



ENSINO DE FÍSICA A PARTIR DE SITUAÇÕES DA ENGENHARIA

Mara Fernanda Parisoto– marafisica@hotmail.com

Marco Antonio Moreira– moreira@if.ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física
Faculdade de Agronomia, 9500, Av. Bento Gonçalves, 91509-900

Resumo: *A tese, que originou este artigo, foi dividida em três estudos, o primeiro busca responder as seguintes questões de pesquisa: 1) como integrar, em uma proposta didática, situações da Física aplicadas à Engenharia, as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas e o Método de Projetos, de modo que a integração facilite a Aprendizagem Significativa de conceitos de Física? 2) quais situações-problema da Engenharia podem fornecer sentido a conceitos físicos da Termodinâmica? 3) é significativa a aprendizagem de conceitos de Física, pelos alunos, a partir da implementação da proposta? Foi utilizada a integração entre métodos qualitativos e quantitativos. O método qualitativo utilizado foi a pesquisa do tipo etnográfica e no quantitativo utilizou-se a estatística descritiva e inferencial. Os instrumentos utilizados foram validados e fidedignos. Para a coleta de dados, foi utilizado delineamento quase-experimental para amostras temporais equivalentes. A partir dos métodos supracitados elaborou-se uma proposta de ensino que culminou em vários indícios de aprendizagem significativa. Os exemplificaremos a partir do trabalho de dois alunos que projetaram residências de modo a buscar conforto térmico em construções, a partir do reaproveitamento de materiais, de modo a diminuir significativamente a utilização de climatizadores. Utilizaram para tanto conhecimentos conceituais, procedimentais e de aplicação da Termodinâmica na futura área de atuação deles. Identificamos que houve melhora na visão que os alunos da Engenharia possuem da Física, passando a vê-la como indispensável na área de atuação deles. A partir dos dados sugere-se como articular a Termodinâmica e a Engenharia.*

Palavras-chave: *Engenharia, Método de Projetos, Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, Termodinâmica.*

1. INTRODUÇÃO

Em muitos países, inclusive no Brasil, há uma grande carência de profissionais na área da Engenharia, da Física e da Física Médica. De acordo com Jornal Hoje (SÃO PAULO, 2013), atualmente se formam aproximadamente 38 mil engenheiros por ano, mas para atender as necessidades do mercado, da Copa de 2014 e das Olimpíadas, esse número precisa chegar a 60 mil por ano. Segundo (TELLES, 2012), enquanto nos Estados Unidos, no Japão e na Alemanha há 25 engenheiros para cada 1000 pessoas profissionalmente ativas, no Brasil há apenas seis. Isto se deve, em parte, ao ensino descontextualizado e desestimulante, onde os alunos não vêem sentido nos conceitos físicos.



Visando diminuir esta problemática buscou-se, com a pesquisa que originou este artigo, avaliar uma proposta didática composta por situações (VERGNAUD, 1993) de Física aplicadas à Engenharia, Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (MOREIRA, 2011) e o Método de Projetos (ROGERS, 1977), de modo que a integração facilite a Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2002), crítica e ativa de conceitos da Termodinâmica aplicados na Engenharia. A forma que se optou para integrar as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), as situações-problema e o Método de Projetos está detalhada na Seção 3.

A compreensão de aplicações da Física, como, por exemplo, à Medicina, como visto na pesquisa de mestrado (PARISOTO, 2011), é potencialmente facilitadora da Aprendizagem Significativa (AS), já que promove a interação com outras ideias que compõem as representações mentais do aprendiz. O mesmo identificou-se em relação à Engenharia.

