

# Efeito da aprendizagem baseada no Método de Projetos e na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa na retenção do conhecimento: uma análise quantitativa

## RESUMO

Alunos das disciplinas de Física Básica dos cursos de Engenharia, em muitos casos têm dificuldade de relacionar conteúdos de Física com sua futura área de atuação, o que conseqüentemente pode promover um aumento de reprovação, evasão e diminuição da aprendizagem significativa em favor da aprendizagem mecânica. Visando minimizar esta realidade, elaborou-se um material potencialmente significativo, integrando Método de Projetos e Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. A proposta foi aplicada para ensinar o conteúdo de Termodinâmica em duas turmas de 80 alunos. Em uma terceira turma foi ministrado o conteúdo a partir de aulas expositivas seguidas de resolução de problemas. Com o auxílio de análise estatística dos testes aplicados nas turmas, observou-se indícios de aprendizagem significativa e maior retenção no grupo experimental em relação à turma de controle, nos conhecimentos procedimentais, conceituais e de aplicação. Esses resultados fornecem indicativos de que a estratégia aqui proposta é potencialmente facilitadora da aprendizagem significativa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aprendizagem Significativa. Termodinâmica. Ensino de Física na Engenharia. Método de Projetos. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.

**Mara Fernanda Parisoto**

[marafisica@hotmail.com](mailto:marafisica@hotmail.com)  
[0000-0001-6592-4915](tel:0000-0001-6592-4915)

Universidade Federal do Paraná, Palotina,  
Paraná, Brasil.

**Marco Antonio Moreira**

[moreira@ifufrs.br](mailto:moreira@ifufrs.br)  
[0000-0003-2989-619X](tel:0000-0003-2989-619X)

Universidade Federal do Rio Grande do  
Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul,  
Brasil.

**Alex Sandre Kilian**

[ask211@gmail.com](mailto:ask211@gmail.com)  
[0000-0003-2650-4189](tel:0000-0003-2650-4189)

Universidade Estadual de Maringá,  
Umuarama, Paraná, Brasil.

## INTRODUÇÃO

O ensino de Física que, geralmente, é desvinculado de outras disciplinas e também de contextos que podem lhe dar significado (Campbell e Lubben, 2000, Moreira, 2005 e Prain e Waldrip, 2006), tem diretrizes estaduais e nacionais que apontam para a necessidade de ser interdisciplinar, contextualizado e considerar as diferenças de aprendizagem entre os alunos. Entretanto, como aponta Campbell e Lubben (2000), a contextualização não é suficiente para os alunos compreenderem cientificamente questões do cotidiano. Assim, segundo diversos autores, tais como Moreira (2005) e Prain e Waldrip (2006), é necessário que o professor utilize várias estratégias, para atingir todos os alunos que aprendem de diversas formas: cinestésica, visual e auditiva. Portanto, o ensino deve ser feito mediante aulas práticas e teóricas, partindo do que os alunos já sabem, ajudando-os a compreender o significado dos conteúdos a eles ensinados e incentivando a pesquisa, ou seja, ensinando-os a aprender a aprender.

A partir da experiência docente foi identificado que muitos professores justificam a utilização do ensino tradicional (aulas expositivas seguidas por resoluções de exercícios matemáticos), pois esta seria mais eficaz para os alunos passarem nos sistemas de avaliação. Entretanto, segundo pesquisa de Schneider et al. (2002), alunos que utilizam projetos em sua aprendizagem, possuem, em média, nota 44 % maior no vestibular do que aqueles que aprendem através do ensino tradicional. Na presente pesquisa visa-se identificar se isso também ocorre no Ensino Superior.

Em muitos países, inclusive no Brasil, há uma grande carência de profissionais na área da Engenharia. De acordo com Jornal Hoje (São Paulo, abril, 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 precisaria 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 veem sentido nos conceitos físicos (Campbell e Lubben, 2000, Moreira, 2005 e Prain e Waldrip, 2006).

Outra problemática é a alta taxa de evasão e reprovação nos cursos da Engenharia. Segundo Lima Junior, Silveira e Osterman (2012), na Engenharia Civil, nos anos de 1995 a 2009, apenas 58% dos ingressantes conseguiram terminar o curso, 37,8% evadiu e 3,9% foram desligados.

Visando diminuir estas problemáticas busca-se, com a presente pesquisa, avaliar quantitativamente uma proposta didática composta por situações-problema (Vergnaud, 1993) de Física aplicada 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, mais especificamente sobre os conteúdos de condução, convecção e irradiação. 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 Tabela 1.

Com o auxílio de análises estatísticas dos testes, observou-se indícios de aprendizagem significativa e de maior retenção do conteúdo, analogamente ao

apontado pelo trabalho de Prince (2004), embora este não mencione o contexto de tal afirmação. Esses resultados fornecem indicativos de que a metodologia aqui proposta é potencialmente facilitadora da aprendizagem significativa, bem como atua como facilitadora da integração entre os conteúdos de Física e a Engenharia.

Foi feita uma revisão bibliográfica, buscando artigos sobre retenção no Ensino de Física na Engenharia. Os periódicos pesquisados são da área de Ensino de Ciências e Matemática da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) Qualis A1, A2 e B1, nacionais e internacionais, no período de 2000 a 2013. Esses periódicos são: *Ciência e Educação*; *Physics Education*; *Science & Education*; *Science Education*; *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*; *Enseñanza de las Ciencias*; *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*; *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*; *Advances in Physiology Education*; *Revista Brasileira de Ensino de Física*; *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*; *Philosophy of Science*; *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*; *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*; *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*; *Cadernos CEDES*; *Computers and Education*; *Investigações em Ensino de Ciências*; *Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências*; *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*; *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences/ Historical Studies in the Natural Sciences*; *Revista de Enseñanza de la Física*; *Experiências em Ensino de Ciências*; *Cadernos de Pesquisa*; *Science, Technology and Society*; *International Journal of Science Education*; *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*; *Scientiae Studia (USP)*; *SEED Journal. Semiotics, Evolution, Energy, and Development*; *Science in Context*; *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*; *The Physics Teacher*; *American Journal of Physics*; *Research in Science & Technological Education*; *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*; *Public Understanding of Science*; *Journal of Research in Science Teaching*; *Journal of Science Communication*; *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*; *Alambique*. Nessa revisão foi encontrado apenas o trabalho de Bacerra-Labra, Gras- Martini e Torregrosa (2012).

