aula. Para Dewey, o professor deve apresentar os conteúdos escolares na forma de questões ou problemas, e jamais dar de antemão respostas ou soluções prontas. Em lugar de começar com definições ou conceitos já elaborados, deve usar procedimentos que façam o aluno raciocinar e elaborar os próprios conceitos para

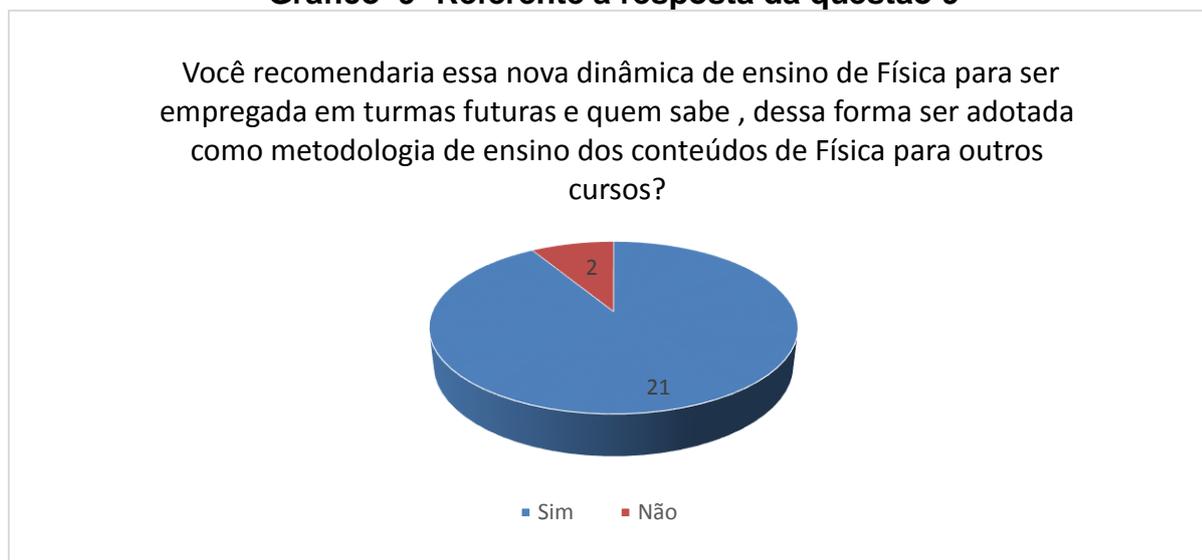
depois confrontar com o conhecimento sistematizado. Pode-se afirmar que as teorias mais modernas da didática, como o construtivismo e as bases teóricas dos Parâmetros Curriculares Nacionais, têm inspiração nas ideias desse educador.

**Gráfico 8 - Referente a resposta da questão 8**



**Fonte: Dados da pesquisa**

**Gráfico 9- Referente a resposta da questão 9**



**Fonte: Dados da pesquisa**

Na análise da última questão da pesquisa, na forma de críticas e sugestões dos alunos mostradas na tabela 4, percebemos que os alunos demandam a

necessidade de uma nova abordagem do conteúdo na sala de aula, pois se crê que o uso do laboratório e a realização de experimentos, ou outra atividade que venha ser diferenciada da educação tradicional, apoiada apenas pelo uso do quadro e pincel, traz uma grande significância de aprendizado para os alunos, além de ser algo novo para alguns.

**Tabela 4 – Respostas referentes a pergunta número10**

Faça críticas ou sugestões para melhoria de nosso projeto	
<b>Críticas ou Sugestões</b>	<b>Quantidade de sugestões</b>
Mais vídeos da matéria	2
Provas em dupla	2
Aulas dinâmicas	2
Fazer mais práticas no laboratório	10
Envolver mais os alunos no projeto	1
Mais teoria	1
Sem Sugestões e Críticas	5
<b>Total</b>	<b>23</b>

**Fonte: Dados da pesquisa**

A busca por uma nova maneira de lecionar no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, em que a correlação teórica e práticas e fez presente na maioria dos momentos, trouxe relevância para o entendimento do conteúdo, possibilitando a criação de um ambiente de curiosidade, indagações, dúvidas, questionamentos e conclusões.

Logo, a metodologia usada em sala de aula, promovendo a inovação do ensino de Física no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária durante o semestre, vai ao encontro do anseio dos profissionais da área e também da nova ordem mundial. É importante assegurar que os conteúdos trabalhados em sala de aula tenham um significado prático, uma aplicação no campo de trabalho ou até mesmo em uma simples demonstração, que fuja do tradicional. Permitindo que estes sejam observados de uma maneira diferente pelo aluno, dando espaço para que este possa construir conceitos, tirar conclusões sobre a matéria e correlacioná-los com sua vida prática. Assim, dando a este aluno a oportunidade de criar novos valores

culturais, educacionais, deixando de ser um mero espectador e se tornando um formador de opinião.

## 4 PRODUTO EDUCACIONAL

### 4.1 Carta de apresentação

Caríssimo colega professor,

O produto educacional deste trabalho consiste em uma unidade de ensino, caracterizada por uma nova visão do ensino de Física nos cursos de engenharia, especialmente no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Sugerem-se aulas dinâmicas, com atividades que envolvem a utilização de vídeos e experimentos para ilustrar as discussões teóricas, além de exercícios e seminários que abordam situações práticas comuns na área de trabalho deste profissional.

Esta unidade de ensino é dirigida principalmente aos professores que lecionam a disciplina Física no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, podendo ser adaptada para outros cursos.

Neste trabalho apresentamos as aulas elaboradas para o estudo de Termodinâmica e Mecânica dos fluidos. O roteiro foi elaborado para direcionar o docente como proceder diante dessa experiência de mudança na forma de abordar e trabalhar os conteúdos da física em sala.

Os recursos didáticos utilizados consistem de práticas experimentais, com materiais simples e de fácil aquisição, que na maioria das oportunidades foram realizados na própria sala de aula, além de recursos multimídia, como projetor, caixa de som, e computador.

As atividades avaliativas, no caso os exercícios trabalhados em sala, foram selecionadas de modo a promover uma inter-relação entre a disciplina Física e a prática cotidiana no ambiente de um engenheiro ambientalista e sanitário, claro que não deixando de lado a importância da física elementar que envolve questões abstratas, que são abordadas em vários exercícios.

Espero que tenham sucesso na execução desse roteiro.

Bom trabalho!

## 4.2 Proposta de Ensino de Física para Engenharia Ambiental e Sanitária

Apresentamos aqui a proposta de ensino de Física utilizada junto ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Esta proposta foi aplicada à turma do terceiro período na disciplina Física II. As unidades de ensino desta disciplina são mostradas no quadro 5.

**Quadro 5. Conteúdos trabalhados em sala**

<b>Conteúdo</b>	<b>Matéria</b>	<b>Número de Aulas</b>
Fluidos (1ª Etapa)	Densidade Pressão nos sólidos Pressão nos líquidos Exercícios em grupo com consulta Exercícios em grupo sem consulta	8 horas-aula
Temperatura e Calor (2ª Etapa)	Escalas termométricas Calor específico Capacidade térmica Quantidade de calor Dilatação dos corpos. Exercícios em grupo com consulta Exercícios em grupo sem consulta	8 horas-aula
Avaliação (3ª Etapa)	Seminários Avaliação final	2 horas-aula

**Fonte: Elaborado pelo autor**

### 4.2.1 Estrutura geral das aulas

No início de cada etapa, na qual um novo conteúdo seria apresentado à turma, foram seguidos os passos detalhados no quadro 6. Cada passo envolve uma ou mais atividades, com discussão do conteúdo, identificação de conhecimentos prévios, dedução de expressões, exibição de vídeos e demonstrações experimentais.

Ao final dos passos para cada conteúdo, dá-se por concluída a matéria abordada. Durante este período, são realizados dois trabalhos avaliativos em grupo: um com consulta, além do apoio e acompanhamento do professor; e outro trabalho sem consulta a qualquer material sendo apenas permitido utilizar calculadora e fórmulas.

Na terceira etapa é aplicada uma prova individual, sem consulta, que faz parte do regimento interno da instituição (Faculdades Doctum de Teófilo Otoni) onde o trabalho foi desenvolvido; e realizam-se um seminário ao final de cada etapa como forma de avaliação.

#### **Quadro 6. Organização geral das atividades durante as aulas**

##### **Primeira aula (100 minutos)**

**1º passo.** Citar o nome do conteúdo, ouvir os relatos dos alunos sobre o tema. Discutir com os alunos o significado ou a relação dos conceitos e fatos relatados, e anotar no quadro as palavras-chave, representando as ideias dos alunos que serão utilizadas no decorrer das aulas.

**2º Passo.** Realizar um experimento simples, demonstração ou prática experimental, ou exibir um vídeo sobre o assunto.

**3º passo.** Ouvir os comentários dos alunos em relação à atividade realizada no passo anterior correlacioná-los com as ideias que eles mencionaram antes, escritas no quadro. Iniciar a dedução das expressões matemáticas do conteúdo discutido.

##### **Segunda aula (100 minutos)**

**4º Passo.** Iniciar a aula relembrando o encontro anterior, a teoria e as fórmulas abordadas. Em sequência, dar início à realização de experimentos simples dos conteúdos relacionados.

**5º Passo.** Dar sequência às discussões da teoria relacioná-la com os relatos anotados no quadro, e deduzir as expressões matemáticas relacionadas.

**6º Passo.** Discutir a lista de exercícios para prática e assimilação do conteúdo. Neste momento, fazer juntamente com os alunos um exercício de cada tópico discutido.

##### **Terceira aula (100 minutos)**

**7º Passo.** Montar grupos de trabalho. Distribuir a lista de questões de

avaliação. **Quarta aula (100 minutos)**

**8º Passo.** Tempo para os alunos continuarem a resolver a lista de exercícios de prática.

**Quinta aula (100 minutos)**

**9º Passo.** Última aula disponibilizada para finalizar a lista de exercícios. Tempo para sanar as dúvidas dos alunos em relação às questões solicitadas. Os alunos devem entregar as questões resolvidas no final desta aula.

**Sexta aula (100 minutos)**

**10º Passo.** Realizar exercícios que não estejam na lista anterior, como forma de recapitulação e que possa dar oportunidade de trabalhar questões com maior grau de dificuldade, além de diagnosticar o aprendizado da turma. Agendar com a turma um trabalho avaliativo no próximo encontro.

**Sétima aula (100 minutos)**

**11º Passo.** Aplicar o trabalho avaliativo, em grupos de quatro alunos sem consulta. Liberar a utilização de calculadora e das fórmulas que devem ser escritas no quadro pelo professor.

**Oitava aula (100 minutos)**

**12º Passo.** Entregar os trabalhos corrigidos, juntamente com a nota. Analisar o resultado geral da turma, e por fim resolver no quadro as questões do trabalho avaliativo.

**Fonte: Elaborado pelo autor**

#### **4.2.2 Sugestão de atividades**

Nesta seção apresentamos algumas atividades que foram utilizadas na nossa proposta de ensino de acordo como tema discutido. O professor pode escolher qualquer atividade ou recurso didático para compor os passos mostrados acima.

As atividades foram divididas de acordo com o tema abordado, sendo que para cada um foram utilizados variados recursos didáticos, como exibição de vídeos, demonstrações experimentais, seminários e discussões.

### 4.2.2.1 Fluidos

Nesta primeira etapa foram trabalhados os temas densidade e pressão. A seguir apresentamos as atividades que podem ser desenvolvidas com a turma.

#### Densidade

1. Experimento: o ovo que flutua.

Material necessário:

1. Ovo cru
2. Becker
3. Água
4. Sal
5. Colher



**Figura 1: Experimento do ovo sobre densidade**

MANUAL DA QUÍMICA. **Ovo que flutua na água.** [S. l.]: Manual da química Uol, 2016. Disponível em: <<http://manualdaquimica.uol.com.br/experimentos-quimica/ovo-que-flutua-na-agua.htm>> Acesso em: 10 ago. 2016.