No desenvolvimento do projeto de doutorado foram feitas duas UEPS abordando conteúdos de Termodinâmica utilizando situações da Engenharia. Isto foi feito para identificar qual(is) conteúdo(s) desta área podem servir como ponte para o Ensino de Física Moderna, analogamente ao trabalho de (ZOMPERO E LABURÚ, 2010). Para isto será utilizado situações da Medicina, mais especificamente sobre a Interação da Radiação com a Matéria. Sendo assim, iniciará o estudo com a Física Clássica (Física II), continuando com o ensino de Física Moderna (Física IV), assim como sugere (TOULMIN, 1977) e (PAULO, 2006).

Guiaram o estudo piloto *as seguintes indagações*, as quais, pelo enfoque ser qualitativo e quantitativo, podiam ser alteradas durante o andamento da pesquisa:

1) como integrar, em uma proposta didática, as situações de Física aplicadas à Engenharia, a UEPS e o Método de Projetos, de modo que a integração facilite a Aprendizagem Significativa (AS) de conceitos da Termodinâmica?

2) quais situações-problema da Engenharia podem dar sentido a conceitos físicos da Termodinâmica?

3) qual conteúdo de Termodinâmica pode servir como aporte para o ensino da Interação da Radiação com a Matéria?

4) qual situação-problema de Termodinâmica pode dar sentido a conceitos que envolvem a Interação da Radiação com a Matéria aplicadas à Medicina?

5) quais conhecimentos prévios os estudantes trazem para as aulas de Física que poderiam ser usados para ensinar conceitos de Física aplicados à Engenharia?

6) é significativa a aprendizagem de conceitos de Física, pelos alunos, a partir da implementação da proposta?

7) o que é necessário mudar na pesquisa, para que os alunos passem a aprender significativamente, os conhecimentos nos quais não houveram indícios de Aprendizagem Significativa, no estudo piloto?

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

São utilizadas na pesquisa, como fundamentação teórica, a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de (AUSUBEL, 2002), os campos conceituais de (VERGNAUD, 1993), o método de Projetos de (ROGERS, 1977), as Unidades Potencialmente Significativas de (MOREIRA, 2011) e a epistemologia de (TOULMIN, 1977). Tais referenciais aqui foram apenas mencionados, devido às limitações de espaço, para uma descrição detalhada ver (PARISOTO, 2013).



3. METODOLOGIA DAS AULAS

O período letivo iniciou com a confecção de um contrato de trabalho (PARISOTO, 2013). Posteriormente, foram ministradas aulas, intercalando várias atividades diferenciadas, tais como simulações computacionais (TAO e GUNSTONE, 2009), resolução de situações-problema (VERGNAUD, 1993), confecção de mapas conceituais (NOVAK e GOWIN, 1984), aula expositiva (AUSUBEL, 2002). Antes e após as aulas os alunos respondiam situações-problema (Tabela 1), de modo a buscar identificar os conhecimentos prévios e ensinar de acordo e com o objetivo de encontrar os conhecimentos que os alunos apresentaram indícios de aprendizagem significativa. Ao final do semestre foram apresentados os projetos (ROGERS, 1977) desenvolvidos pelos alunos, conforme há um exemplo na seção 5.

4. CONTEXTUALIZAÇÃO

A pesquisa foi realizada na disciplina de Física II, em duas turmas de Engenharia, uma de Produção e outra Ambiental, contendo, respectivamente, 51 e 45 alunos. Os cursos eram noturnos e faziam parte de uma Universidade Comunitária do Rio Grande do Sul. Em cada uma das turmas foi utilizada uma carga horária de 60 horas. Havia um encontro de três horas por semana em cada turma.