### Referencial teórico

O presente estudo fundamenta-se na Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2002), no Método de Projeto de Rogers (1977) e na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (2011).

Utilizou-se da Teoria da Aprendizagem Significativa (2002): 1) o papel dos conhecimentos prévios (conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva do aluno); 2) organizadores prévios (material mais geral do que o conteúdo a ser ensinado, utilizado para fazer uma ponte entre o que o aluno já sabe com o que será ensinado); 3) a diferenciação progressiva (parte-se do mais geral para o mais específico); 4) reconciliação integradora (volta-se ao ensinado, buscando as diferenças e semelhanças entre os conceitos, destacando as partes mais relevantes, discutindo erros e acertos dos alunos). Do Método de Projetos (1977) utilizou-se a elaboração de um contrato de trabalho e de um projeto, apresentação do pré-projeto e do projeto e autoavaliação.

Utilizou-se também as oito fases das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (Moreira, 2011). A integração entre esses três referenciais de aprendizagem está especificado na Tabela 1.

### **Contexto de implementação**

A proposta foi implementada em duas turmas mistas de Engenharia na Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), no Rio Grande do Sul, em 2012/2. O conteúdo de Termodinâmica foi implementado em 60 horas/aula cada turma. Essas duas turmas foram denominadas de Grupo Experimental. Houve também uma turma na qual foram ministradas, simultaneamente, aulas tradicionais (aulas expositivas seguidas de resolução de problemas), com os mesmos conteúdos e com a mesma carga horária. Essa turma foi considerada Grupo de Controle. As três turmas possuíam características semelhantes. Todas as aulas foram ministradas no período noturno. Na turma experimental 1 havia inicialmente 55 inscritos, destes seis cancelaram a disciplina no primeiro mês e dois reprovaram por faltas, portanto, nessa turma foram, até o final do semestre, 47 alunos. Na turma experimental 2 havia inicialmente 47 inscritos, no primeiro mês seis cancelaram a disciplina, três reprovaram por faltas e cinco alunos ficaram em exame, mas não foram fazê-lo, totalizando assim 33 alunos que concluíram a disciplina. Totalizando 80 alunos que foram até o final da disciplina no Grupo Experimental.

No Grupo de Controle, 68 alunos foram até o final do semestre. A disciplina começou com 75 alunos, três a trancaram, dois reprovaram por faltas e dois não foram fazer o exame.

### **Metodologia das aulas**

Tabela 1- proposta de integração entre Método de Projetos e Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.

Aula	Passo	Síntese das aulas	Conceitos	Critérios de seleção e sequência
1.	1	<p>Apresentou-se aos alunos o plano de ensino da disciplina. Explicou-se detalhadamente o projeto que eles entregariam em duplas. Entregou-se a eles um papel que resumia as quatro etapas do projeto, continha o que seria avaliado de cada uma das etapas e a data de entrega. Recolheu-se a autorização deles para o uso dos dados coletados durante o semestre. Solicitou-se aos alunos que, em quinze dias, fizessem o contrato de trabalho (primeira etapa do Método de Projetos).</p> <p><b>Conteúdo:</b> dilatação e compressão: linear, superficial e volumétrica.</p> <p><b>Aspectos declarativos:</b> saber as relações existentes entre a constituição do material, dimensões iniciais e finais, variação de temperatura.</p> <p><b>Aspectos procedimentais:</b> relacionar matematicamente os conceitos envolvidos.</p> <p><b>Aspectos de aplicação da Física:</b> instalação da rede elétrica de uma cidade, considerando as variáveis relacionadas com a Termodinâmica.</p>	Comprimento; área; volume; coeficiente de dilatação linear, superficial e volumétrico; variação; equilíbrio térmico; frio; quente; temperatura e calor.	A UEPS iniciou com esse conteúdo devido a fornecer os alicerces para a Termodinâmica. Sendo indispensável, por exemplo, para fazer construções e instalar rede elétrica.
	2.	<p>Construção de um mapa mental (Novak e Gowin, 1984) com os conceitos utilizados nas UEPS, visando identificar os possíveis conhecimentos prévios dos alunos.</p>		
	3.	<p>Os alunos responderam a primeira situação-problema (<i>entregue</i>): 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 idealizações, relacionadas à Termodinâmica, você faria? Utilize matemática para argumentar. c) dê um exemplo numérico. <b>Dado:</b> considere que a cidade possua as estações bem definidas.</p>		
	4.	<p>Foi realizada uma aula expositiva de 40 minutos, iniciando com a ideia mais geral de dilatação, depois partindo para as dilatações e compressões específicas: linear, superficial e volumétrica. Na sequência foi entregue o seguinte problema para eles discutirem e resolverem em duplas: “se a distância entre dois postes de luz é de 10m, o material do fio é cobre e a temperatura da cidade varia de -20</p>		