**Procedimento:** Inserir o ovo no Becker com água pura, discutir com os alunos o que ocorre. Inserir o outro ovo no Becker com água e sal.

**Discussão:** Iniciar a discussão questionando os alunos o porquê da diferença entre o primeiro e o segundo experimento.

2. Deduzir a fórmula  $d = m/v$  utilizando os conhecimentos prévios anotados no quadro. Sendo:

$d$  = Densidade ,  $m$  = massa ,  $v$  = volume

## Pressão nos sólidos

1. Realizar o experimento do pincel atômico.

Material necessário:

1. Pincel atômico

2. Agulha



**Figura 2: Pressão nos sólidos**

**Procedimento:** Pressionar levemente a agulha entre os dedos indicador e polegar, e posteriormente refazer o procedimento com o pincel.

**Discussão:** Questionar aos alunos em relação à pressão (dor), em qual das situações que sob a mesma força aplicada há maior pressão (ou seja, doeria mais). Por que?

2. Deduzir a fórmula  $P = F/A$ , utilizando os conhecimentos prévios anotados no quadro. Sendo:

$P =$  Pressão     $F =$  Força     $A =$  Área

## Pressão nos líquidos

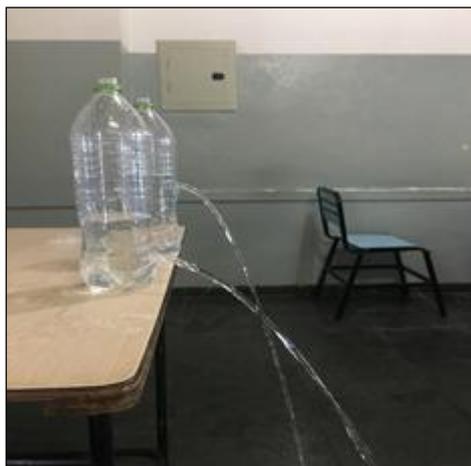
1. Realizar o experimento da garrafa pet.

Material necessário:

1. Duas Garrafas Pet com 3 Furos verticais

2. Fita adesiva

3. Água



**Figura 3: Pressão nos Líquidos**

**Procedimento:** Ao iniciar o experimento, as garrafas pet devem estar completamente cheias de água, com um furo vertical cada uma em diferentes alturas, e sobre esses furos uma tira de fita adesiva, tapando a passagem de água dos mesmos. Quando o experimento estiver pronto para ser realizado, retirar a fita adesiva de uma só vez das garrafas pet.

**Discussão:** Observar juntamente com os alunos, a diferença entre os jatos de água em cada uma das garrafas, e assim iniciar a discussão sobre o fato acontecido, utilizando a física para explicar a situação.

2. Deduzir a fórmula  $p = dgh$ , utilizando os conhecimentos prévios anotados no quadro. Sendo:

$p$  = Pressão nos líquidos ,  $d$  = densidade ,  $g$  = gravidade ,  $h$  = profundidade

#### 4.2.2.2 Temperatura e Calor

##### 4.2.2.2.1 Temperatura

1. Através do material de multimídia (projetor, notebook e caixa de som) apresentar aos alunos um vídeo que demonstra a relação entre calor e temperatura através de uma experiência de Joule.

Link para o vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=mRu4Wdi5IP8>

2. Discutir o conteúdo de escalas termométricas, citando as diferentes formas de registro de temperatura. Através do kit multimídia expomos as imagens mostradas nas figuras 4, 5 e 6.



Figura 4. À esquerda: Temperatura em graus Celsius. 2À direita: Temperatura em graus Fahrenheit<sup>3</sup>

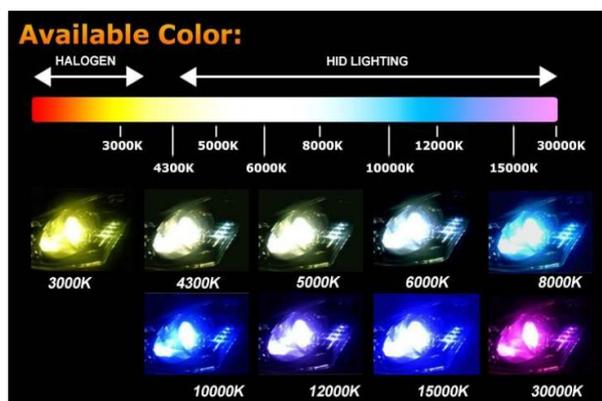
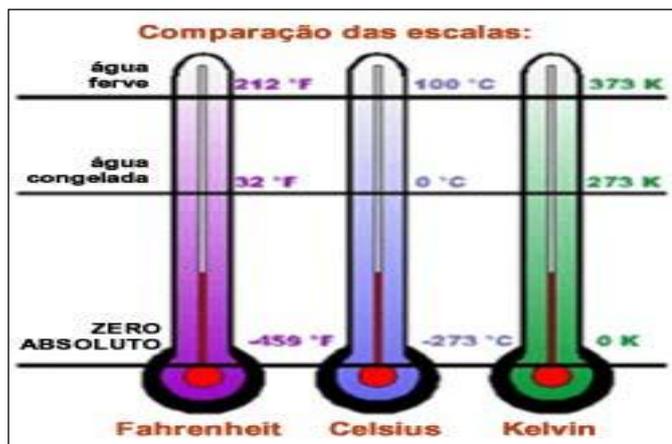


Figura 5. Temperatura em Kelvin<sup>4</sup>

<sup>2</sup> Disponível em: <<http://www.em.com.br/app/noticia/especiais/educacao/enem/2015/03/26/noticia-especial-enem,631421/na-fisica-e-bom-ser-amigo-do-rei.shtml>> acesso em 01-03-2015

<sup>3</sup> Disponível em: <<http://wp.clicrbs.com.br/blogdopuchalski/2014/05/29/termometros-de-rua-sao-confiaveis/?topo=67,2,18,..,67>>. Acesso em 01-03-2015

<sup>4</sup> Disponível em: <[https://www.google.com.br/search?q=TERMOMETRO+DE+RUA&biw=1518&bih=682&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiU0b7bu7vNAhUSmJAKHTUSClS\\_Q\\_AUIBigB&dpr=0.9#tbn=isch&q=FAROIS+EM+TEMPERATURA+KELVIN&imgc=t-O70V-obLw-JM%3A](https://www.google.com.br/search?q=TERMOMETRO+DE+RUA&biw=1518&bih=682&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiU0b7bu7vNAhUSmJAKHTUSClS_Q_AUIBigB&dpr=0.9#tbn=isch&q=FAROIS+EM+TEMPERATURA+KELVIN&imgc=t-O70V-obLw-JM%3A)> acesso em 01-03-2015.



**Figura 6. Comparação de Escalas Termométricas<sup>5</sup>**

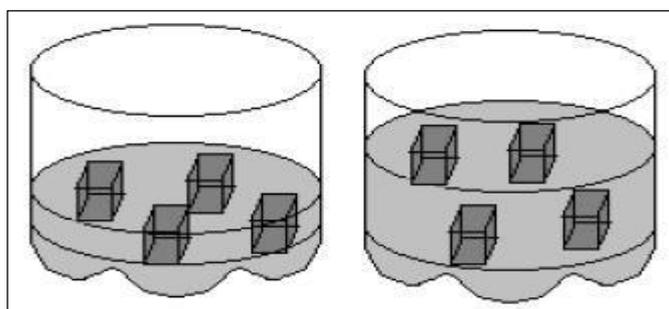
3. Ouvir dos alunos os comentários sobre as imagens mostradas, e deduzir a relação entre as três escalas termométricas, Fahrenheit, Celsius e Kelvin, tanto de temperatura, como variação de temperatura.

#### 4.2.2.2 Quantidade de Calor

1. Realizar o experimento da sensação térmica.

Material necessário:

1. Duas garrafas pet transparentes
2. Tesoura
3. Água
4. Cubos de gelo



**Figura 7: Temperatura e Calor<sup>6</sup>**

<sup>5</sup>Disponível em :<<http://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/temperatura-escalas-termometricas.htm>> acesso em 01-03-2015.

<sup>6</sup> Disponível em: < <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=2385> > acesso em 01-03-2015.

**Montagem:** O experimento necessita de algumas considerações antes de ser apresentado aos alunos em sala. Deve-se fazer um corte um pouco acima do meio em duas garrafas pet de refrigerante. Depois de feitos os dois cortes nas garrafas:

- Despeje um copo de água em uma garrafa pet e dois copos de água na outra.
- Coloque a mesma quantidade de gelo dentro de cada garrafa pet.
- Espere cerca de dois a três minutos e retire com a colher o gelo que ainda sobrar.

**Procedimento:** Escolher dois ou três alunos e peça a eles, um de cada vez, que coloque uma mão dentro de cada garrafa pet por volta de dez segundos.

**Discussão:** Pedir aos alunos que realizaram o experimento que relatem o que perceberam para o restante da turma.

2. Através do Kit multimídia, apresentar aos alunos, no nosso canal no youtube no link: [https://www.youtube.com/watch?v=iPnIIH\\_VBac&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=iPnIIH_VBac&feature=youtu.be), o experimento sobre capacidade térmica, que utiliza dois balões, um apenas com ar e outro com água, sendo ambos sucessivamente expostos a uma fonte de calor. Demonstrando, assim, o conceito de capacidade térmica.

3. Ouvir dos alunos os relatos sobre o experimento e anotar as palavras-chave no quadro, deduzir as fórmulas de capacidade térmica  $C = Q / \Delta t$  e quantidade de calor,  $Q = mc\Delta t$ . Sendo :

$C$  = Capacidade térmica ,  $Q$  = quantidade de calor ,  $\Delta t$  = variação de temperatura  
 $c$  = calor específico ,  $m$  = massa

### **Dilatação dos Corpos**

1. Através do Kit multimídia, apresentar aos alunos os experimentos sugeridos a seguir sobre a dilatação dos corpos. No link (a) o vídeo aborda a dilatação linear dos corpos, apresentando um dilatômetro linear. No link (b) o vídeo aborda a dilatação superficial dos corpos, quando uma esfera é introduzida em um orifício e passa por este livremente, e após ser aquecida mostra-se que não é possível a sua passagem no mesmo orifício. No link (c) é demonstrada a dilatação de uma barra de alumínio, sendo que a barra está presa em um torno em uma das extremidades e livre na outra. Ao ser aquecida por uma fonte de calor, percebe-se o aumento no seu comprimento.

Os vídeos citados estão disponíveis no nosso canal do youtube nos endereços:

- a) [https://www.youtube.com/watch?v=mWch0S4n\\_j8&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=mWch0S4n_j8&feature=youtu.be)
- b) <https://www.youtube.com/watch?v=CMUc8UjJdk&feature=youtu.be>
- c) <https://www.youtube.com/watch?v=atyhlx9Ujp8&feature=youtu.be>

2. Deduzir as fórmulas de dilatação linear ( $\Delta L = L_0\alpha\Delta t$ ); superficial ( $\Delta A = A_0\beta\Delta t$ ); e volumétrica ( $\Delta V = V_0\gamma\Delta t$ ), juntamente com os alunos.

Sendo:

$\Delta L$  = Variação do comprimento ,  $L_0$ = Comprimento Inicial  $\alpha$  = coeficiente de dilatação linear ,  $\Delta t$  = Variação da temperatura.

$\Delta A$  = Variação da Área,  $A_0$ = Área Inicial  $\beta$  = coeficiente de dilatação superficial ,  $\Delta t$  = Variação da temperatura.

$\Delta V$  = Variação do Volume ,  $V_0$ = Área Inicial  $\gamma$  = coeficiente de dilatação volumétrica ,  $\Delta t$  = Variação da temperatura.

#### 4.3 Etapa de avaliação: Organização do seminário

Este seminário foi realizado no final do semestre como parte das atividades avaliativas, como objetivo de fazer a junção dos conhecimentos adquiridos pelos alunos durante o semestre com temas atuais do campo de trabalho dos engenheiros.