5. EXEMPLO DE PROJETO QUE POSSUA INDÍCIOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Os alunos 37 e 45 fizeram o projeto e o contrato de trabalho intitulado “Cidade Planejada Auto-Sustentável”. Eles preocuparam-se, principalmente, em identificar materiais sustentáveis e maus condutores térmicos, para diminuir o fluxo de energia térmica, melhorando o conforto térmico no interior de construções. Utilizaram, para tanto, ferramentas computacionais e matemáticas e, como solicitado, relacionaram a Física ao futuro curso que irão atuar. Um dos alunos cursava Engenharia da Computação, então ele fez toda a montagem virtual da cidade e um experimento que media virtualmente a variação de temperatura através de uma parede. O aluno 45 estava estudando para ser Engenheiro de Produção, onde uma das funções é diminuir os custos de implementação das obras. Ele trabalhava no plantio de arroz, cujas cascas são jogadas fora, então ele elaborou uma forma de utilizar tal material nas construções, de modo a favorecer o conforto térmico. Outro material que eles utilizaram foi borracha de pneu, que geralmente não é reciclado nem reaproveitado.

Os alunos planejaram toda a cidade relacionando sustentabilidade, Termodinâmica e o curso deles. Nas primeiras 26 páginas eles fazem a descrição de toda a cidade planejada por eles. Na página 27 eles discutem se o investimento em construção sustentável é rentável, mostraram que a cada dólar investido na construção de edifícios sustentáveis, retornam quinze em vinte anos.

Na página 28 começaram a descrever dois procedimentos experimentais (real e virtual). O primeiro estava relacionado à dilatação linear dos materiais. Os alunos preocuparam em determinar qual seria a variação de temperatura, que um prédio de 100 metros de comprimento, usando uma estrutura de aço, suportaria se possuísse um vão de 10 cm. Fizeram os cálculos a partir do coeficiente de dilatação volumétrica, transformando-o para o coeficiente de dilatação linear, mostrando que sabem quando utilizar um ou outro e como transformá-los. Na apresentação, eles fizeram o cálculo de quanto seria necessário



deixar de espaço entre duas colunas, se a variação de temperatura da cidade fosse de 40°C, o que fizeram corretamente.

Na sequência descreveram o segundo experimento, que visava identificar qual material é melhor isolante térmico (dentro casca de arroz e borracha). A partir dos cálculos desenvolvidos, da atividade experimental e das simulações computacionais apresentadas, os alunos concluíram que a borracha é melhor isolante térmico do que a casca de arroz. Entretanto, esta também é uma boa opção para melhorar o conforto térmico de construções. Tal pesquisa está mais bem detalhada em outro artigo (BOETTER, SABIN & PARISOTO, 2013).

Sendo assim os alunos mostraram indícios que aprenderam significativamente o *conhecimento procedimental, declarativo e de aplicação dos conhecimentos na situação-problema proposta a eles.*

6. SÍNTESE DOS RESULTADOS ENCONTRADOS NO ESTUDO PILOTO

Este capítulo descreve a síntese dos resultados encontrados a partir de um estudo exploratório, do tipo etnográfico, fundamentado nas concepções da pesquisa qualitativa, defendida por (ANDRÉ, 1988 e 2005). Nas próximas implementações será utilizada também a análise quantitativa.

Neste capítulo são apresentadas as questões de pesquisa que buscou-se responder nesta primeira implementação e a síntese das respostas que foi possível alcançar. Por último, são apresentadas as perspectivas para continuação da pesquisa.

O trabalho foi dividido em uma parte de desenvolvimento e outra de pesquisa. Na primeira foram construídas duas UEPS integradas ao Método de Projetos e as situações-problema, as quais, conforme mencionado anteriormente, foram implementadas em duas turmas de Engenharia, uma de Produção e outra Ambiental com uma carga horária de 60 horas. *As quatro primeiras questões estão voltadas ao desenvolvimento e não à pesquisa propriamente dita. As últimas cinco, conforme será visto na sequência, são de pesquisa.*

Para responder a primeira questão de pesquisa “como integrar, em uma proposta didática, as situações de Física aplicadas à Engenharia, a UEPS e o Método de Projetos, de modo que a integração facilite a Aprendizagem Significativa (AS) de conceitos da Termodinâmica?” foram planejadas aulas de acordo com os referenciais teóricos e epistemológicos e foi validado tal planejamento por três professores da UFRGS. As situações-problema (**Tabela 1**), relacionadas à Engenharia, foram aplicadas como segunda e sexta etapa das UEPS. O Método de Projetos permeou as duas UEPS, iniciando na primeira aula, com a organização da atividade, e tendo seu ápice nas duas últimas aulas com a apresentação e discussão dos projetos finais, desenvolvidos pelos alunos. Para ver detalhadamente o planejamento das aulas (PARISOTO, 2013).