		<p>°C à 35°C, que tamanho deve ter o fio se este for instalado a temperatura de 25 °C?”</p>		
	5.	<p>Posteriormente foi utilizada a simulação contida em <a href="http://www.if.ufrgs.br/~leila/dilata.htm#linear">http://www.if.ufrgs.br/~leila/dilata.htm#linear</a>. Antes e depois dos alunos a verem foi solicitado a eles que respondessem as seguintes questões, confrontando o predito com o observado, utilizando o método Predizer Observar e Explicar (POE) proposto por Tao e Gunstone, 2009: a) quais são as diferenças e semelhanças entre as dilatações nos sólidos? b) quais são as diferenças e semelhanças entre as dilatações em materiais diferentes? Antes e após a visualização das simulações foram debatidas as respostas dos alunos. Na sequência foi entregue aos discentes uma lista de exercícios para eles fazerem em duplas. Por fim, foram corrigidos os exercícios que eles mencionaram ter dificuldades.</p>		
2.	6.	<p>Foi escrito, em conjunto com os alunos, um resumo sobre dilatação e compressão térmica.</p>		
	1.	<p><b>Conteúdo:</b> escalas termométricas: Celsius, Kelvin e Fahrenheit; dilatação e compressão dos líquidos.</p> <p><b>Aspectos declarativos:</b> saber relações entre as escalas termométricas mais utilizadas; criar uma escala termométrica e relacionar com outras já existentes.</p> <p><b>Aspectos procedimentais:</b> relacionar tais conhecimentos matematicamente.</p> <p><b>Aspectos de aplicação da Física:</b> instalação da rede elétrica de uma cidade utilizando diferentes escalas termométricas.</p>	<p>Temperatura, escalas termométricas e variação.</p>	<p>Tal conhecimento foi ensinado devido os Engenheiros utilizarem diversos equipamentos importados, que possuem escalas diferentes da comumente usada no Brasil (Celsius). Então é importante eles saberem fazer as transformações. Tal conteúdo foi apresentado depois de dilatação, pois alguns termômetros ainda usam este conceito para medirem a temperatura.</p>
	2.	<p>Foi solicitado aos alunos que respondessem a segunda situação-problema (<i>entregue</i>) antes e após o início das aplicações, de modo a ser possível identificar seus conhecimentos prévios e buscar indícios de Aprendizagem Significativa. a) Invente sua escala termométrica; b) represente-a e também a escala Celsius; c) transforme uma temperatura de sua escala em °C.</p>		
	3.	<p>Apresentação de uma parte do seriado “<i>Dr. House</i>”, na qual o médico mede a temperatura de um paciente em Fahrenheit. Depois disso foi discutido sobre qual a importância das escalas termométricas e de saber transformá-las. Estas conclusões foram colocadas no quadro.</p>		

	4.	Foi mostrada a constituição de uma escala termométrica. Depois se especificou para as escalas Celsius, Kelvin e Fahrenheit. Mostrou-se como transformar um valor da escala Celsius para Kelvin e vice-versa, solicitando aos alunos que transformassem essas duas escalas para Fahrenheit.		
	5.	Foi solicitado aos alunos que, em duplas, buscassem as semelhanças e diferenças entre as escalas termométricas.		
	6.	Posteriormente, a professora-pesquisadora e os alunos, apontaram as semelhanças e diferenças entre as escalas termométricas. Foram resolvidos exercícios sobre dilatação linear, superficial e volumétrica, com temperaturas em escalas diferentes, para eles relacionarem os conteúdos.		
	7.	Foi solicitado aos alunos que respondessem novamente a primeira e segunda situações-problema e entregassem suas respostas.		
3.	1.	<p><b>Conteúdo:</b> calor sensível e latente.</p> <p><b>Aspectos declarativos:</b> que os alunos sejam capazes de identificar as semelhanças e diferenças entre o calor sensível e latente.</p> <p><b>Aspectos procedimentais:</b> sejam capazes de utilizar o conhecimento para identificar quais os materiais que compõem uma determinada amostra; saber como mudar a temperatura ou o estado de um determinado material de forma mais eficaz; formalizar as relações entre os conceitos.</p> <p><b>Aspectos de aplicação da Física:</b> economizar energia em processos onde há fornecimento ou retirada de energia térmica; utilizar tal conteúdo para fazer Engenharia reversa; identificar quando usar cada um deles.</p>	Capacidade térmica, quantidade de calor: sensível e latente, calor específico e massa.	Depois de serem ensinados conceitos como temperatura e calor, pôde-se utilizar estes conteúdos na Engenharia reversa, ou seja, a partir do calorímetro pode-se identificar o material que compõe uma determinada peça.
	2.	Foram entregues aos alunos os mapas mentais corrigidos e discutidos com eles alguns equívocos e acertos.		
	3.	Foi reproduzido uma parte do programa “Mundo de Beakman”, intitulado “S03E06 - Sol, cozimento de batata ao Sol, metamorfose”, no período de 13h20min á 13h30min. A partir deste vídeo foi proposta a terceira situação-problema ( <i>entregue</i> ), para que os alunos respondessem em duplas: “uma batata está sobre uma mesa, a céu aberto, em um dia ensolarado: (a) como você faria para cozinhar uma batata o mais rápido possível usando apenas a energia solar? (b) se no lugar da batata tivéssemos gelo, o que iria acontecer		

