

**UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVOS SOBRE  
TRANSFERÊNCIA DE CALOR PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO.**  
(Use of materials potentially significant about transfer of heat for high school students)

**Vagnes Gonçalves da Silva** [vagnes\_silva@hotmail.com]

**Andréia de Freitas Zômpero** [andzomp@yahoo.com.br]

Universidade Norte do Paraná (UNOPAR)

Av. Paris, 675, Jardim Piza, CEP: 86041-120, Londrina - Paraná

**Carlos Eduardo Laburú** [laburu@uel.br]

Universidade Estadual de Londrina (UEL)

CEP:86.057-970, Londrina, Paraná

**Resumo**

O ensino de Física nas escolas costuma ser fragmentado e descontextualizado. Muitas vezes o conhecimento prévio do aluno não é posto em discussão, dando a impressão de que muito pouco ou quase nada do conhecimento que irão aprender no convívio escolar poderá contribuir para o avanço das ciências, pois já está tudo pronto e acabado. Esse trabalho tem como objetivo a elaboração de um material potencialmente significativo fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel. Na tentativa de promover a troca de experiências para a construção do conhecimento, aumentar a participação de todos, incentivar a interesse pela Física e estimular a discussão, desenvolvemos um material utilizando slides, vídeos, simulações e demonstração de experimentos que explicam situações do cotidiano do aluno. Os conteúdos abordados foram os processos de transferência de calor, aplicados em uma turma do segundo ano do ensino médio de uma escola pública de Londrina. Durante o trabalho houve uma participação e um interesse significativo dos alunos e com a análise do pré-teste e pós-teste ficou evidente a apropriação dos conceitos sobre transferência de calor pelos estudantes.

**Palavras-chave:** transferência de calor; aprendizagem significativa; calor e temperatura.

**Abstract**

The teaching of physics in schools tends to be fragmented and decontextualized, often prior knowledge of the student is not up for discussion, giving the impression that very little or no knowledge of what they will learn in school life may contribute to the advancement of science because everything is ready and finished. This work aims at the development of a potentially meaningful material based on the Theory of Meaningful Learning, David Ausubel. In an attempt to promote the exchange of experiences in the construction of knowledg, increase participation, encourage interest in physics and stimulate discussion, developed a material by means of slides, videos, simulations and demonstration experiments that explain everyday situations the student. The contents worked are the processes of heat transfer, applied on a class of second year of high school in a public school in Londrina. During the work there has been a significant interest and participation of students and examining the pretest and posttest was evident an evolution in the appropriation of concepts of heat transfer.

**Keywords:** heat transfer; meaningful learning; heat and temperature.

**Introdução**

Os fenômenos térmicos estão presentes em nossa vida diária. Ao longo do dia, estamos expostos às diferentes formas de transferência de calor e, muitas vezes, nem nos damos conta disso. Ao escolher o horário adequado para a realização de uma atividade física ao ar livre, na opção de uma roupa e de sua cor pra sair, na disposição dos alimentos na geladeira, ao estacionar embaixo de uma árvore são exemplos da importância desse fenômeno em nosso cotidiano.

A transferência de calor pode ocorrer de três maneiras: por convecção, condução e irradiação. Situações que envolvam esses processos podem ocorrer de forma natural ou artificial. São chamadas naturais: a formação do vento, correntes marítimas, pássaros planadores, etc. E artificiais: o fato do congelador de uma geladeira comum sempre ser colocado na parte superior desse eletrodoméstico, a parte metálica atrás da geladeira sempre ser pintada de preto, a refrigeração a ar e a água dos automóveis, dentre outros.

O ensino de Física presente nos livros didáticos está, na maioria das vezes, voltado para aplicações matemáticas, o aluno pensa que a aula de física é a mesma que a de matemática, afinal de contas, é apresentado para ele um problema ou uma situação problema em que devem ser feitos alguns cálculos para se chegar a uma resposta, muitas vezes sem sentido para o aluno, dificultando completamente a compreensão dos conceitos envolvidos. É necessário que o professor de Física se desprenda e liberte seus alunos da simples memorização e aplicação de fórmulas, é preciso enxergar a Física como algo presente em seu cotidiano. Para conseguir uma aprendizagem significativa o professor se vê obrigado a procurar novos caminhos, avaliá-los durante e após o processo, para verificar se a aprendizagem realmente está acontecendo.