Na Tabela 1 há uma síntese que responde a segunda questão de pesquisa: “*quais situações-problema, da Engenharia, podem dar sentido a conceitos físicos da Termodinâmica?*”.

Tabela 1- situações-problema utilizadas nas duas UEPS e os conceitos envolvidos.

Situação-problema	Conceitos envolvidos
Suponha que você seja engenheiro e necessite escolher os parâmetros que utilizará para fazer a ligação elétrica de uma cidade: a) quais variáveis, relacionadas à Termodinâmica, você consideraria? b) quais	Comprimento; área; volume; coeficiente de dilatação linear, superficial e volumétrico; variação; equilíbrio térmico; frio;



idealizações, relacionadas à Termodinâmica, você faria? Utilize matemática para argumentar. c) dê um exemplo numérico. Dado: considere que a cidade possua as estações bem definidas.	quente; temperatura e calor.
a) Invente sua escala termométrica; b) represente-a e também a escala Celsius; c) transforme uma temperatura de sua escala em °C.	Temperatura, variação e dilatação de líquido.
Uma batata está sobre uma mesa, a céu aberto, em um dia ensolarado: a) como você faria para cozinhar a batata, o mais rápido possível, usando apenas a energia solar? b) se no lugar da batata tivéssemos gelo, o que ia acontecer com a temperatura dele e quais processos térmicos ocorreram até ele virar completamente vapor? c) se quisermos que ele evapore mais rapidamente o que podemos fazer?	Capacidade térmica, quantidade de calor: sensível e latente, calor específico e massa.
Explique a partir das formas de propagação de calor: a) como funciona a garrafa térmica? b) como ocorre a brisa marinha durante o dia e à noite, c) como a radiação do Sol chega até à Terra, d) por que em dias mais frios há mais problemas respiratórios devidos à poluição? e) onde você colocaria os aparelhos para resfriar e aquecer uma casa (use o que aprendemos sobre densidade e convecção)?	Convecção, irradiação e condução.
Com base no estudado até agora: a) como você projetaria uma casa, no Pará, para que no verão não seja necessário resfriá-la e no inverno não seja necessário usar aquecedor? Justifique a partir da Termodinâmica. Use pelo menos três ideias; b) para esta finalidade seria melhor usar madeira ou tijolo? Ver tabela da condução térmica; c) quais as diferenças entre as paredes simples e compostas.	Convecção, irradiação e condução.
Como funciona o motor de um carro a gasolina?	Pressão, força, área, volume, temperatura, massa molar, massa, moléculas, átomos, deslocamento, trabalho, adiabático, isovolumétrico, isotérmico, isobárico, graus de liberdade, energia interna, raio atômico, ponto triplo, ponto crítico, umidade relativa do ar e calor específico.
a) Para os gases ideais é utilizada a equação de estado de Clapeyron ($P_i V_i = nRT$). Chegue, a partir dela, matematicamente, a equação de Van der Waals? b) Quais são as variáveis desconsideradas, nos gases ideais, que devem ser consideradas nos gases reais?	Pressão, força, área, volume, temperatura, massa molar, massa, moléculas, átomos, deslocamento, trabalho, adiabático, isovolumétrico, isotérmico, isobárico, graus de liberdade, energia interna, raio