		com a temperatura dele? (c) quais processos térmicos ocorreriam com o gelo até ele virar completamente vapor? (d) se quisermos que ele evapore mais rapidamente o que podemos fazer?		
	4.	Posteriormente, a partir do que os alunos responderam, foi apresentado o conteúdo, buscando explicar e discutir as respostas deles, partindo inicialmente da parte conceitual, para só depois apresentar as relações matemáticas existentes entre os conceitos. Sequencialmente foram feitos alguns exercícios no quadro.		
	5.	Foi entregue aos alunos uma lista com exercícios conceituais e formais. Eles responderam em duplas, estas foram entregues como parte da avaliação somativa. As listas que os alunos resolveram nas UEPS, eram também resolvidas pela professora-pesquisadora e disponibilizadas na plataforma Moodle, para que depois os alunos pudessem corrigir suas respostas e sanar dúvidas. As que persistiam eram discutidas na aula.		
4.	5.	Devolveu-se aos alunos a lista de exercícios corrigida. A professora-pesquisadora mostrou alguns erros e acertos dos mesmos e corrigiu alguns dos exercícios solicitados pelos alunos. Tais exercícios possuíam temperaturas em escalas termométricas diferentes, relacionando os conteúdos aprendidos até então.		
	6.	Foi feito no quadro, em conjunto com os alunos, um mapa conceitual (Novak e Gowin, 1984) com os conceitos ensinados até então.		
	1.	<p><b>Conteúdo:</b> condução, irradiação e convecção.</p> <p><b>Aspectos declarativos:</b> saber condução, irradiação e convecção, sendo capaz de identificar suas semelhanças e diferenças.</p> <p><b>Aspectos procedimentais:</b> formalizar as relações entre os conceitos; criar projetos para diminuir a temperatura dentro das edificações.</p> <p><b>Aspectos de aplicação da Física:</b> construção de edificações que visem o conforto térmico, minimizando a necessidade de utilização de fontes de energia poluentes.</p>	Convecção, irradiação e condução.	Condução, irradiação e convecção são tópicos importantes para, por exemplo, buscar alternativas para projetar casas autosustentáveis, as quais diminuam a propagação de energia térmica de fora para dentro da residência, quando a temperatura exterior é mais elevada e diminua a propagação de energia térmica de dentro para fora da casa
	2.	A partir da situação-problema da aula anterior foram identificados os		



		conhecimentos prévios dos alunos. Foi chamada a atenção deles para os equívocos por eles apresentados.		quando a temperatura exterior é mais amena, diminuindo o uso de aquecedores e refrigeradores.
	3.	Foi mostrado para os alunos o vídeo ( <a href="http://www.youtube.com/watch?v=0vntC-7Gktw">http://www.youtube.com/watch?v=0vntC-7Gktw</a> ). Este versa sobre o funcionamento da garrafa térmica, a brisa do mar, como a radiação do Sol chega a Terra e a poluição do ar nas cidades. A partir disso foi solicitado para que os alunos, em duplas, respondessem a quarta situação-problema ( <i>entregue</i> ): explique a partir da condução, irradiação e convecção: a) como funciona a garrafa térmica? b) como ocorre a brisa marinha e a terrestre; c) como a radiação do Sol chega até à Terra; d) por que em dias mais frios há mais problemas respiratórios devido à poluição? e) onde você colocaria os aparelhos para resfriar e aquecer uma casa (use o que foi ensinado sobre densidade e convecção)? Posteriormente eles responderam a quinta situação-problema ( <i>entregue</i> ): 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 paredes simples e compostas.		
	4.	Foi escrito no quadro: “cite exemplos de situações onde o calor se propaga”. Os alunos foram mencionando vários exemplos e estes foram divididos em condução, irradiação e convecção.		
	5.	Apresentou-se conceitualmente os conteúdos propostos para a aula, forneceu-se exemplos conceituais. Depois iniciou-se a parte formal do conteúdo, fornecendo-se exemplos matemáticos. Solicitou-se aos alunos que respondessem novamente as situações-problema da etapa 3. Entregou-se mais uma lista de exercícios para eles fazerem e entregarem como parte da avaliação somativa. Esta foi corrigida e entregue a eles. Sua resolução também foi disponibilizada na plataforma Moodle.		
5.	1.	<b>Conteúdo:</b> todos os conteúdos na UEPS. <b>Aspectos declarativos, procedimentais e de aplicação da Física:</b> os mencionados das aulas 1 a 4.	Todos os conceitos usados na UEPS.	A UEPS sugere que o conteúdo seja apresentado aos alunos em um nível crescente de

				dificuldade, utilizando novas ferramentas representacionais. Procurou-se, nesta aula, rever os conteúdos e aprofundá-los.
	5.	<p>A professora-pesquisadora trouxe os pontos nos quais os alunos apresentaram equívocos nos mapas mentais e nas situações-problema para discuti-los. Na primeira situação-problema foi solicitado que eles justificassem as respostas, relacionassem com energias renováveis, com a diminuição do custo e formalizassem as respostas. Também foi necessário explicar para eles o que são variáveis e o que são idealizações.</p> <p>Na segunda situação-problema a professora-pesquisadora criou a escala “Mara” e relacionou com as escalas Celsius, Kelvin e Fahrenheit. Na terceira situação-problema foi solicitado para os alunos utilizarem apenas a energia solar. Os equívocos dos alunos foram corrigidos, explicado o exercício matematicamente, discutida a importância do papel laminado no cozimento dos alimentos, lembrando aos alunos a necessidade de justificar as respostas. A quarta situação-problema foi re-explicada e debatida com os alunos. Na quinta situação-problema a professora-pesquisadora levou o valor da condução da madeira e do concreto, explicando a partir desses valores a questão matematicamente, foram debatidos os equívocos dos alunos apresentados na primeira versão da situação-problema.</p>		
	6.	Foi construído um mapa conceitual, com todos os conceitos utilizados na UEPS em conjunto, professora-pesquisadora e alunos. Posteriormente, foram resolvidos exercícios conceituais e formais.		
	7.	A avaliação desta UEPS foi feita a partir das situações-problema (duas versões, uma antes e outra após as aulas), do mapa mental (implementado no início do UEPS), do diário de bordo, da prova, do mapa conceitual e da resolução das listas de exercícios. Os alunos também foram avaliados a partir do contrato de trabalho, do projeto, da apresentação do projeto e da autoavaliação, respectivamente, primeira, segunda, terça e quarta etapa do Método de Projetos.		
6.	7.	Prova: avaliação final individual da UEPS.	Todos os conceitos usados na UEPS.	A UEPS precisa ser avaliada e apenas é considerada exitosa se há indícios de Aprendizagem Significativa.