Daí, juntamente com a coordenadora do curso de Engenharia ambiental e sanitária, foram analisados alguns temas que seriam pertinentes para o seminário de acordo com o que havia sido trabalhado em sala de aula. Assim, os temas sugeridos foram:

- Asfalto verde e permeável;
- Reciclagem de papel, plástico, vidro, latinhas e pneus.

Os temas são consistentes com as matérias trabalhadas em sala, como densidade, pressão, temperatura, quantidade de calor e dilatação dos corpos. Desta maneira, foi possível mostrar aos alunos a importância do que foi estudado no

decorrer do semestre, além de sua aplicabilidade na sua atuação profissional, como também a possibilidade de desenvolver uma consciência ecológica, pois todos os temas do seminário vão ao encontro de soluções ecologicamente corretas e sustentáveis.

#### 4.4 Listas de exercícios

Apresentamos aqui as listas de exercícios por conteúdo, que foram utilizadas na proposta de ensino. Estas listas estão disponíveis no site [www.professorarnon.com](http://www.professorarnon.com).

##### 4.4.1 Lista de exercício de prática



Etapa: 1ª		Valor:	10 Pontos	Data:	02 – 03 – 2015
Curso:	Engenharia Ambiental e Sanitária		Período: 3	Turma: Única	
Professor (a):	Arnon Rihs		Disciplina: Física II		
Acadêmico(a):	_____		Nota: _____		
Acadêmico(a):	_____		Nota: _____		
Acadêmico(a):	_____		Nota: _____		
Acadêmico(a):	_____		Nota: _____		

**Instruções:**

**As questões abaixo, são para serem feitos em sala em grupo de 4 alunos com ou sem consulta do material. Entregar as questões resolvidas na data da Avaliação.**

1. A massa de um bloco de granito é de 65000 kg e a densidade do granito é de 2600 kg/m<sup>3</sup>. Qual o volume desse bloco?

- a) 0,0025 m<sup>3</sup>   b) 0,025 m<sup>3</sup>   c) 0,25 m<sup>3</sup>   d) 2,50 m<sup>3</sup>   e) 25,00 m<sup>3</sup>

2. Para lubrificar um motor de um trator, misturam-se massas iguais de dois óleos miscíveis de densidades  $d_1 = 0,60 \text{ g/cm}^3$  e  $d_2 = 0,85 \text{ g/cm}^3$ . A densidade do óleo lubrificante resultante da mistura é, aproximadamente, em  $\text{g/cm}^3$ :

- a) 0,72      b) 0,65      c) 0,70      d) 0,75      e) 0,82

3. Um reservatório de água em uma propriedade rural tem capacidade de  $5,0 \times 10^3$  litros de água, onde este reservatório possui 2,0 metros de comprimento e 1,0 metro de largura. Sendo  $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ , a pressão hidrostática exercida pela água, no fundo do tanque, vale:

- a)  $2,5 \times 10^4 \text{ Nm}^{-2}$       b)  $2,5 \times 10^1 \text{ Nm}^{-2}$       c)  $5,0 \times 10^3 \text{ Nm}^{-2}$   
 d)  $5,0 \times 10^4 \text{ Nm}^{-2}$       e)  $2,5 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$

4. Um trabalho publicado em revista científica por um engenheiro ambientalista, informou que todo o ouro extraído pelo homem, até os dias de hoje, seria suficiente para encher um cubo de aresta igual a 20 m. Sabendo que a massa específica do ouro é, aproximadamente, de  $20 \text{ g/cm}^3$ , podemos concluir que a massa total de ouro extraído pelo homem imaginada por esse engenheiro ambientalista até agora, é de, aproximadamente:

- a)  $4,0 \cdot 10^5 \text{ kg}$     b)  $1,6 \cdot 10^5 \text{ t}$     c)  $8,0 \cdot 10^3 \text{ t}$     d)  $2,0 \cdot 10^4 \text{ kg}$     e)  $20 \cdot 10^6 \text{ t}$

5. Na área de lazer de uma empresa de grande porte de eucalipto na região de Teófilo Otoni, um engenheiro civil projetou uma piscina que possui 10 m de comprimento, 5,0 m de largura e 2,0 m de profundidade. Quando está estive completamente cheia de água.

**A pressão no fundo da piscina, em  $\text{N/m}^2$ , vale:**

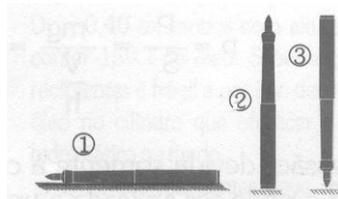
Dados: densidade da água =  $1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ;  
 pressão atmosférica local =  $1,0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ ; aceleração da gravidade local =  $10 \text{ m/s}^2$ .

- a)  $2,0 \times 10^5$     b)  $1,8 \times 10^5$     c)  $1,6 \times 10^5$     d)  $1,4 \times 10^5$     e)  $1,2 \times 10^5$

6. Três frascos de vidro transparentes, fechados, de formas e dimensões iguais, contêm cada um a mesma massa de líquidos diferentes. Um contém água, o outro, clorofórmio e o terceiro, etanol. Os três líquidos são incolores e não preenchem

totalmente os frascos, os quais não têm nenhuma identificação. Sem abrir os frascos, como você faria para identificar as substâncias? Dados: A densidade ( $d$ ) de cada um dos líquidos, à temperatura ambiente, é:  $d_{\text{(água)}} = 1,0 \text{ g/cm}^3$ ;  $d_{\text{(clorofórmio)}} = 1,4 \text{ g/cm}^3$ ;  $d_{\text{(etanol)}} = 0,8 \text{ g/cm}^3$ .

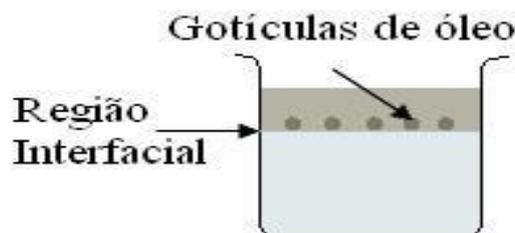
7. Considere uma caneta de peso  $0,08 \text{ N}$  e: Secção da base =  $0,5 \text{ cm}^2$ ; Secção da ponta =  $0,20 \text{ mm}^2$ ; Comprimento =  $10 \text{ cm}$ ; Largura da base longitudinal de apoio =  $0,2 \text{ mm}$ .



Determine a pressão exercida pela caneta em cada um dos três casos indicados na figura.

8. Durante uma tempestade de 20 minutos,  $10 \text{ mm}$  de chuva caíram sobre uma região cuja área total é  $100 \text{ km}^2$ . Sendo que a densidade da água é de  $1,0 \text{ g/cm}^3$ , qual a massa de água que caiu?

9. Em um experimento um engenheiro ambiental colocou num frasco de vidro transparente  $500 \text{ ml}$  de água e, sobre ela, escorreu vagarosamente, pelas paredes internas do recipiente,  $50 \text{ ml}$  de etanol. Em seguida, ele gotejou óleo vegetal sobre esse sistema. As gotículas formadas posicionaram-se na região interfacial, conforme mostrado nesta figura:



Considerando-se esse experimento, é correto afirmar que:

a) a densidade do óleo é menor que a da água.

- b) a massa da água, no sistema, é 10 vezes maior que a de etanol.
- c) a densidade do etanol é maior que a do óleo.
- d) a densidade da água é menor que a do etanol.
- e) as densidades são iguais

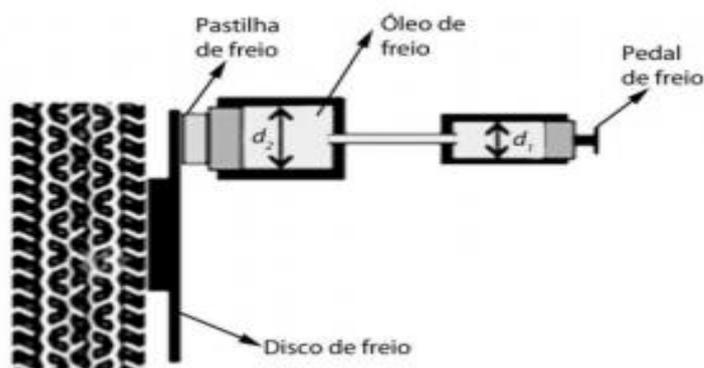
10. Em uma indústria, onde trabalhava um engenheiro ambiental, misturou, inadvertidamente, polietileno (PE), policloreto de vinila (PVC) e poliestireno (PS), limpos e moídos. Para recuperar cada um destes polímeros, ele utilizou o seguinte método de separação: jogou a mistura em um tanque contendo água (densidade =  $1,00 \text{ g/cm}^3$ ), separando, então, a fração que flutuou (fração A) daquela que foi ao fundo (fração B). Depois, recolheu a fração B, secou-a e jogou-a em outro tanque contendo solução salina (densidade =  $1,10 \text{ g/cm}^3$ ), separando o material que flutuou (fração C) daquele que afundou (fração D).

(Dados: densidade na temperatura de trabalho em  $\text{g/cm}^3$ : polietileno = 0,91 a 0,98; poliestireno = 1,04 a 1,06; policloreto de vinila = 1,5 a 1,42)

As frações A, C e D eram, respectivamente:

- a) PE, PS e PVC      b) PS, PE e PVC      c) PVC, PS e PE
- d) PS, PVC e PE      e) PE, PVC e PS

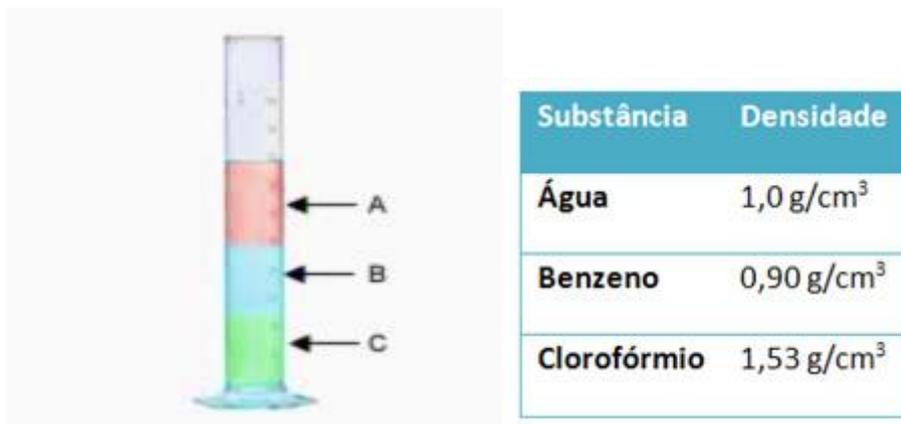
11. A figura abaixo mostra, de forma simplificada, o sistema de freios a disco de um automóvel. Ao se pressionar o pedal do freio, este empurra o êmbolo de um primeiro pistão que, por sua vez, através do óleo do circuito hidráulico, empurra um segundo pistão. O segundo pistão pressiona uma pastilha de freio contra um disco metálico preso à roda, fazendo com que ela diminua sua velocidade angular.



Considerando o diâmetro  $d_2$  do segundo pistão duas vezes maior que o diâmetro  $d_1$  do primeiro, qual a razão entre a força aplicada ao pedal de freio pelo pé do motorista e a força aplicada à pastilha de freio?

- a) 1/4.    b) 1/2.    c) 2.    d) 4.    e) 8.