	atômico, ponto triplo, ponto crítico, umidade relativa do ar e calor específico.
<p>“O interior de um vagão-tanque foi lavado com vapor d’água, por uma equipe de limpeza, ao entardecer. Como o serviço não havia terminado, no final da jornada de trabalho eles fecharam o vagão hermeticamente e assim o deixaram durante a noite. Quando retornaram na manhã seguinte, descobriram que alguma coisa havia esmagado o vagão, apesar de suas paredes de aço extremamente resistentes, como se alguma criatura gigantesca de um filme de ficção científica tivesse pisado sobre o vagão” (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2001). Explique como o vagão-tanque foi esmagado durante a noite? Use as relações entre pressão, trabalho, volume e temperatura mostrando as diferenças se for considerado os gases reais e ideais.</p>	<p>Adiabático, isovolumétrico, isotérmico, isobárico, área, pressão, força, volume, temperatura, trabalho, energia interna, rotação, translação, energia de ligação, quantidade de calor.</p>
<p>Como potencializar o rendimento de um refrigerador e de uma caldeira? Apresente, pelo menos, três argumentos usando Termodinâmica.</p>	<p>Rendimento, entropia, energia, equilíbrio térmico, temperatura, trabalho, energia interna, calor, quente, frio, variação, quantidade de calor, adiabático, isotérmico e volume.</p>

O conteúdo de Termodinâmica que pode servir como aporte para o ensino da Interação da Radiação com a Matéria (terceira questão de pesquisa) são as *formas de propagação de calor*. É possível fazer várias analogias, entre os dois conteúdos, partindo assim da Física Clássica para ensinar Física Moderna. Podem ser feitas questões como: 1) o que aconteceria com uma pessoa, que fosse incida sobre ela, radiação eletromagnética com comprimento de onda do infravermelho? E se fosse incidido radiação eletromagnética, com comprimento de onda dos Raios-X e dos raios gama?; 2) em quais exames ou/em tratamentos médicos são usadas cada uma delas?; 3) quais são as formas de se proteger destes tipos de radiação?; 4) quais são as doenças que podem ser originadas da exposição a estes tipos de radiação eletromagnéticas?

Sendo assim, a situação-problema de Termodinâmica que pode fornecer sentido aos conceitos que envolvem a Interação da Radiação com a Matéria aplicada à Medicina (quarta questão de pesquisa) é a seguinte: com base no estudado até agora a) como você projetaria uma casa, no Pará, para que no verão não seja necessário resfriá-la e no inverno não seja necessário usar aquecedor? Justifique a partir da Termodinâmica. Use pelo menos três ideias; b) para esta finalidade seria melhor usar madeira ou tijolo? Ver tabela da condução térmica; c) quais as diferenças entre as paredes simples e compostas?

A quinta questão de pesquisa é: *quais conhecimentos prévios os estudantes trazem para as aulas de Física, que poderiam ser usados para ensinar conceitos de Física aplicados à Engenharia?*

Segundo (AUSUBEL, 2002) os conhecimentos prévios constituem a variável mais importante para aprender significativamente, portanto precisam ser identificados antes do processo de instrução. Resumindo, no estudo piloto, a partir das situações-problema e dos



mapas mentais, identificou-se qualitativamente que a maioria dos alunos não possuía, antes do processo de instrução, conhecimentos prévios sobre Termodinâmica, que pudessem ser utilizados como subsunçores.

A primeira situação-problema *visava identificar quais conhecimentos prévios os alunos possuíam referente a dilatação linear*. Alguns (6) demonstraram que sabiam a relação existente entre dilatação linear, material que constitui o fio e coeficiente de dilatação linear, mas nenhum mencionou que a variação no comprimento do fio é diretamente proporcional ao coeficiente de dilatação linear. Seis mostraram indícios que sabiam que a variação do comprimento do fio estava relacionada com a dilatação e compressão do fio. Alguns (4) relacionaram, corretamente, variação da temperatura a dilatação. Oito alunos escreveram outras variáveis que não são diretamente relacionadas à Termodinâmica, tais como crescimento demográfico e capacidade de fornecimento. Das variáveis que não precisam ser consideradas no processo de dilatação linear, alguns (4) mencionaram, corretamente, o coeficiente de dilatação superficial e volumétrico. Dos conhecimentos prévios inadequados no contexto da Física, pode-se chamar atenção a que alguns (4) alunos considerariam a temperatura atual da cidade ou sua média, o que está incorreto, pois o que deveria ser utilizado é a temperatura mínima e máxima da localidade. Identificou-se a necessidade de explicar para os alunos o que significa idealização, fazendo a negociação de significados, conforme sugerem Gowin, Vergnaud e Toulmin.