<b>7</b>	7	Apresentação dos projetos, envolvendo o conteúdo da UEPS. Entrega do projeto final e da autoavaliação.	Os conceitos da UEPS.	Avaliação final das UEPS.
----------	---	--	-----------------------	---------------------------

### Metodologia da pesquisa

Na metodologia da pesquisa foram seguidas as seguintes etapas: 1º) extensa revisão bibliográfica em 40 periódicos em ensino de Ciências e Matemática da CAPES A1, A2 e B1 no período 2000 á 2013; 2º) estudo de materiais alternativos para a confecção dos recursos instrucionais que foram utilizados no curso; 3º) confecção de sugestões de atividades educacionais; 4º) organização do teste; 5º) cálculo da fidedignidade; 6º) validação do teste e do material de apoio; 7º) aplicação do curso; 8º) aplicação do teste; 9º) análise dos dados.

### Coleta de dados

Antes da apresentação do conteúdo, os alunos foram instruídos a responderem o pré-teste (Tabela 2) contendo 50 questões, sobre convecção, irradiação e condução. Após à intervenção didática, solicitou-se que os estudantes novamente respondessem esse teste, a fim de avaliar quantitativamente se houve diferença estatisticamente significativa entre o os testes do Grupo Experimental, entre os testes do Grupo de Controle e por último fazer a comparação entre o Grupo Experimental e o de Controle. Após dois meses foi reaplicado o teste, visando identificar a retenção de conteúdo nos dois grupos.

O teste foi validado e teve calculada a sua fidedignidade. A validade ocorreu através de análise de conteúdo, sendo aprovado por três professores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Para o cálculo da fidedignidade, aplicou-se o teste a 250 estudantes das Físicas 3 e 4 da UFRGS, obtendo-se um coeficiente de Cronbach de 0,842, o que significa que o instrumento possui boa fidedignidade (Vianna, 1978 apud Moreira e Rosa, 2013).

### Análise dos dados

Realizaram-se Teste t para variáveis independentes (Dancey, 2007) para comparar os resultados encontrados entre o mesmo grupo e entre os grupos. Todos os procedimentos foram realizados com o auxílio do pacote estatístico SPSS 21.

### Questionário aplicado nas implementações do curso

O questionário (Tabela 2) foi dividido em três assuntos (convecção, irradiação e condução). Estes por sua vez foram divididos em três subcategorias propostas por Krathwohl (2002), Conhecimento Conceitual, Conhecimento de Aplicação da Ciência, Conhecimento Procedimental.

Assinale apenas uma alternativa para cada questão, observando a seguinte escala:

NS = Não sei; C = Concordo; D = Discordo

Justifique as respostas que você considerar relevante. Isto pode ser feito no verso.

Identificação:

Tabela 2- Questionário aplicado nas implementações do curso.

	NS	C	D	Justificativa
<b>Convecção</b>				
<b>Conhecimento Conceitual</b>				
1. O calor sobe.				
2. O frio desce.				
3. O ar quente é mais leve que o ar frio.				
4. O ar quente que está em cima desce e o ar frio sobe.				
<b>Conhecimento de Aplicação da Ciência</b>				
5. A frase a seguir está correta? Para refrigerar uma casa colocaria o ar condicionado em um lugar alto, para que o ar frio que é mais denso que o ar quente descasse até as camadas mais baixas.				
6. A frase a seguir está correta? Para aquecer uma casa o aquecedor deve ser colocado em um lugar mais baixo, pois o ar quente é menos denso que o ar frio então, subiria até as camadas mais altas.				
<b>Radiação</b>				
<b>Conhecimento Conceitual</b>				
7. A radiação é transmitida de molécula para molécula.				
8. A radiação não precisa de um meio material para se propagar.				
<b>Conhecimento Procedimental</b>				
9. Sabendo que a potência absorvida por uma parede pode ser calculada por:, a unidade de medida da emissividade é $W/(m^2.K)$ .				
10. Sabendo que a emissividade do alumínio polido é de 0,05 ____, a área externa de uma residência é de 75,2 $m^2$ e a temperatura externa, em um determinado momento, é de 307 K. A potência absorvida pelo alumínio será de 1154 W.				
<b>Conhecimento de Aplicação da Ciência</b>				
11. Para melhorar o conforto térmico dentro de construções, localizadas na latitude equatorial, o ideal é pintar as construções com cores claras.				
12. Cores claras refletem a luz solar.				

13.No Rio Grande do Sul, do ponto de vista do conforto térmico, o melhor é pintar as construções com cores escuras.				
14.Para derreter mais rapidamente o gelo, deve-se aumentar a incidência de radiação solar nele.				
15.Para derreter mais rapidamente o gelo, deve-se aumentar a sua absorção de radiação solar.				
16.Para o gelo aumentar a absorção de radiação eletromagnética pode-se envolvê-lo com papel alumínio.				
17.Espelhos podem ser utilizados para aumentar a incidência de radiação solar em uma substância.				
18.Um aumento de incidência da radiação solar em uma substância faz com que ela sempre mude de fase.				
19.Para aumentar a incidência da radiação sobre uma substância pode-se utilizar sistemas refratores.				
20.Lâmpadas incandescentes com água, em seu interior, podem ser usadas para aumentar a incidência da radiação solar.				
<b>Condução</b>				
<b>Conhecimento Conceitual</b>				
21.Paredes compostas são formadas por dois tipos de materiais diferentes.				
22.Paredes compostas são mais espessas que paredes simples.				
23.Nas paredes compostas há menos fluxo de energia térmica entre as paredes do que as paredes simples.				
<b>Conhecimento Procedimental</b>				
24.A unidade de medida para o fluxo térmico é W.				
25.A unidade de medida para o fluxo térmico é cal/s.				
26.Se, através de cálculo, você demonstra que o fluxo de energia térmica através das paredes é de 400 __ substituindo o climatizador que utiliza 600__ por outro de 400 __, você terá uma economia de 20%.				
27.A divisão do fluxo térmico pelo tempo fornece o valor da quantidade de calor transmitida.				
28.A unidade de medida da condutividade é (Kg.m)/(K.s <sup>3</sup> ).				
29.Suponha que sua casa tenha uma área externa de 75 m <sup>2</sup> . Suas paredes são constituídas por lã de rocha, cujo coeficiente de condutividade é de 0,04__ e que a temperatura externa seja de 34 °C e a interna seja de 24°C. Suponha que a espessura da parede seja de 0,05m. O fluxo de energia térmica entre a parede externa e interna é de 600 __.				