12. Três líquidos (água, benzeno e clorofórmio) foram colocados numa proveta, originando o seguinte aspecto:

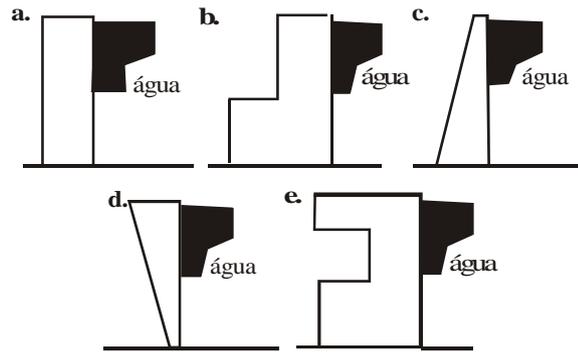


Baseando-se nas informações da tabela sobre as densidades de cada líquido, e em seus conhecimentos sobre densidade, relacione as substâncias A, B e C com as mencionadas na tabela. Justifique sua resposta.

13. Um fazendeiro manda cavar um poço e encontra água a 12m de profundidade. Ele resolve colocar uma bomba de sucção muito potente na boca do poço, isto é, bem ao nível do chão. A posição da bomba é:

- a) ruim, porque não conseguirá tirar água alguma do poço;  
 b) boa, porque não faz diferença o lugar onde se coloca a bomba;  
 c) ruim, porque gastará muita energia e tirará pouca água;  
 d) boa, apenas terá de usar canos de diâmetro maior;  
 e) boa, porque será fácil consertar a bomba se quebrar, embora tire pouca água.

14. Ao projetar uma represa, um engenheiro ambientalista precisou aprovar o perfil de uma barragem sugerido pelo projetista da construtora. Admitindo que ele se baseasse na lei de Stevin, segundo a qual a pressão de um líquido aumenta linearmente com a profundidade, assinale a opção que o engenheiro deve ter feito.



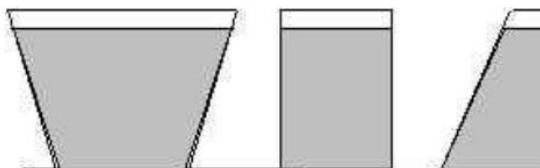
15. Na figura há três bules abertos, que deverão ser cheios lentamente com água até o nível correspondente à linha tracejada:



O objetivo, com toda certeza, não será atingido:

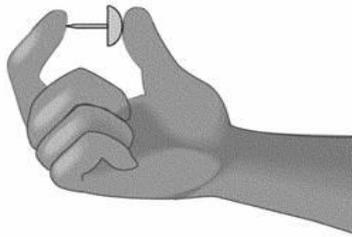
a) no bule A. b) no bule B. c) no bule C. d) nos bules A e B. e) nos bules B e C.

16. A figura mostra três vasos V1, V2 e V3 cujas bases têm a mesma área. Os vasos estão cheios de líquidos L1, L2 e L3 até uma mesma altura. As pressões no fundo dos vasos são P1, P2 e P3, respectivamente. Com relação a essa situação é correto afirmar que:



- a)  $P1 = P2 = P3$  somente se os líquidos L1, L2 e L3 forem idênticos.
- b)  $P1 = P2 = P3$  quaisquer que sejam os líquidos L1, L2 e L3.
- c)  $P1 > P2 > P3$  somente se os líquidos L1, L2 e L3 forem idênticos.
- d)  $P1 > P2 > P3$  quaisquer que sejam os líquidos L1, L2 e L3.
- e)  $P1 = P2 > P3$  quaisquer que sejam os líquidos L1, L2 e L3.

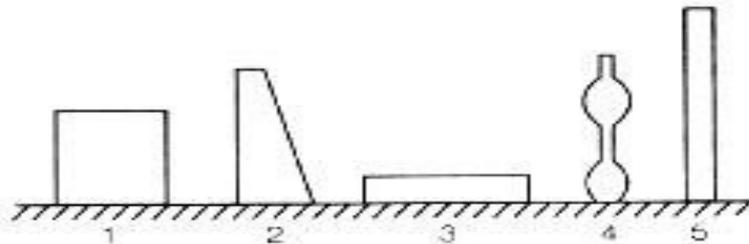
17. Um aluno do curso de engenharia ambiental e sanitária aperta uma tachinha entre os dedos, como mostrado nesta figura:



A cabeça da tachinha está apoiada no polegar e a ponta, no indicador. Sejam  $F(i)$  o módulo da força e  $p(i)$  a pressão que a tachinha faz sobre o dedo indicador deste aluno. Sobre o polegar, essas grandezas são, respectivamente,  $F(p)$  e  $p(p)$ . Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que

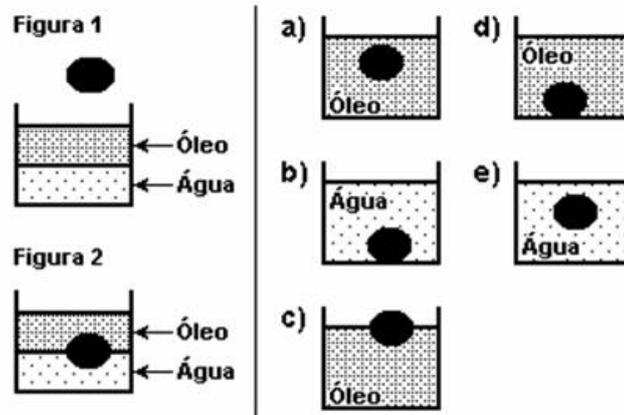
- a)  $F(i) > F(p)$  e  $p(i) = p(p)$ .   b)  $F(i) = F(p)$  e  $p(i) = p(p)$ .  
 c)  $F(i) > F(p)$  e  $p(i) > p(p)$ .   d)  $F(i) = F(p)$  e  $p(i) > p(p)$ .  
 e.  $F(p) = F(i)$  e  $p(p) > p(i)$ .

18.A figura representa cinco recipientes cheios de água e abertos na parte superior. Em qual deles a pressão que a água exerce sobre a base é maior?



19.Uma esfera é liberada em um recipiente contendo água e óleo (figura 1). Observa-se que o repouso ocorre na posição em que metade de seu volume está em cada uma das substâncias (figura 2). Se a esfera fosse colocada em um recipiente que contivesse somente água ou somente óleo, a situação de repouso seria: (Assinale a alternativa que contém a figura que corresponde à situação correta)

Figura 2



20. Nos dias de hoje para oferecer acessibilidade aos portadores de dificuldade de locomoção, é utilizado, em ônibus e automóveis, o elevador hidráulico. Nesse dispositivo é usada uma bomba elétrica, para forçar um fluido a passar de uma tubulação estreita para outra mais larga, e dessa forma acionar um pistão que movimenta a plataforma. Considere um elevador hidráulico cuja área da cabeça do pistão seja cinco vezes maior do que a área da tubulação que sai da bomba. Desprezando o atrito e considerando uma aceleração gravitacional de  $10\text{m/s}^2$ , deseja-se elevar uma pessoa de 65 kg em uma cadeira de rodas de 15 kg sobre a plataforma de 20 kg. Qual deve ser a força exercida pelo motor da bomba sobre o fluido, para que o cadeirante seja elevado com velocidade constante?

- a) 20N    b) 100N    c) 200N    d) 1000N    e) 5000N

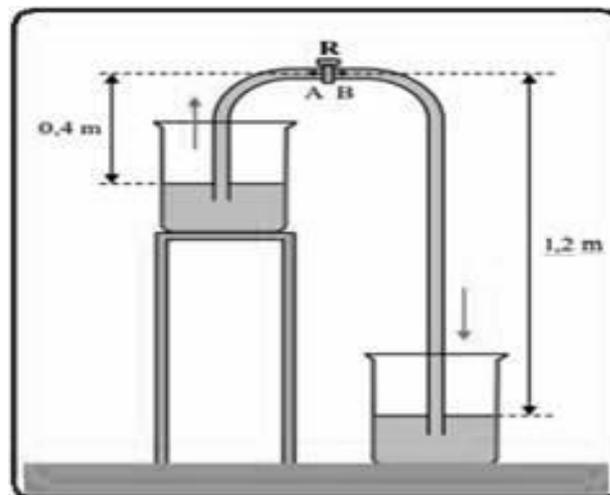
21. A areia monazítica, abundante no litoral do Espírito Santo até o final do século XIX, é rica em tório e foi contrabandeada para outros países durante muitos anos sob a falsa alegação de lastrear navios. O lastro tem por objetivo afundá-los na água, até certo nível, conferindo estabilidade para a navegação. Se uma embarcação tem massa de 50.000 kg, qual deverá ser a massa de lastro de areia monazítica, em toneladas, para que esse navio lastreado desloque um volume total de  $1000\text{m}^3$  de água do mar? Considere a densidade da água do mar igual a  $1.103\text{kg/m}^3$ .

- a) 180    b) 500    c) 630    d) 820    e) 95019.

22.No dia 20 de abril de 2010, houve uma explosão numa plataforma petrolífera da British Petróleo um, no Golfo do México, provocando o vazamento de petróleo que se espalhou pelo litoral. O poço está localizado a 1500 m abaixo do nível do mar, o que dificultou os trabalhos de reparação. Suponha a densidade da água do mar com valor constante e igual a  $1,02 \text{ g/cm}^3$  e considere a pressão atmosférica igual a  $1,00 \times 10^5 \text{ Pa}$ . Com base nesses dados, calcule a pressão na profundidade em que se encontra o poço e assinale a alternativa correta que fornece em quantas vezes essa pressão é múltipla da pressão atmosférica.

a) 15400      b) 1540      c) 154      d) 15,4      e) 1,54

23.O sifão é um dispositivo que permite transferir um líquido de um recipiente mais alto para outro mais baixo, por meio, por exemplo, de uma mangueira cheia do mesmo líquido. Na figura, que representa, esquematicamente, um sifão utilizado para transferir água de um recipiente sobre uma mesa para outro no piso, R é um registro que, quando fechado, impede o movimento da água. Quando o registro é aberto, a diferença de pressão entre os pontos A e B provoca o escoamento da água para o recipiente de baixo.

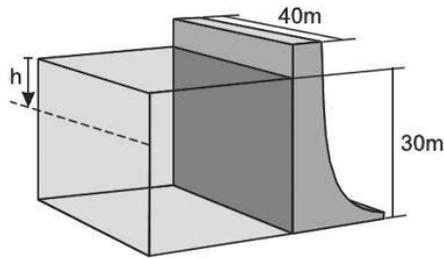


Considere que os dois recipientes estejam abertos para a atmosfera, que a densidade da água seja igual a  $10^3 \text{ kg/m}^3$  e que  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . De acordo com as medidas indicadas na figura, com o registro R fechado, a diferença de pressão

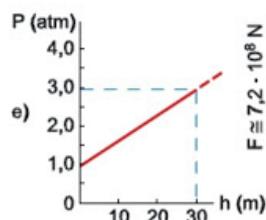
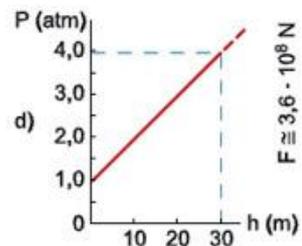
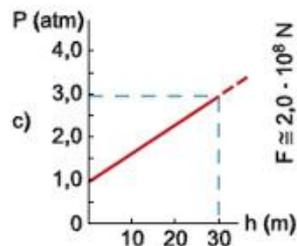
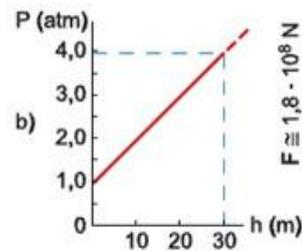
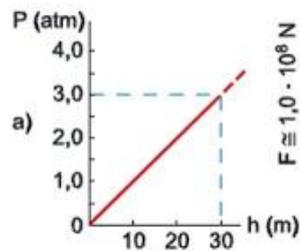
$P_A - P_B$ , entre os pontos A e B, em pascal, é igual a

- a) 4000.      b) 10000.      c) 2000.      d) 8000.      e) 12000

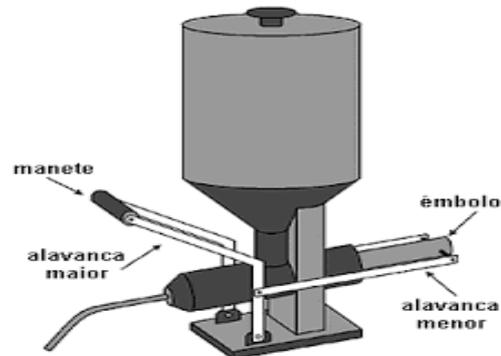
24. As barragens em represas são projetadas por engenheiros para suportar grandes massas de água. Na situação representada na figura, temos uma barragem de largura 40 m, retendo uma massa de água de 30 m de profundidade. Conhecendo-se o comportamento da pressão com a altura da coluna de um fluido e levando-se em conta que a pressão atmosférica age dos dois lados da barragem, é possível determinar a força horizontal da água da represa sobre a barragem.