Conhecendo a maneira como o aluno entende o mundo por meio do senso comum é possível intervir para que ele possa alterar ou acrescentar conceitos as suas concepções. O professor terá melhores indicativos de como os alunos estão se apropriando do conhecimento científico, que lhe dará uma abrangência em perceber melhor as coisas do mundo.

Utilizando a abordagem da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel com os alunos, verificamos se os conceitos iniciais que eles possuem são ampliados ou alterados por meio de uma apresentação diferenciada dos conteúdos, saindo do ensino tradicional de aulas e utilizando um maior número de recursos educacionais como: vídeos, slides, debates, simulações, demonstração de experimentos, dentre outros.

Nosso objetivo neste estudo é investigar se o aluno consegue ampliar seus conhecimentos e explicar as situações em que um ou outro processo de transferência de calor esteja ocorrendo, além de compreender os fenômenos envolvidos e aplicar os conhecimentos adquiridos em seu benefício ou de outrem.

Para a realização deste trabalho destacamos os aspectos gerais sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel como, por exemplo, a diferença entre aprendizagem significativa e mecânica; condições para a ocorrência da aprendizagem significativa; o papel do professor, do aluno e do material utilizado; as concepções dos alunos sobre calor e temperatura e os conceitos sobre transferência de calor presente em alguns livros didáticos. Nessa perspectiva, procuramos envolver de maneira significativa a maioria dos alunos, mostrar que a Física vai muito além de fórmulas e de um ensino sem sentido e procurar despertar o interesse pelo conhecimento científico.

## **Metodologia**

A presente pesquisa foi realizada na cidade de Londrina, em uma escola da Rede Estadual de Ensino que está localizada na região Sul. Atendendo alunos do ensino fundamental e médio. Participaram dessa pesquisa 38 alunos do 2º ano do Ensino Médio, período matutino, sendo 10 meninos e 28 meninas. Foi escolhida esta turma face a sua qualidade e ao perfil aberto à pesquisa.

Com o objetivo de levantar as concepções prévias dos alunos sobre os conceitos de temperatura, calor e transferência de calor, foi aplicado um questionário com três questões

discursivas, uma questão na qual há predominância de transferência de calor por convecção, uma por condução e outra por irradiação.

Partindo do levantamento das concepções prévias dos alunos, procuramos montar um material que fosse potencialmente significativo, dando novo sentido ao conhecimento que eles têm sobre temperatura, calor e transferência de calor. O laboratório do colégio não conta com uma estrutura adequada para que pudéssemos utilizá-lo com todos os alunos, por isso optou-se em utilizar a sala de aula, a TV Pendrive, Datashow, internet e demonstrações de experimento em sala pelo professor.

Com o intuito de confrontar as ideias e motivar os alunos, na apresentação do conteúdo a ser trabalhado, transferência de calor, foi feita uma discussão com questões como: por que o congelador de uma geladeira comum sempre é colocado na parte superior da geladeira? Qual a melhor posição para se instalar um condicionador de ar e um aquecedor elétrico? Como se formam os ventos? Por que se colocarmos a mão rapidamente dentro de um forno aquecido não queimamos a mão e se tocarmos em suas partes metálicas pode ocorrer graves queimaduras? O Cobertor e a blusa nos aquecem? Por que um carro, exposto a luz solar e com os vidros fechados, a temperatura em seu interior geralmente é maior que a temperatura ambiente? Por que não é aconselhável usar roupas escuras em um dia ensolarado? Estas questões foram abordadas apenas para que o aluno pudesse ter uma visão geral de todo conteúdo que seria desenvolvido. No intuito de facilitar a compreensão, dividimos os tópicos em três partes: convecção, condução e irradiação.

## **Convecção**

Inicialmente foram apresentados dois vídeos sobre correntes de convecção, os alunos puderam visualizar que a água quente é mais leve que a água fria e por isso ela tende a ficar ou se deslocar para as partes mais altas, depois realizamos o mesmo experimento em sala de aula, foram feitas algumas variações do experimento a pedido dos alunos. Destacamos que a convecção é uma característica de materiais fluidos, líquidos e gases.