30. Um W é equivalente a 0,860Kcal/h				
<b>Conhecimento de Aplicação da Ciência</b>				
31. Quanto maior a condutividade térmica dos materiais constituintes de uma construção, melhor será o conforto térmico.				
32. Quanto menor o calor específico dos materiais constituintes de uma construção, melhor será o conforto térmico.				
33. Em relação ao conforto térmico, o ideal seria colocar areia entre duas paredes.				
34. Quanto maior a capacidade térmica dos materiais constituintes de uma construção, melhor será o conforto térmico.				
35. Para diminuir o fluxo de calor poderiam ser construídas paredes compostas, colocando entre elas uma camada de polipropileno.				
36. Para o gelo evaporar mais rapidamente pode-se aproximá-lo de um condutor térmico.				
37. A utilização de condutores aumenta o conforto térmico das pessoas.				
<b>Convecção, radiação e condução</b>				
<b>Conhecimento Conceitual</b>				
38. Não há como evitar a troca de energia térmica entre dois corpos com temperaturas diferentes.				
39. A energia térmica é transmitida do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura.				
40. A frase a seguir está correta: “o calor é transmitido entre corpos que possuem temperaturas diferentes”.				
41. O calor é o processo de troca de energia térmica.				
42. Sempre que um corpo recebe energia térmica sua temperatura aumenta.				
43. Sempre que um corpo perde energia térmica sua temperatura diminui.				
<b>Conhecimento de aplicação na ciência</b>				
44. Para aumentar o conforto térmico das pessoas pode-se utilizar isolantes térmicos, tais como: pneu moído, telhados verdes, plantio de trepadeiras e árvores.				
45. Possuir uma fonte de água próxima à casa auxilia no conforto térmico, devido ao elevado calor específico da água se comparado aos outros materiais.				
46. Quanto maior é o calor específico de um material, menor é a variação de temperatura deste.				

47.O climatizador deve ser colocado próximo aos materiais (que não possuam ligação com o meio exterior) que conduzem melhor a energia térmica.				
48.O climatizador deve ser colocado em ambientes que tenham as paredes menos condutoras.				
49.A posição solar influencia no conforto térmico.				
50.A posição solar influencia no fluxo de energia térmica.				



Cabe aqui ressaltar que em algumas questões não foram utilizadas as unidades de medidas (10, 26, 29), deixando espaço, pois caso fossem colocadas responderiam algumas questões feitas (24 e 25), prejudicando assim a análise do questionário.

### Resultados e análises

Comparando o pré-teste dos dois grupos, foi possível rejeitar a hipótese nula, pois a significância obtida de 0,011 está abaixo do valor teórico de significância estipulada de 0,05 (Dancey, 2007). Com base nestas informações pôde-se afirmar que os grupos eram inicialmente estatisticamente semelhantes e que o pré-teste pôde ser usado como indicador da homogeneidade inicial dos grupos.

Conforme pode-se ver na Tabela 3, ao ser comparado o pré-teste e o pós-teste dos grupos encontramos que o Grupo de Controle possui significância de 0,136, sendo maior do que 0,05, significando que é estatisticamente provável que os resultados obtidos não foram devido ao Método Tradicional de Ensino. Já no Grupo Experimental a significância foi de 0,00, o que fornece indícios de que os resultados encontrados foram devido à implementação da proposta.

Tabela 3- significância entre o pré-teste e o pós-teste.

	<b>Grupo de Controle</b>	<b>Grupo Experimental</b>
Significância entre o pré-teste e o pós-teste	0,136	0,00

Tais resultados vão ao encontro das pesquisas de Espíndola e Moreira (2006), Motschnig-Pitrik e Holzinger (2002), Derntl e Motschnig-Pitrik (2005), Matos (2009), Duso e Borges (2009), Fortus et al. (2005), Alorda, Suenaga e Pons (2011), Hall e Saunders (1997) apud O'Neil e McMahan (2005), que mostram que os alunos apresentam indícios de Aprendizagem Significativa se aprendem a partir de Métodos Indutivos.

Utilizou-se, para comparar se os ganhos entre o pré-teste e o pós-teste entre os grupos eram estatisticamente significativos, o teste de Levene para igualdade das variâncias (Dancey, 2007). Encontrou-se um valor de 0,037 que é menor que 0,050, portanto pôde-se rejeitar a hipótese nula. Sendo assim, é estatisticamente provável que os resultados obtidos foram devido à intervenção feita. Como a diferença, na implementação da proposta, foi a integração entre Método de Projetos, situações-problema e as UEPS, há indicativos que a diferença na aprendizagem se deva a ela.

Tais resultados vão ao encontro das pesquisas de Schneider et al. (2002), Prince e Felder (2006), Prince (2004), Schneider et. al (2002), Aznar e Orcajo (2005), Aranzabal et al. (2011) e Ahola (1995) apud O'Neil e McMahan (2005) que identificaram que alunos possuem melhores notas quando aprendem através de Métodos Indutivos ao inves dos Métodos Dedutivos. Embora a aprendizagem seja mais lenta, os alunos desenvolvem mais habilidades e conhecimentos mais aprofundados (Lonka e Ahola, 1995 apud O'Neil e McMahan, 2005).