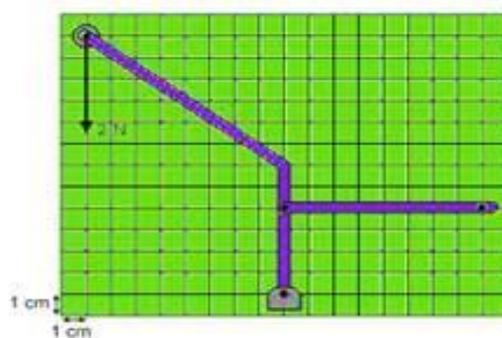
Considere a pressão atmosférica como  $1\text{atm} \approx 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ , a densidade da água  $\rho_{\text{água}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  e a aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Qual das alternativas melhor representa a variação da pressão com a altura  $h$  da água em relação à superfície, e a força horizontal exercida por essa massa de água sobre a barragem?



25. Todo carrinho de churros possui um acessório peculiar que serve para injetar doce de leite nos churros. Nele, a força sobre um êmbolo, transmitida por alavancas, empurra o recheio para dentro do churro.



Em cada lado do recheador, há duas alavancas unidas por um pivô, uma delas, reta e horizontal, e a outra, parte vertical e parte transversal. A alavanca maior encontra na base do aparelho outro pivô e, na outra extremidade, um manete, onde é aplicada a força. A alavanca menor se conecta à extremidade do êmbolo que está em contato com o doce de leite, pronta para aplicar, no início do processo, uma força horizontal.



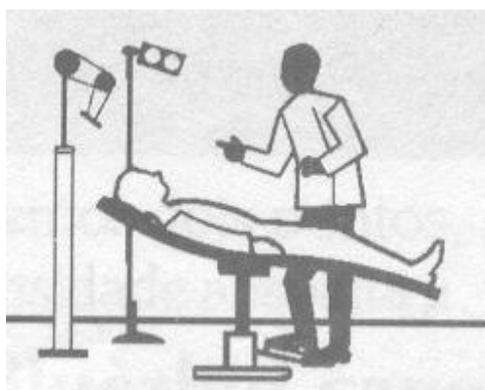
No momento em que vai recheiar um churro, o vendedor posiciona sua mão sobre o manete e aplica sobre ele uma força de 2 N, constante, de direção e sentido indicados no esquema, desenhado sobre uma malha quadriculada, cujas unidades têm dimensões 1 cm x 1 cm. Se, devido a uma obstrução do canal de saída do recheio, o mecanismo não se move, desconsiderando-se as massas das alavancas e do manete, a intensidade da força que, nessa condição, o mecanismo aplica sobre o êmbolo, tem valor, em N, de.

- a) 4      b) 6      c) 8      d) 12      e) 16

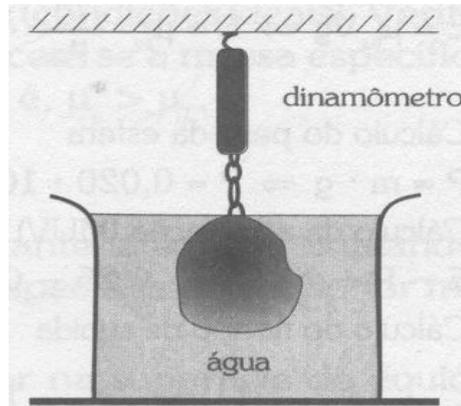
26. Um consumidor desconfia que a balança do supermercado não está aferindo corretamente a massa dos produtos. Ao chegar a casa resolve conferir se a balança estava descalibrada. Para isso, utiliza um recipiente provido de escala volumétrica, contendo 1,0 litro d'água. Ele coloca uma porção dos legumes que comprou dentro do recipiente e observa que a água atinge a marca de 1,5 litro e também que a porção não ficara totalmente submersa, com  $1/3$  de seu volume fora d'água. Para concluir o teste, o consumidor, com ajuda da internet, verifica que a densidade dos legumes, em questão, é a metade da densidade da água, onde,  $\rho_{\text{água}}=1\text{g/cm}^3$ . No supermercado a balança registrou a massa da porção de legumes igual a 0,500 kg (meio quilograma). Considerando que o método adotado tenha boa precisão, o consumidor concluiu que a balança estava descalibrada e deveria ter registrado a massa da porção de legumes igual a

- a) 0,073 kg    b) 0,167 kg    c) 0,250 kg    d) 0,375 kg    e) 0,750 kg

27. A figura representa um dentista erguendo a paciente que se encontra na cadeira. O peso da paciente é 800N e a cadeira está apoiada num pistão cuja área é de  $500\text{cm}^2$ . Sabendo que a área do pedal que aciona a cadeira é  $30\text{cm}^2$ , determine a intensidade da força que o dentista está exercendo.



28. Um estudante quer conhecer o volume de um corpo irregular de uma liga desconhecida cuja massa é igual a 0,45kg. Para alcançar o objetivo, o estudante faz a montagem da figura. Logo percebe que a leitura do dinamômetro é de 2,1N. Sendo: Massa específica da água  $1.10^3\text{kg/m}^3$  e  $g = 10\text{m/s}^2$ .



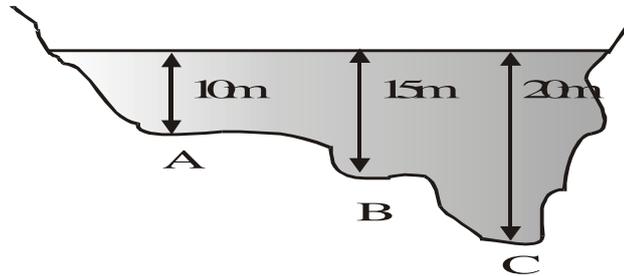
## 29. Arquimedes e o rei de Siracusa

Hierão, rei de Siracusa mandou fazer uma coroa de ouro. Para isso, contratou um artesão, que consoante uma boa quantia de dinheiro e a entrega do ouro necessário, aceitou o trabalho. Na data prevista o artesão entregou a coroa executada na perfeição, porém, o rei estava desconfiado que o artesão pudesse ter trocado o ouro por prata, pediu a Arquimedes que investigasse o que se passava uma vez que este era muito inteligente. Um dia, enquanto tomava banho, Arquimedes observou que, à medida que seu corpo mergulhava na banheira, a água transbordava. Concluiu, então, como poderia resolver o problema da coroa e de tão contente que estava saiu da banheira e foi para a rua gritando: "EURECA, EURECA!", que em grego quer dizer *descobri, achei, encontrei*.

Assim, pegou um vasilhame com água e mergulhou um pedaço de ouro, do mesmo peso da coroa, registou quanto a água tinha subido. Fez o mesmo com um pedaço de prata e também registou. Pode comprovar que o ouronão fez a água subir tanto como a prata. Por fim inseriu a coroa que por sua vez elevou o nível da água acima do que havia observado no ouro e abaixo da prata, constatando então que a coroa havia sido feita com uma mistura de ouro e prata. Pode-se assim desvendar o mistério da coroa e desmascarar o artesão.

Qual é o volume, em  $m^3$ , de 1930g de ouro? Dado:  $d = 19,3g/m^3$ .

30. Na figura abaixo é fornecida a profundidade de um lago em três pontos diferentes A, B e C.



Sabendo-se que em qualquer ponto da sua superfície a pressão é de 1,0 atm, pode-se concluir que as pressões absolutas nos pontos A, B e C valem, em atm, respectivamente:

- a) 1,0 , 1,0 e 1,0    b) 1,0 , 1,5 e 2,0  
 c) 1,5 , 2,0 e 2,5    d) 2,0 , 2,5 e 3,0    e) 2,0 , 3,0 e 4,0

#### 4.4.2 Lista de exercício de aplicação



Etapa: 2ª		Valor:	5 Pontos	Data:	06 - 04 - 2015
Curso:	Engenharia Ambiental e Sanitária		Período: 3º	Turma: Única	
Professor (a):	Arnon Rihs		Disciplina: Física II		
Acadêmico(a):	_____			Nota: _____	
Acadêmico(a):	_____			Nota: _____	
Acadêmico(a):	_____			Nota: _____	
Acadêmico(a):	_____			Nota: _____	

##### Instruções:

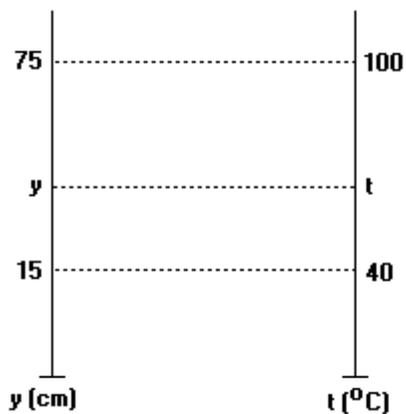
As questões abaixo, são para serem feitas em sala em grupo de 4 alunos com ou sem consulta do material. Entregar as questões resolvidas na data da Avaliação.

1. Numa das regiões mais frias do mundo, o termômetro indica  $-35^{\circ}\text{F}$ . Qual será o valor dessa temperatura na escala Celsius?

2. A temperatura mais baixa no Brasil aconteceu em Urupema (SC), no dia 28 de junho de 2011, às 7h30: menos 8,8 graus; registro é inédito no País. Sendo assim: Determine essa temperatura na escala Fahrenheit e na escala Kelvin.

3. No site [www.brasildasaguas.com.br](http://www.brasildasaguas.com.br), é fornecido a temperatura média anual das águas da bacia hidrográfica do Tocantins- Araguaia, onde está bacia abrange alguns estados brasileiros, sendo que a temperatura gira em torno de  $26^{\circ}\text{C}$ . Logo essa temperatura na escala Kelvin e na escala Fahrenheit seria quais valores?

4. Um engenheiro ambiental criou a sua escala em um termômetro de líquido, a propriedade termométrica é o comprimento  $y$  da coluna de líquido. O esquema a seguir representa a relação entre os valores de  $y$  em cm e a temperatura  $t$  em graus Celsius.



Para esse termômetro, a temperatura  $t$  na escala Celsius e o valor de  $y$  em cm no termômetro do engenheiro satisfazem a função termométrica:

- a)  $t = 5y$    b)  $t = 5y + 15$    c)  $t = y + 25$    d)  $t = 60y - 40$    e)  $t = y$

5. Um engenheiro ambientalista ao estar realizando trabalhos na região do sul da Bahia com o objetivo de reflorestamento daquela região, ao fazer algumas análises de solo acabou criando a sua escala de temperatura  $X$ , que está relacionada com a escala Celsius, conforme o gráfico a seguir.



As temperaturas de fusão do gelo e ebulição da água, sob pressão normal, na escala X são, respectivamente,

- a) -60 e 250      b) -100 e 200      c) -150 e 350      d) -160 e 400      e) -200 e 300

6. Temos visto ultimamente uma farta divulgação de boletins meteorológicos nos diversos meios de comunicação e as temperaturas são geralmente indicadas nas escalas Fahrenheit e/ou Celsius. Entretanto, embora seja a unidade de medida de temperatura do SI, não temos visto nenhuma informação de temperatura em Kelvin. Se o boletim meteorológico informa que nos próximos dias as temperaturas mínima e máxima numa determinada área rural da região do nordeste mineiro serão, respectivamente, 23 °F e 41 °F, a variação dessa temperatura na escala Kelvin é:

- a) -7,8 K.      b) 10 K.      c) 32,4 K.      d) 283 K.      e) 291 K.