A segunda situação-problema *visava identificar os conhecimentos prévios que os alunos possuíam sobre as escalas termométricas*. A maioria dos alunos (10 de 14) mostraram que sabem representar as escalas termométricas, interpretá-las, montar a equação, deixando-as assim representadas. Apenas dois apresentaram equívocos formais. Além disso, um não apresentou a escala Celsius e o outro não apresentou as duas escalas.

As alternativas a) e d), da terceira situação-problema, *visavam identificar os conhecimentos prévios que os alunos possuíam referentes aos processos de condução do calor*. Dos 9 alunos, dois responderam que para o gelo evaporar mais rapidamente deve-se aproximá-lo de um condutor térmico, dois que pudesse aumentar a irradiação de energia solar sobre ele, três que deve-se utilizar mecanismos que aumentem a absorção de energia, tal como envolver o gelo em papel escuro. Três mencionam que iriam utilizar sistemas para aumentar a reflexão de energia solar no gelo, por exemplo, utilizariam espelhos. Dois escreveram que utilizariam sistemas refratores, tal como lâmpadas com água. Um mencionou que aumentaria a área de contato do gelo com o ar, dividindo-o em várias partes. Outro disse que aumentaria a quantidade de calor utilizando outras fontes.

As alternativas b) e c), da terceira situação-problema, *visavam identificar os conhecimentos prévios que os alunos possuíam sobre calor latente e sensível*. Dos (10) que responderam, pode-se afirmar que um possuía conhecimentos prévios sobre condutor térmico, irradiação, quantidade de calor: sensível e latente, dois compreendiam sobre reflexão e cinco sobre absorção. Metade dos respondentes possuíam conhecimentos prévios errôneos sobre quando a temperatura permanece constante e quando a temperatura é alterada.

A quarta situação-problema não foi respondida no início da aula, mas ela também versava sobre condução de calor, analogamente à quinta situação-problema.

A quinta situação-problema *visava identificar os conhecimentos prévios que os alunos possuíam sobre condução de calor*. Dos doze alunos que responderam, sete projetariam a construção considerando a posição do Sol, o vento e a brisa; sete consideraram relevante o material da casa, mencionando que ela deve ser constituída por isolantes; dois plantariam trepadeiras nas paredes das casas ou árvores, que no inverno percam as folhas, aumentando assim a incidência solar e conseqüentemente a temperatura no interior da residência e no verão sejam utilizadas como isolantes térmicos, diminuindo a temperatura no



interior da residência; sete enfatizaram aspectos da formação da casa, como, por exemplo, a necessidade de utilizar vidros, paredes compostas e telhados verdes.

Um dos alunos considerou, erroneamente, que deve-se construir uma casa de alvenaria ao invés de madeira, segundo o aluno “a alvenaria possui maior capacidade térmica que a madeira, por isso esquenta menos no verão”. Como foi visto na primeira prova a condução térmica da madeira (0,11-0,14 J/s/(m.K)) é menor do que o tijolo (0,40-0,80 J/s/(m.K)), que é o principal constituinte de uma casa de alvenaria, portanto, do ponto de vista do conforto térmico, o melhor é construir a casa de madeira. Muitos alunos se equivocaram na escolha entre tijolo e madeira para a construção de casas. Por esse motivo perguntou-se, informalmente, o porquê do erro cometido, alguns mencionaram que não souberam interpretar a tabela, consideraram o valor 0,11 maior que 0,4, o que está incorreto. Isto mostrou a necessidade de ensiná-los a interpretar tabelas.