Para comparar se os ganhos entre o pós-teste e o teste aplicado após dois meses do término da implementação da atividade, eram estatisticamente significativos, utilizou-se o teste de Levene para igualdade das variâncias (Dancey, 2007). Conforme sintetizado na Tabela 4, encontrou-se um valor de 0,037 que é menor que 0,050, portanto pôde-se rejeitar a hipótese nula. Fazendo o mesmo cálculo no Grupo de Controle, encontrou-se o valor de 0,249. Assim, analogamente a pesquisa de Bacerra-Labra, Gras-Marti e Torregrosa (2012), é estatisticamente provável que os resultados obtidos foram devido à intervenção feita, fornecendo indicativos de que a integração facilita a aprendizagem significativa e, conseqüentemente, a retenção dos conteúdos ensinados.

Tabela 4- significância entre o pós-teste e o teste aplicado após dois meses, do Grupo de Controle e do Grupo Experimental.

	<b>Grupo de Controle</b>	<b>Grupo Experimental</b>
Significância entre o pós-teste e o teste aplicado após dois meses, do Grupo de Controle e do Grupo Experimental.	0,249	0,037

O questionário, como pode-se ver na seção 5, foi dividido em quatro seções: convenção; radiação; condução; convecção, radiação e condução. A primeira e a última foram subdivididas em duas subseções: conceitual e aplicação e a segunda e terceira ainda agregaram a subcategoria denominada aplicação da ciência. Das 50 questões, apresentam-se indícios de aprendizagem em 33 questões. Aqui analisou-se, através do Teste t para amostras independentes, em quais questões os alunos apresentaram indícios de aprendizagem.

Sobre convecção, os alunos mostraram indícios de aprendizagem nas questões 4 (conceitual) e 6 (aplicação). Mostrando dificuldade, pelos alunos, de compreensão conceitual e de aplicação do fenômeno da convecção.

Sobre radiação, os respondentes não apresentaram indícios de aprendizagem apenas nas questões 9 (procedimental) e 16 (aplicação), fornecendo indicativos de aprendizagem na maioria dos tópicos dessa seção.

Na seção sobre condução os alunos não acertaram significativamente apenas as questões 21 (conceitual), 24 e 26 (procedimental) e 36 e 37 (aplicação), fornecendo indicativos de aprendizagem na maioria dos demais tópicos.

Já em questões de articulação entre convecção, radiação e condução, os alunos não apresentaram indícios de aprendizagem, devido ao processo de instrução nas questões 43 (conceitual), 45 e 47 (aplicação).

Cabe aqui ressaltar que esses resultados se repetiram quando o teste foi aplicado dois meses depois do término da aplicação da atividade, o que indica que a maioria dos alunos aprendeu significativamente, devido à implementação da proposta, os conteúdos das questões 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 46, 48, 49 e 50.

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, a maioria dos alunos não conseguiu relacionar as formas de propagação de calor com a garrafa térmica, poluição das cidades, climatizador, aquecedor e brisa marinha.

Alguns alunos, depois do processo de instrução consideraram, erroneamente, que deve-se construir uma casa de alvenaria ao invés de madeira. Segundo um destes alunos “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 e números significativos.

Com base nisso propõe-se as seguintes alterações na proposta:

- ensinar os alunos a interpretar tabelas;
- diferenciar paredes simples e compostas;
- 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 à 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.

### **Considerações finais**

Vamos recordar que o principal objetivo desse estudo foi desenvolver um modelo de ensino de Física com uma estrutura problematizadora, facilitando aos alunos que relacionem os conteúdos de Física com sua futura área de atuação, visando aumentar a aprendizagem significativa e, conseqüentemente, a

diminuição das taxas de reprovação e evasão. Neste estudo foi dividido os estudantes de Termodinâmica em dois grupos (Grupo de Controle e Grupo Experimental).

A partir dos resultados obtidos nesse estudo, pode-se dizer que a estratégia produziu uma melhora significativa na aprendizagem conceitual, procedimental e de aplicação de conceitos físicos na Engenharia na maioria dos estudantes e na maioria dos exercícios.

Nos instrumentos que foram aplicados, foi encontrado que todos os indicadores são significativamente melhores no Grupo Experimental, portanto acredita-se que a estratégia discutida nesse artigo pode apresentar resultados similares em outras disciplinas e em outras universidades, bem como em atividades no laboratório. Contudo esses pontos ainda não foram testados.

Esta pesquisa abre um novo e frutífero caminho no ensino da Termodinâmica que geralmente ocorre no segundo ou terceiro semestre dos cursos de Engenharia, via a implicação de estudantes e professores em atividades em grupos com método usual de trabalho científico. Os resultados deste estudo podem ajudar a mudar a situação nas salas de aulas em nossa região, pavimentando os caminhos para uma necessária e urgente atualização dos professores de Física, tanto para melhorar a aprendizagem conceitual, procedimental e de aplicação, quanto para aumentar as competências científicas que a sociedade demanda, tais como capacidade de argumentação, escrita, apresentação e trabalho interdisciplinares em equipes.

# Effect of learning based on the Project Based Learning and Potentially Significant Teaching Unit in the Knowledge Retention: A Quantitative Analysis

## ABSTRACT

Many students of engineering courses that study college physics have difficulties to relate the contents of physics with their future acting area, which can raise the number of reprovado students, evasion and can reduce meaningful learning. In order to minimize this reality, it was created a potentially meaningful material for the engineering students, integrating Project Methods and Potentially Meaningful Teaching Units. The proposal was applied to teach contents of thermodynamics - specifically convection and conduction - in two mixed groups of 80 students. In a third group the same contents were taught in expositive classes followed by exercise solving. Using statistical analysis of the tests applied on the groups, it was observed evidence of meaningful learning in the experimental group as well as higher content retention time than in the control group. These findings indicate that the proposed strategy can potentially facilitate the meaningful learning.