7. O sindicato dos metalúrgicos de São Paulo, publicou em 07/02/2014 uma matéria no seu site relatando as condições de calor que os metalúrgicos trabalham nas grandes fábricas naquele estado. Sendo que a temperatura média dentro das fábricas era acima de 34° C.

<http://www.sindmetalsjc.org.br/imprensa/ultimas-noticias/1808/calor+excessivo+nas+fabricas+castiga+trabalhadores.htm>

Sendo que a maioria das fábricas possuem irregularidades no projeto arquitetônico, como galpões fechados com falta de entrada de ar, tetos rebaixados, ausência de ventiladores ou ar condicionado e outros agravantes mais. A temperatura estimada é prejudicial ao funcionário acarretando várias doenças como esgotamento, desidratação e tantas outras citadas na reportagem. Logo no início dos trabalhos pela manhã, a fábrica costuma estar com temperatura média de 25°C e no meio da

tarde a 38°C. Determine a variação de temperatura em °C, °F e em K que ficam expostos os metalúrgicos durante sua jornada de trabalho.

b. Qual (is) seria(m) sua sugestão(ões) para melhorar as condições de trabalho dos metalúrgicos?

8. Como sabemos o plantio de eucalipto no Brasil aumentou assustadoramente, o eucalipto é plantado, atualmente, em quase todo o mundo, por ser uma planta que possui espécies diversificadas e adaptáveis a várias condições de clima e solo. Para se ter uma ideia da diversificação das espécies, existem eucaliptos que se adaptam muito bem em regiões de temperatura de 35°C e outros que suportam um frio de até 18°C abaixo de zero. Esses dados são do site [www.florestar.org.br](http://www.florestar.org.br) onde esse fornece todas as informações sobre o plantio dessa árvore. Então qual seria a variação de temperatura em °C, °F e em Kelvin que o eucalipto é adaptável no seu cultivo.

9. A figura a seguir ilustra um termômetro clínico de mercúrio. A leitura da temperatura é dada pela posição da extremidade da coluna de mercúrio sobre uma escala V.



Considerando os fenômenos envolvidos no processo de determinação da temperatura corporal de um paciente, analise as afirmativas:

- I. A variação de volume da coluna de mercúrio é diretamente proporcional ao volume inicial dessa coluna.
- II. O volume da coluna de mercúrio varia até que seja atingido o equilíbrio térmico entre o termômetro e o corpo do paciente.
- III. Se o mercúrio for substituído por álcool, a escala termométrica não precisa ser alterada.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas I e II.

- d) apenas III.
- e) Todas as afirmativas acima

10. Dona Maria do Desespero tem um filho chamado Pedrinho, que apresentava os sintomas característicos de gripe. Para saber a temperatura corporal do filho, ela pegou seu termômetro digital; entretanto, a pilha tinha se esgotado. Como alternativa, resolveu utilizar o termômetro de mercúrio da vovó, mas viu que a escala do termômetro tinha se apagado, sobrando apenas a temperatura mínima, de 35 °C, e a máxima, de 42 °C. Lembrou-se, então, de suas aulas de Termometria na faculdade de engenharia ambiental. Primeiro, mediu a distância entre as temperaturas e observou  $h = 10$  cm. Em seguida, colocou o termômetro embaixo do braço do filho, esperou o equilíbrio térmico e, com uma régua, mediu a altura da coluna de mercúrio a partir da temperatura de 35 °C, ao que encontrou  $h = 5$  cm. Com base no texto, assinale a alternativa correta.

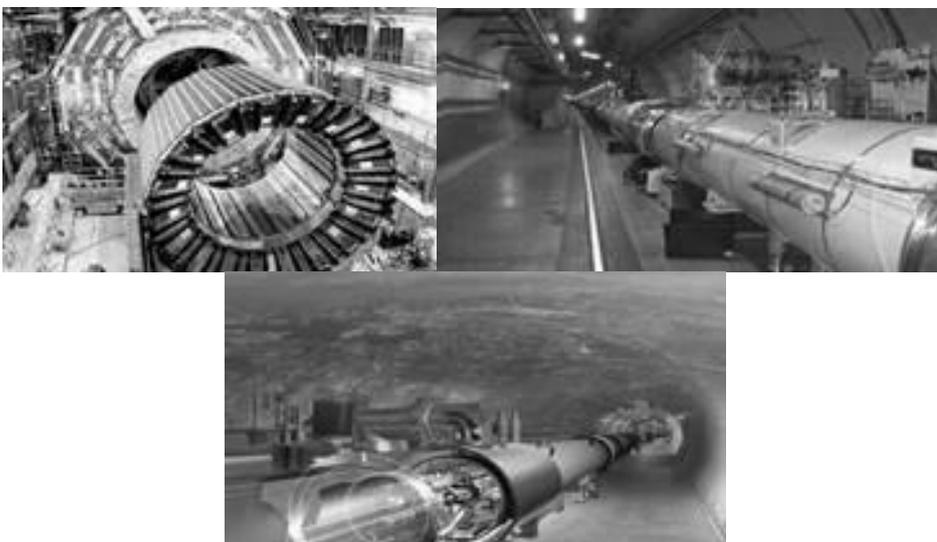
- a) Pedrinho estava com febre, pois sua temperatura era de 38,5 °C.
- b) Pedrinho não estava com febre, pois sua temperatura era de 36,5 °C.
- c) Uma variação de 0,7 °C corresponde a um deslocamento de 0,1 cm na coluna de mercúrio.
- d) Se a altura da coluna de mercúrio fosse  $h = 2$  cm, a temperatura correspondente seria de 34 °C.
- e) Não é possível estabelecer uma relação entre a altura da coluna de mercúrio com a escala termométrica

11. A fim de diminuir o risco de explosão durante um incêndio, os botijões de gás possuem um pequeno pino com aspecto de parafuso, conhecido como plugue fusível.



Uma vez que a temperatura do botijão chegue a 172°F, a liga metálica desse dispositivo de segurança se funde, permitindo que o gás escape. Em termos de nossa escala habitual, o derretimento do plugue fusível ocorre, aproximadamente a que temperatura?

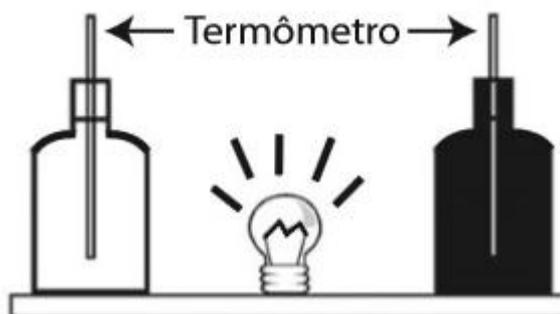
12.No LHC (Grande Colisor de Hadrons), as partículas vão correr umas contra as outras em um túnel de 27 km de extensão, que tem algumas partes resfriadas a – 271,25°C. Os resultados oriundos dessas colisões, entretanto, vão seguir pelo mundo todo. A grade do LHC terá 60 mil computadores.



O objetivo da construção do complexo franco-suíço, que custou US\$ 10 bilhões e é administrado pelo Cern (Organização Européia de Pesquisa Nuclear, na sigla em francês), é revolucionar a forma de se enxergar o Universo. A temperatura citada no texto, expressa nas escalas fahrenheit e kelvin, equivale a que valores aproximadamente?

13. Em um experimento foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida a lâmpada foi desligada.

Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas: a) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e b) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.



Esquema que representa duas garrafas sendo aquecidas por uma lâmpada incandescente. A taxa de variação da temperatura da garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo experimento, foi

- a) igual no aquecimento e igual no resfriamento;
- b) maior no aquecimento e igual no resfriamento;
- c) menor no aquecimento e igual no resfriamento;
- d) maior no aquecimento e menor no resfriamento;
- e) maior no aquecimento e maior no resfriamento.

14. Um cientista russo cria uma nova escala de temperatura e dá a ela o nome de seu filho Yuri. Nessa escala, a temperatura de fusão de gelo vale  $-20^{\circ}\text{Y}$  e a temperatura de ebulição da água vale  $120^{\circ}\text{Y}$ . Utilizando um termômetro graduado nessa escala para medir a temperatura corporal de seu filho, o cientista encontra o valor de  $36^{\circ}\text{Y}$ . Pode-se afirmar:

- a) o garoto tem febre, pois possui temperatura de  $40^{\circ}\text{C}$ .
- b) o garoto tem hipotermia, pois a temperatura de  $32^{\circ}\text{C}$ .
- c) O garoto possui temperatura normal, de aproximadamente  $36^{\circ}\text{C}$ .
- d) A temperatura de  $36^{\circ}\text{Y}$  é impossível, pois é menor do que o zero absoluto.
- e) A medida está errada, pois a temperatura de  $36^{\circ}\text{Y}$  será corresponde a  $90^{\circ}\text{C}$ .

15. Quando Fahrenheit definiu a escala termométrica que hoje leva o seu nome, o primeiro ponto fixo definido por ele, o  $0^{\circ}\text{F}$ , corresponde à temperatura obtida ao se misturar uma porção de cloreto de amônia com três porções de neve, à pressão de 1 atm. Qual é esta temperatura na escala Celsius?

- a)  $32^{\circ}\text{C}$
- b)  $273^{\circ}\text{C}$
- c)  $37,7^{\circ}\text{C}$
- d)  $212^{\circ}\text{C}$
- e)  $-17,7^{\circ}\text{C}$

16. Edificações com grandes extensões horizontais como pontes, linhas ferroviárias e grandes prédios são construídos em módulos, separados por pequenos intervalos denominados *juntas de dilatação*. Essas juntas são espaços reservados para o

aumento de comprimento dos módulos, devido ao aumento de temperatura a que eles ficam submetidos. Os comprimentos desses intervalos devem ser:

- a) independentes do coeficiente de dilatação linear do material.
- b) independentes do comprimento dos módulos.
- c) inversamente proporcionais ao coeficiente de dilatação linear do material.
- d) inversamente proporcionais ao comprimento dos módulos.
- e) diretamente proporcionais ao comprimento dos módulos.

17. O Reservatório de gasolina de um trator que faz o serviço de terraplanagem em uma área de plantação de eucalipto tem capacidade 60 litros, possui um reservatório auxiliar de retorno com volume de 0,48 litros, que permanece vazio quando o tanque está completamente cheio. O operador do trator enche o reservatório quando a temperatura era de 20°C e deixa o trator exposto ao Sol. A temperatura máxima que o combustível pode alcançar, desprezando-se a dilatação do reservatório, é igual a:

Use:  $\gamma_{\text{gasolina}} = 2,0 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

- a) 60°C
- b) 70°C
- c) 80°C
- d) 90°C
- e) 100°C

18. Na construção de uma ferrovia, trilhos de aço são colocados quando a temperatura local é de 0°C. Se uma seção padrão tem comprimento igual a 12 m, e o coeficiente de dilatação linear do aço vale  $11 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , indique o tamanho, em cm, do intervalo que deve existir entre as seções, de forma que haja compressão quando a temperatura alcançar 42°C.

- a) 0,12.
- b) 0,11.
- c) 0,48.
- d) 0,55.
- e) 0,80.

19. Um engenheiro ambientalista quer cercar com arame um terreno quadrado de lados 25m e para isso adquire 100m de fio. Fazendo o cercado, o engenheiro percebe que faltaram 2cm de fio para a cerca ficar perfeita. Como não quer desperdiçar o material e seria impossível uma emenda no arame, o engenheiro pensar em uma alternativa. Depois de algumas horas, ele percebe que naquele dia a temperatura da cidade está mais baixa do que a média e decide fazer cálculos para verificar se seria possível utilizar o fio num dia mais quente, já que ele estaria dilatado.

Sabendo que o acréscimo no comprimento do fio é proporcional ao seu comprimento inicial, ao seu coeficiente de dilatação linear e à variação de temperatura sofrida,

calcule o aumento de temperatura que deve ocorrer na cidade para que o fio atinja o tamanho desejado.