A partir dos dados encontraram-se indícios que há uma concepção alternativa, presente da maioria dos alunos, de que qualquer corpo que recebe energia térmica aumenta sua temperatura e se perde a diminui.

Na sequência há os indícios para responder a sexta questão de pesquisa: *é significativa a aprendizagem de conceitos de Física, pelos alunos, a partir da implementação da proposta?*

Pode-se sintetizar, que depois do processo de instrução, os alunos apresentaram indícios de Aprendizagem Significativa procedimental, conceitual e de aplicação na ciência, nos seguintes conhecimentos: estados da matéria, calor, equilíbrio térmico, temperatura, volume, calor específico, massa, quantidade de calor sensível, quantidade de calor latente, convecção, irradiação, condução, coeficiente de dilatação linear, coeficiente de dilatação superficial, coeficiente de dilatação volumétrica, variação, comprimento, área e volume. A maioria dos alunos não apresentaram indícios de Aprendizagem Significativa nos seguintes conhecimentos: reconhecimento de paredes compostas e simples, compressão dos materiais, identificação se é a madeira ou o tijolo o melhor isolante térmico, quando varia ou permanece a mesma temperatura nos processos térmicos. Nas aplicações na ciência, à maioria dos alunos não conseguiu relacionar as formas de propagação de calor com a garrafa térmica, poluição das cidades, climatizador, aquecedor e brisa marinha.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados coletados identificou-se (na proposta) a necessidade de fazer as seguintes alterações.

- ensinar os alunos a interpretar tabelas;
- diferenciar paredes simples e compostas;
- quando abordar dilatação mencionar também compressão;
- enfatizar quando varia ou permanece a mesma temperatura nos processos térmicos;
- ensinar para os alunos o que significam idealizações;
- explicar mais detalhadamente as seguintes aplicações da Termodinâmica: garrafa térmica, poluição das cidades, climatizador, aquecedor e brisa marinha;
- fornecer pontos extras na nota para quem resolve todas as situações-problema;
- mudar o contexto do projeto dos alunos, substituindo Pará por Rio Grande do Sul. Isto será feito devido a contextualização proporcionada por tal mudança, além dos alunos precisarem se preocupar não apenas em diminuir a temperatura no interior da residência, mas também em aumentá-la no inverno, o que não é necessário no Pará;



- fornecer conceitos mínimos para os alunos construírem seus projetos e seus contratos de trabalho.

Como *perspectiva* de continuação da presente pesquisa pretende-se identificar: **1)** quais são os invariantes operatórios dos alunos na área abrangida pela proposta?; **2)** a integração entre situações de Física aplicadas à Engenharia, as UEPS e o Método de Projetos é mais facilitador da Aprendizagem Significativa do que aulas expositivas seguidas de resoluções de exercícios?; **3)** como integrar as situações de Física aplicadas à Medicina, as UEPS e o Método de Projetos de modo que facilite a AS de conceitos sobre a Interação da Radiação com a Matéria?; **4)** quais conhecimentos prévios os estudantes trazem para as aulas de Física que poderiam ser usados para ensinar conceitos de Física aplicados à Medicina?; **5)** é significativa a aprendizagem de conceitos de Física a partir da implementação da proposta?; **6)** os professores continuam utilizando a proposta depois do término da pesquisa? Se respondido negativamente, será pesquisado o que poderia ser alterado para que a proposta continue a ser implementada.

Pretende-se, também, encontrar métodos que facilitem a comparação entre os dados apresentados pelos alunos nos diferentes instrumentos, fazendo a triangulação entre eles, para buscar indícios de como ocorre à evolução do campo conceitual da Termodinâmica e da Interação da Radiação com a Matéria, ao longo do processo de instrução.