**KEYWORDS:** Meaningful learning. Thermodynamics. Physics teaching in Engineering. Project Method. Potentially Meaningful Teaching Units.

## NOTAS

## REFERÊNCIAS

- ALORDA, B.; SUENAGA, K.; PONS, P. Design and evaluation of a microprocessor course combining three cooperative methods: SDLA, PjBL and CnBL. **Computers & Education**, v. 57, n. 1, p. 1876-1884, 2011.
- ARANZABAL, J. G.; MIKEL, C. G.; GARCÍA, J. M. A.; HERRANZ, J. L. Z. La resolución de problemas basada en el desarrollo de investigaciones guiadas en curso introductorios de Física universitaria. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 29, n. 3, p. 439-452, 2011.
- AUSUBEL, D. P. **Retenção e aquisição de conhecimento: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2002.
- AZNAR, M. M.; ORCAJO, T. I. Solving problems in genetics. **International Journal of Science Education**, v. 27, n. 1, p. 101-121, 2005.
- BACERRA-LABRA, C.; GRAS- MARTINI, A.; TORREGROSA, J. M. Effects of problem based structure of Physics contents on conceptual learning and the ability to solve problems. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 8, p. 1235-1253, 2012.
- CAMPBELL, B.; LUBBEN, F. Learning Science through contexts: helping pupils make sense of everyday situations. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 3, p. 239-252, 2000.
- DANCEY, C. P.; REIDY, J. **Estatística sem Matemática para Psicologia: usando SPSS para Windows**. São Paulo: ARTMED, 2007.
- DERNTL, M.; MOTSCHNIG-PITRIK, R. The role of structure, patterns, and people in blended learning. **Internet and Higher Education**, v. 8, n. 1, p. 111-130, 2005.
- DUSO, L.; BORGES, R. M. R. Projetos integrados na educação formal. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 2, p. 21-32, 2009.
- ESPÍNDOLA, K.; MOREIRA, M. A. Relato de uma experiência didática: ensinar física com os projetos didáticos na EJA, estudo de caso. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 55-66, 2006.

FORTUS, D.; KRAJCIK, J.; DERSHIMER, R. C.; MARX, R. W.; NAAMAN, R. M. Design-based Science and real-word problem-solving. **International Journal of Science Education**, v. 27, n. 7, p. 855-879, 2005.

KRATHWOHL, D.R. A Revision of Bloom's Taxonomy. **An Overview, Theory Into Practice**, v. 41, n. 4, p. 212-218. 2002.

LIMA JÚNIOR, P. R. M.; SILVEIRA, F. L. da; OSTERMANN, F. Análise de sobrevivência aplicada ao estudo do fluxo escolar nos cursos de graduação em Física: um exemplo de uma universidade brasileira. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 1403-1412, 2012.

MATOS, M. A. E. de. O Método de Projetos, a Aprendizagem Significativa e a educação ambiental na Escola. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 2, n. 1, p. 22-29, 2009.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2005.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2011.

MOREIRA, M. A.; ROSA, P. R. da S. **Uma introdução à pesquisa quantitativa em ensino**. Campo Grande: Editora UFSM, 2013.

MOTSCHNIG-PITRIK, R.; DERNTL, M. Student-Centered eLearning (ScEL): Concept and application in a students' project on supporting learning. **Educational Technology & Society**, v. 5, n. 4, p. 1-16, 2002.

NOVAK, J. D.; GOWIN, B. **Aprender a Aprender**. Lisboa: Cambridge University Press, 1984.

O'NEIL, G.; MCMAHON, T. Student-centered learning: what does it mean for students and lecturers? **Emerging Issues in the Practice of University Learning and Teaching**, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2005.

PRAIN, V.; WALDRIP, B. An exploratory study of teachers' and students' use of multi-modal representations of concepts in primary science. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 15, p. 1843-1866, 2006.

PRINCE, M. J. Does active learning work? A review of the research. **Journal of Engineering Education**, v. 93, n. 3, p. 223-231, 2004.

PRINCE, M. J.; FELDER, R. M. Inductive teaching and learning methods: definitions, comparisons, and research bases. **Journal of Engineering Education**, v. 1, n. 1, p. 123-138, 2006.

ROGERS, C. R. **Liberdade para aprender**. Belo Horizonte: Interlivros, 1977.

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

SCHNEIDER, R. M.; KRAJCIK, J.; MARX, R. W.; SOLOWAY, E. Performance of students in Project-Based Science achievement. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 5, p. 410-422, 2002.

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. 2012. Disponível em: <[www.finep.gov.br/imprensa/inovacao\\_em\\_pauta\\_6\\_educacao.pdf](http://www.finep.gov.br/imprensa/inovacao_em_pauta_6_educacao.pdf)>. Acesso em 13 de março de 2013.

VERGNAUD, G. Teoria dos campos conceituais. In: PRIMEIRO SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DO RIO DE JANEIRO, 1993. **Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, Brasil.

<http://www.if.ufrgs.br/~leila/dilata.htm#linear>

<http://www.youtube.com/watch?v=0vntC-7Gktw>



**Recebido:** 17 jan. 2015.

**Aprovado:** 10 out. 2016.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v9n2.2110>

**Como citar:** PARISOTO, M. F.; MOREIRA, M. A.; KILLIAN, A. S. Efeito da aprendizagem baseada no Método de Projetos e na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa na retenção do conhecimento: uma análise quantitativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2110>>. Acesso em: xxx.

**Correspondência:**

Mara Fernanda Parisoto  
Pioneiro, 2153, 85950-000 – Palotina – Paraná

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