(Dado: coeficiente de dilatação térmica linear do fio  $\alpha_{\text{fio}} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )

20. Um recipiente de vidro, com a capacidade de  $3000\text{cm}^3$ , está completamente cheio com líquido, a  $0^\circ\text{C}$ . O conjunto é aquecido até  $100^\circ\text{C}$  e observa-se que  $15\text{cm}^3$  desse líquido extravasa do recipiente. Considerando-se o coeficiente de dilatação linear do vidro como sendo constante no referido intervalo térmico e igual a  $\alpha_{\text{vidro}} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , qual o coeficiente de dilatação real desse líquido?



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer de doze anos trabalhando como professor, tanto no ensino fundamental como no ensino médio, foi constatado, por experiência própria em sala de aula, o desinteresse da maior parte dos alunos pela área das Ciências Exatas. E, infelizmente, trabalhando no ensino superior a experiência não foi diferente. A situação em relação ao aprendizado de Física, especificamente no curso de Engenharia ambiental e sanitária, estava seguindo o mesmo caminho.

Daí, diante de tanta inquietação, resolvemos realizar um projeto inovador visando a mudança da abordagem de Física no curso, promovendo aulas com total participação dos alunos, tanto na dedução das fórmulas quanto nas discussões teóricas, além da utilização de experimentos sobre o conteúdo antes das discussões. Na avaliação, foram adotadas estratégias alternativas, como a abordagem de diferentes tipos de exercícios, dando grande ênfase aos exercícios contextualizados e voltados para a prática do profissional. Ainda na parte avaliativa, houve uma mudança nos trabalhos, que passaram a ser realizados em grupos, permitindo que os alunos compartilhassem conhecimentos e experiências. E por fim, parte da avaliação foi feita por meio de seminários temáticos apresentados pelos alunos, com o objetivo de concretizar a assimilação e o aprendizado das matérias estudadas.

As ações praticadas para mudar a dinâmica de ensino de Física em sala de aula, especialmente no curso de Engenharia ambiental e sanitária, estão sob os olhares do referencial teórico de Dewey sobre a nobre maneira de educar (DEWEY, 2002). De acordo com este autor, o “indivíduo educa-se ao participar de atividades conjuntas, em experiências partilhadas compreendendo o significado das coisas, das palavras e dos atos ao compreender o uso que lhes é dado pelo grupo” (GALVÃO, 1988, p.134). Segundo Dewey, para que a escola seja eficaz em todos os níveis de educação, o perigo da ruptura com a vida social deve ser minimizado através de atividades vinculadas ao ambiente social mais vasto, das quais os indivíduos possam participar.

Portanto, devido à crescente demanda do mercado de trabalho por profissionais qualificados, ágeis e com poder de decisão rápido e eficiente, notamos a necessidade de mudança, particularmente nas aulas de física.

Desta maneira, percebemos a importância de adequar e preparar estes profissionais para a área de trabalho, de maneira que o conteúdo de física possa ser identificado no seu cotidiano, e aplicado nos momentos necessários de forma a ajudar aos engenheiros a solucionar situações problema com êxito.

Assim, nesta dissertação elaboramos uma proposta de ensino contextualizada, em que foram feitas indicações de recursos didáticos e modos de trabalhar conteúdos de Mecânica dos fluidos e Termodinâmica em sala de aula.

Em primeiro momento, no início da explicação do conteúdo, indicamos a realização de aulas experimentais, que possam auxiliar aos alunos, proporcionando uma melhor visão da matéria, despertando maior interesse pelo conteúdo e com isso facilitando o seu entendimento. Essa indicação é de comum acordo com a maioria dos pesquisadores na área de Ensino, em que principalmente físicos e educadores em geral, defendem a tese da experimentação como uma ferramenta de suporte educacional, sendo muito útil em sala de aula no aprendizado dos alunos.

Outra indicação, constatada na nossa experiência com os alunos de engenharia ambiental e sanitária, é o interesse que os discentes têm em realizar as tarefas ou exercícios teóricos que envolvam situações práticas, questões contextualizadas, situações problema possíveis de serem encontradas em um momento futuro no campo de trabalho pelo aluno. Estas estratégias preparam os alunos para o mercado, pois ao experimentar essas situações em sala de aula, estes estarão mais propícios ao sucesso na prática da sua profissão.

Além disso, percebemos que é muito útil para a efetivação do aprendizado, realizar seminários abordando os temas trabalhados em sala de aula, concretizando o processo de ensino e aprendizagem, ao unir todos os conhecimentos adquiridos pelos alunos durante a etapa.

Esta proposta de ensino foi desenvolvida junto aos alunos do terceiro período do curso de Engenharia ambiental e sanitária das Faculdades Doctum de Teófilo Otoni. Observamos um resultado satisfatório pois a participação efetiva dos alunos durante a aula, interagindo com o professor, dando opiniões, sugestões, indagando, participando de maneira ímpar na realização dos experimentos, e conseqüentemente interpretando simulações de possíveis problemas no campo de trabalho. Ainda, foram notórios a satisfação e o otimismo dos alunos durante a realização das atividades em sala, principalmente daqueles, que no início do semestre, relataram a sua dificuldade e rejeição à Física. Percebemos que estes

alunos se postavam de maneira diferente no decorrer do semestre, ou seja, a mudança na abordagem das aulas de física neste curso foi valiosa.

Diante disso, esperamos transmitir a todos os docentes, essa nossa experiência que sugere ser possível mudar o modo de lecionar Física no ensino superior. Esperamos que a proposta não se restringe aos docentes do curso de Engenharia ambiental e sanitária, incluindo todos os professores de cursos de graduação que envolva a disciplina física. Penso que, nós professores podemos fazer a diferença, podemos fazer algo novo, algo significativo, para nós e também para os nossos alunos.

Em relação à metodologia, estratégias e dinâmicas usadas nesta proposta de ensino, faríamos algumas sugestões para a composição futura das listas de exercícios contextualizados. Percebemos que a quantidade de questões contextualizadas com foco prático na área de física são escassas, sendo que, mesmo buscando em livros, apostilas e em sites da internet, pouco material foi encontrado para que pudesse suprir a necessidade naquele momento em sala de aula. Desta maneira, foi necessário que elaborássemos mais questões em um curto período de tempo. Por isso sugerimos que, na próxima oportunidade de realizar essa experiência de trabalho, seja em qual for o curso, o professor selecione com bastante antecedência questões contextualizadas e práticas referentes ao conteúdo a ser trabalhado no semestre, seja montando uma apostila ou um caderno de atividades para os alunos, ou apenas selecionando-as e entregando-as aos seus alunos em tempo hábil no decorrer do semestre. Isto evitaria a situação vivenciada por nós, de muitas vezes termos poucas opções de questões contextualizadas, diminuindo a possibilidade de êxito da nossa proposta.

Outra situação que necessita atenção diz respeito às aulas práticas no laboratório de Física, pois no caso da nossa experiência, a disciplina não as incluía, ou seja, a turma não continha na grade curricular física experimental. Além disso, a instituição disponibilizava apenas um laboratório para práticas experimentais, e esse estava reservado na maioria das vezes que buscávamos agendá-lo. Assim, tivemos que realizar alguns experimentos na própria sala de aula, o que é desagradável e pouco viável para o desenvolvimento das aulas. Logo, indicamos que se reserve o laboratório com o máximo de antecedência para evitar transtornos.

E por fim, por meio deste trabalho, deixamos uma sugestão aos coordenadores de curso, especialmente aos coordenadores do curso de Engenharia

Ambiental e Sanitária, a reverem e analisarem a ementa do curso, e à luz da pesquisa realizada, considerarem a possibilidade de alteração da ementa da disciplina de Física, com base principalmente nos resultados obtidos junto aos profissionais da área de Engenharia Ambiental e Sanitária. Na opinião destes, a ementa deveria se aproximar mais dos objetivos gerais do curso, e principalmente, abordar conteúdos que fazem parte do cotidiano da prática profissional de um Engenheiro Ambiental e Sanitarista, garantindo a formação de um profissional preparado para atuar no campo de trabalho.

## REFERÊNCIAS

- BANCO de Imagens - Mão segurando agulha para acupuntura na mão, de perto. Isolado no branco. [S. l.]: 123RF, 2016. Disponível em: <[http://pt.123rf.com/photo\\_27008314\\_m%C3%A3o-segurando-agulha-para-acupuntura-na-m%C3%A3o,-de-perto.-isolado-no-branco.html](http://pt.123rf.com/photo_27008314_m%C3%A3o-segurando-agulha-para-acupuntura-na-m%C3%A3o,-de-perto.-isolado-no-branco.html)> Acesso em: 10 ago. 2016.
- BATISTA, M.C. FUSINATO, P.A.BLINI, R B. PEREIRA, R F. A experimentação no ensino de Física e a motivação do aluno para a aprendizagem. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18 2009, São Paulo, São Paulo, Universidade federal de São Paulo, 2009. Disponível em: <[http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/\\_aexperimentacaonoensinod.trabalho.pdf](http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_aexperimentacaonoensinod.trabalho.pdf)> Acesso em: 12 Mai. 2016
- BRASIL- Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros curriculares nacionais**. Brasília, 1997. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>> Acesso em: 28 Out. 2015.
- BECKER, F. O que é construtivismo? **Revista de Educação AEC**, Brasília, v. 21, n. 83, p. 7-15, abr./jun. 1992. Disponível em: <[http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias\\_20\\_p087-093\\_c.pdf](http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_20_p087-093_c.pdf)> Acesso em: 12 Jan. 2016
- BORGES, A.T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.19,n.3.p. 291 -313 Dez. 2002.
- BORGES; NICOLAU. **Os fundamentos da física**: a necessidade do ser humano de compreender o ambiente que o cerca e explicar os fenômenos naturais é a gênese da Física. [S. l.]: Os fundamentos, 5 abr. 2011. Disponível em: <<http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2011/04/cursos-do-blog-termologia-optica-e.html>>. Acesso em: 18 Mar. 2015.
- CARDOSO, S.O. **O Ensino significativo do efeito fotoelétrico no ensino médio através de simulações computacionais livres na internet**. Belo Horizonte: PUC Minas, Mai. 2010.
- CARLESSO, D. TOMAZETTI, E.M. John Dewey e a educação como reconstrução da experiência um possível diálogo com a educação contemporânea. **Revista e Educação**, Santa Maria, v34, n.3, p.573-590, 2009.
- CARVALHO, V. B. As influências do pensamento de John Dewey no cenário educacional brasileiro. **Revista Redescrições**, a.3, n.1, p.58 -77, 2011.
- CASAS BAHIA. Pincel quadro branco. [S. l.]: Casas Bahia, 2016. Disponível em: <<http://buscas.casasbahia.com.br/loja/Pincel%20Quadro%20Branco>> Acesso em: 10 ago. 2016.

CENTRO EDUCACIONAL NOVO MUNDO. 2º desafio CENM 2014. **Desafio de Física**, 2ºano EM, 2D 2014. [Santo Amaro]: Colégio Santo Amaro, 2014. Disponível em: <<http://www.colegiosantoamaro.com.br/wp-content/uploads/sites/24/2013/04/2D-2FIS-ok.pdf>>. Acesso em: 3 Abr. 2015.

COELHO. L.F.S. Uniformidade e Diversidade no ensino de física básica: os cursos de física para Biologia, Desenho Industrial e Farmácia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.24, n.1:p.47-60.Mar. 2002.

CUNHA, M.V. **Uma filosofia para educadores em sala de aula**. Petrópolis: Vozes,1994.

CUNHA, M. V.da. John Dewey e o pensamento educacional brasileiro: a centralidade da noção de movimento. **Revista Brasileira de Educação**. Editora Autores Associados, n. 17, p. 86-99, 2001. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/30073>> Acesso em:02 Mar. 2016

CUNHA, F.C, MOREIRA.J.E de C. Recursos didáticos e metodológicos para o ensino de física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA. XVIII. 2009. São Paulo. Disponível em:<[http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/snef/\\_recursosdidaticosemetodo.trabalho.pdf](http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/snef/_recursosdidaticosemetodo.trabalho.pdf)>. Acesso em: 27 Jan. 2016.