Agradecimentos

Agradecemos a UNISC que tornou possível a implementação da proposta, bem como a CAPES que financiou a pesquisa.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. Etnografia da prática escolar. 2.ed. Campinas: Papirus, 1998.

ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional. Brasília: Liber Livros, 2005.

AUSUBEL, D. P. Retenção e aquisição de conhecimento: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2002.

BOETTER, A. J.; SABIN, E. G.; PARISOTO, M. F. (2013). Conforto térmico em construções a partir de materiais reaproveitáveis. **Não publicado.**

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2001.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2011.

NOVAK, Joseph Donald; GOWIN, D. Bob. Aprender a Aprender. Lisboa: Cambridge University Press, 1984.

PARISOTO, Mara Fernanda; UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, Instituto de Física. O ensino de conceitos do eletromagnetismo, óptica, ondas e Física moderna e contemporânea através de situações na Medicina, 2011, 432p., il. (Mestrado).



PARISOTO, Mara Fernanda; UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, Instituto de Física. Ensino de Física a partir de situações da Engenharia e da Medicina, 2013, 189p., il. (Qualificação).

PAULO, Iramaia Jorge Cabral de; UNIVERSIDADE DE BURGOS, Instituto de Física. A Aprendizagem Significativa crítica de conceitos da Mecânica Quântica segundo a interpretação de Copenhagen e o problema da diversidade de propostas de inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, 2006, 230p., il. (Doutorado).

ROGERS, Carl Ransom. Liberdade para aprender. Belo Horizonte: Interlivros, 1977.

SÃO PAULO, Sala de Emprego mostra as dez áreas com escassez de profissionais, Jornal Hoje, abril, 2013.

TAO, P. K.; GUNSTONE, R. F. The process of conceptual change in force and motion during computer-supported physics instruction. Journal of Research in Science Teaching, v. 36, n. 7, p. 859-882, 1999.

TELLES, M. **Brasil sofre com a falta de Engenheiros: área é considerada estratégica para o desenvolvimento do país.** Disponível em <www.finep.gov.br/imprensa/inovacao_em_pauta_6_educacao.pdf> Acesso em: 11 mar. 2013.

TOULMIN, Stephen. La comprensión humana: el uso colectivo y evolución de los conceptos. Madrid: Alianza Editorial, 1977.

VERGNAUD, G. Teoria dos campos conceituais. Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro, 1993.

ZOMPERO, A. de F. As atividades de investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, Buenos Aires, v. 5, n. 2, p. 12-19, 2010.

TEACHING PHYSICS FROM SITUATIONS OF ENGINEERING

***Abstract:** the thesis, which originated this article, was divided into three studies, the first seeks to answer the following research questions: 1) how to integrate, in a didactic proposal, situations of Physics applied to Engineering, Units Potentially Significant and Method of Projects, so that the integration facilitates Meaningful Learning of concepts of Physics? 2) what problem situations from Engineering can provide meaningful to physical concepts of thermodynamics? 3) is significant learning physics concepts by students from the implementation of the proposal? It was used qualitative and quantitative methods. The qualitative method used was ethnographic and quantitative method used was descriptive and inferential statistics. The instruments used were validated and reliable. To collect data, we used delimitation quasi-experimental to equivalent samples. From the aforementioned methods we elaborated a teaching proposal that culminated in several evidence of significant learning. Exemplify from the work of two students who designed houses, seeking thermal comfort in buildings, from the reuse of materials to reduce significantly the use of air*



conditioners. They presented conceptual knowledge, procedural and application of thermodynamics in their future area of work. We found that there was improvement in vision that students have of Physics to Engineering, seeing it as essential in their future area of work. From the data it is suggested how to articulate Engineering and Thermodynamics.

Key-words: *Engineering, Project Method, Potentially Meaningful Teaching Units, Thermodynamics.*