CUNHA, Flávio. Calor e Temperatura, Youtube 2007. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=mRu4Wdi5IP8>> Acesso em: 20 Fev. 2015.

DEWEY, J. **Reconstrução em filosofia**. São Paulo:Icone,2011

DEWEY, J. GALMARINI, M.A. **Como pensamos**. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 2007.

DEWEY. **A escola e a sociedade, e a criança e o currículo**. Lisboa: Relógio D'Água, 2002.

DEWEY, J. **A arte como experiência**, Cambridge: Martins fontes,1934.

DEWEY, J. **Experiência y Educação**. Petrópolis: Vozes,2010.

DONOSO, J.P; CARAM, R.M; RAMOS, A.F. Ensino de Física para um curso de Arquitetura. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA. XVI. 2005. São Paulo, São Carlos. Disponível em: <[http://www.ciencia.iao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=snef&cod=\\_ensinodefisicaparaumcurs](http://www.ciencia.iao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=snef&cod=_ensinodefisicaparaumcurs)> acesso em: 27 Jan. 2016

DOESCHER, Andrea Marques Leão. 2009. Temperatura e Calor: Estamos usando corretamente esses conceitos? Disponível em <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=2385>> acesso em 20 Jan. 2015.

EXERCÍCIOS DE FÍSICA: Termologia e calorimetria. [S. l.]: Palácio, 2015.  
 < [https://prof-nair-palacio.wikispaces.com/file/view/exercicios\\_calorimetria\\_termologia.doc](https://prof-nair-palacio.wikispaces.com/file/view/exercicios_calorimetria_termologia.doc) > Acesso em: 13 Mai. 2015.

EXERCÍCIOS de Calorimetria, 2008 Disponível em:  
 <<https://marcopilleggi.files.wordpress.com/2008/08/exerc3adcios-de-calorimetria2.doc>> Acesso em: 16 Mar. 2015.

FAUSTINO,É. E. M. **Biofísica** : Elaboração de uma proposta de ensino para o curso de medicina veterinária. Belo Horizonte, PUC Minas, 2015.

FELIPPE, Keyla I. CALORÍMETRIA – I. . [S. l.]: Files, 2015.  
 < [http://files.keylafelippe.webnode.pt/200000018-40c7b41c1d/Apostila%20CALOR%C3%8DMETRIA%20\(2\).doc](http://files.keylafelippe.webnode.pt/200000018-40c7b41c1d/Apostila%20CALOR%C3%8DMETRIA%20(2).doc) > Acesso em: 13 Abr. 2015

FÍSICA e vestibular: física térmica. [S. l.]: Fisicaevestibular, 2011.  
 Disponível em:  
 <[http://fisicaevestibular.com.br/atualizacao/Exercicios2013/fis\\_termica.htm](http://fisicaevestibular.com.br/atualizacao/Exercicios2013/fis_termica.htm) >. Acesso em: 16 Mar. 2015.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Revista Investigações em ensino de ciências**. V.8 p. 109-123, 2003.

GALVÃO, P.A ciência na educação Segundo John Dewey. **Philosophica**, v 12, Lisboa, p 129 – 144; 1988.

GUIMARÃES, F.S.P; DICKMAN, A.G; CHAVES, A.C.L. Material de apoio para professores de biofísica aplicada a enfermagem. **Revista brasileira de ensino de Física**. São Paulo v.36.n.3 p.3506-1 até 3506-8, 2014

LOPES, A.C O s parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio e a submissão ao mundo produtivo: O caso do conceito de contextualização. **Revista Educação & Sociedade**, Campinas, vol. 23, n.80 p.386-400,2002.

MATOS, J.C.M. John Dewey em visita ao jardim de Huxley: Uma discussão sobre a teoria da evolução e as concepções éticas. **Revista Internacional de Filosofia da Moral** Florianópolis v. 9, n. 2 p. 199 - 216 Dez. 2010.

MORUZZI.A.B, MORUZZI.R.B. A transversalidade como princípio pedagógico no ensino superior de engenharia: O Programar de engenharia Ambiental da UNESP - campo Rio Claro. **Revista Ensino de Engenharia**, v.29, n.1, p.20-28. 2010.

NOGUEIRA, A.L F.S. **Uma adaptação curricular de Física para ciências Agrárias**. Belo Horizonte: PUC Minas 2008.

NOVOA, A (coord). **Os professores e a sua formação**.3.ed.Lisboa:Publicações Dom Quixote. 1997.

NOVAES, B. W D. As contribuições de Jean Piaget para a educação matemática. PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ – PUC PR.V EDUCERE III CONGRESSO NACIONAL DA ÁREA DE EDUCAÇÃO EPISTEME EDUCERE CURITIBA 03 a 05 de outubro de 2005 p. 81–92 Disponível em: <<http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2005/anaisEvento/documentos/painel/TCCI135.pdf>> acesso: 22 Set. 2015

PIAGET, J. La enseñanza de las matemáticas modernas.3 ed. Madrid: Alianza Editorial, p. 219-2271986b, PELIZZARRI, A. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel –**Psicologia, Educação e Cultura (PEC)**, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-Jul. 2002

PRENSKY, Marc. Nativos Digitais, Imigrantes Digitais.**OntheHorizon**,University Press, Vol. 9 (2001) De OntheHorizon (NCB University Press, Vol. 9 No. 5, Outubro 2001) © 2001 Marc Prensky Disponível em: <<http://poetadasmoreninhas.pbworks.com/w/file/fetch/60222961/Prensky%20-%20Imigrantes%20e%20nativos%20digitais.pdf>> Acesso em :10 Jul. 2016.

RAMALHO, Priscila, Pedagogia, John Dewey.2011.Disponível em: <<http://educarparacrescer.abril.com.br/aprendizagem/john-dewey-307892.shtml>>. Acesso em 21 Jan 2016.

#### REGIÃO HIDROGRÁFICA DO TOCANTINS-ARAGUAIA

Disponível em: <<http://brasildasaguas.com.br/educacional/regioes-hidrograficas/regiao-hidrografica-do-tocantins/>> acesso em: 17 Mar. de2015

RIBEIRO, Renato. Escalas de temperatura e Fahrenheit. Disponível em: <<http://www.em.com.br/app/noticia/especiais/educacao/enem/2015/03/26/noticia-especial-enem,631421/na-fisica-e-bom-ser-amigo-do-rei.shtml>> Acesso em: 20 Fev. 2015.

ROMANO. G. Imagens da juventude na era moderna. In: LEVI, G.; SCHMIDT, J. (Org.). **História dos jovens 2**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996. p. 7-16.

SANTIAGO, R.A relevância do Aprendizado de Física para o profissional de Oceanografia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA. XVI. 2005. São Paulo, Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/\\_arelevanciadoaprendizado.trabalho.pdf](http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_arelevanciadoaprendizado.trabalho.pdf)>Acesso em: 27 Jan.2016

SANTOS, J. S. **O conceito de experiência na educação superior segundo Dewey e o aprender para a sociedade**. Taubaté: Facinter, 2011

SANTOS, M C F. A noção de Experiência em John Dewey, a educação progressiva e o currículo de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciências**, v.1, n.1, 2013. Disponível em:<<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0214-1.pdf>>. Acesso em 5 fev.16.

SANTOS, P R. O ensino de ciências e a ideia de cidadania. **Mirandum** (USP), Porto (Portugal), v. 17, n.17, p. 25-34, 2006.

SÉRÉ, M.G. COELHO, S. M. NUNES, A D. O papel da experimentação no ensino de Física. **Caderno brasileiro de ensino de física**. V.20, n.1, p. 30-42, Porto Alegre: Faculdade de Física, Abril de 2003.

SANTIAGO, R.A relevância do Aprendizado de Física para o profissional de Oceanografia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA. XVI. 2005. São Paulo, Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/snef/\\_arelevanciadoaprendizado.trabalho.pdf](http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/snef/_arelevanciadoaprendizado.trabalho.pdf)> > acesso em: 27 jan.2016

SÓ FÍSICA. Questões - dilatação. [S. l.]: SOFISICA, 2015. Disponível em: <<http://www.sofisica.com.br/conteudos/exercicios/dilatacao.php>>. Acesso em: 3 Mar. 2015.

TREINANDO para o ENEM – Calorimetria. [S. l.]: Instituto <<http://institutomontessoripn.com.br/professor/wp-content/uploads/2014/03/EXERCICIOS-CALORIMETRIA.doc>> Acesso em : 13 abril.2015

MANUAL DA QUÍMICA. **Ovo que flutua na água**. [S. l.]: Manual da química Uol, 2016. Disponível em: <<http://manualdaquimica.uol.com.br/experimentos-quimica/ovo-que-flutua-na-agua.htm>> Acesso em: 10 Ago. 2016.

BANCO de Imagens - Mão segurando agulha para acupuntura na mão, de perto. Isolado no branco. [S. l.]: 123RF, 2016. Disponível em: <[http://pt.123rf.com/photo\\_27008314\\_m%C3%A3o-segurando-agulha-para-acupuntura-na-m%C3%A3o,-de-perto.-isolado-no-branco.html](http://pt.123rf.com/photo_27008314_m%C3%A3o-segurando-agulha-para-acupuntura-na-m%C3%A3o,-de-perto.-isolado-no-branco.html)> Acesso em: 10 Ago. 2016.

CASAS BAHIA. Pincel quadro branco. [S. l.]: Casas Bahia, 2016. Disponível em: <<http://buscas.casasbahia.com.br/loja/Pincel%20Quadro%20Branco>> Acesso em: 10 Ago. 2016.



## APÊNDICE

PROFISSIONAL	Graduação		Tópicos de Física Importantes	Sugestões para um melhor ensino de Física	Comentários, críticas e sugestões
	Especialista	Mestre			
Izabel Cristina - <b>EA</b>		x	Dimensionamento, vazão, escoamento, termodinâmica, movimento mecânica.	Conteúdos e atividades, além de experimentos em laboratório dando exemplos específicos da área de atuação aproximando a realidade do campo de trabalho.	O Tema escolhido é de suma importância e necessário para melhoria do ensino das disciplinas básicas relevantes do curso de engenharia Ambiental
Tamires - <b>EB</b>	x		Em branco.	Em branco.	Em branco.
Vitória - <b>EC</b>	x		Mecânica, Quantidade de movimento, Hidrostática, Fluidos, Termodinâmica, Gases, Leis de Newton, Movimento de Translação e Rotação	Abordar o máximo os conteúdos de forma prática.	O Trabalho é de grande relevância para que os alunos do curso tenham consciência da importância da disciplina de Física e sua aplicação no campo de trabalho
Jean Paul - <b>ED</b>	x		Mecânica, Termodinâmica, Óptica, Eletricidade, Magnetismo e Física Moderna.	Explorar a física teórica com questões ambientais. Correlacionar as questões práticas da física com o meio ambiente e a preservação dos recursos ambientais.	Inserir de modo multidisciplinar o tema pensamento sistêmico como novo paradigma. Trabalhar em sala a demanda de recursos hídricos e seu modo de consumo.
Bruno Balarini - <b>EE</b>	x		Geometria analítica e vetores; Estudo de grandezas; Conceitos básicos de MRU e Leis de Newton, Estática, Hidrostática e Termodinâmica.	Que fosse embutido como parte das soluções de problemas ambientais, ao se apresentar um problema ambiental ou risco deste, o conteúdo de Física poderia ser explorado como alternativa de solução.  A Física Moderna deveria ser mais difundida no cenário ambiental como propulsora de tecnologias que fomentem a redução do consumo de fontes energéticas esgotáveis, solução de problemas de saneamento básico, desenvolvimento de tecnologias para novos materiais de construção, veículos, etc.	