Para comprovarmos a convecção no ar, foi feito um experimento com uma vela. Com uma vela acesa, um aluno colocou as mãos ao lado da chama e depois sobre a chama para ver como seria o aquecimento das mãos.

Por meio de slides o professor mostrou outras situações em que a transferência de calor por convecção é predominante, eles puderam questionar e discutir sobre a movimentação do magma no interior da Terra, o deslocamento de grandes porções de águas marítimas e a formação dos ventos.

Questionou-se também por meio dos slides: qual a melhor posição para se instalar um condicionador de ar e um aquecedor elétrico? Por que o congelador de uma geladeira comum é sempre colocado na parte superior? Para concluir esta parte do conteúdo, foi aplicado um questionário com questões sobre convecção para verificar em qual nível de compreensão os alunos estavam.

## **Condução**

Iniciou-se o conteúdo de condução com uma atividade experimental bem comum nos livros de Física. Em uma haste metálica coloca-se alguns pedaços de parafina distanciados uns dos outros e em sua extremidade cola-se uma fonte de calor, geralmente uma vela, pergunta-se aos alunos qual pedaço de parafina irá cair primeiro. O professor interagiu com os alunos e perguntou:

como o calor é transferido de uma extremidade da haste para a outra? Há transferência de material, movimento macroscópico, como na convecção?

Foi aberta a discussão para que os alunos apresentassem suas concepções alternativas e retomássemos o conceito de temperatura e calor. Utilizando slides mostrou-se que na transferência de calor por condução não há um movimento macroscópico de matéria como na convecção, o calor é transferido por meio do aumento da vibração das moléculas e a transferência de calor pode ocorrer entre corpos separados e também dentro de um mesmo corpo, basta haver diferença de temperatura entre suas regiões.

Para perceberem que existem materiais bons e maus condutores de calor foi proposta uma simples atividade em que eles utilizariam o tato para verificar a temperatura da parte metálica e da madeira das carteiras em que não há ninguém sentado na sala de aula. Foi apresentada a eles uma tabela com a condutividade térmica de algumas substâncias como: alumínio, prata, ferro, lã, água, gelo e ar; destacando que materiais que possuem ar em seu interior são melhores isolantes térmicos.

Para concluir o conteúdo sobre condução foi aplicado um questionários em grupo para verificar o nível de compreensão em que os alunos se encontravam. Depois foram discutidas as respostas com a participação de todos.

## **Irradiação**

O professor apresentou aos alunos por meio de slides a formação de ondas em uma corda e na água, definindo as principais grandezas de uma onda como: comprimento, frequência e amplitude.

Retomamos por meio de slides e simulações os conceitos básicos sobre a estrutura atômica, carga elétrica e suas propriedades, campo elétrico, magnetismo, campo magnético e eletromagnetismo. Pelos slides e vídeos os alunos visualizaram que diferentes comprimentos de onda ou frequências formam o espectro eletromagnético. Utilizando um experimento com um arame aquecido puderam visualizar que a temperatura que um corpo possui está relacionada com o comprimento de onda que ele emite.

Concluindo o estudo sobre irradiação estudamos por meio de slides como funcionam as estufas para plantas e um novo questionário foi realizado com os alunos para verificar o nível de compreensão sobre irradiação.

Uma avaliação com questões de múltipla escolha envolvendo os três processos de transferência de calor foi realizada no final do conteúdo, com o objetivo de rever os processos de transferência e esclarecer as possíveis dúvidas.

## **Aspectos gerais sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa**

Para Ausubel (apud Moreira, 2011, p. 161), aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Tal conhecimento ligado à nova aprendizagem, a qual pode ser um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, Ausubel chamava de subsunçor ou ideia-âncora.

Para Ronca (1980), o relacionamento entre o conteúdo a ser aprendido e aquilo que o aluno já sabe deve apresentar duas qualidades: substantividade e não arbitrariedade. Substantividade quer

dizer não ao pé da letra, isto é, a relação não é alterada se outros símbolos, diferentes, mas equivalentes, forem usados. O que precisa ser incorporado à estrutura cognitiva são as ideias principais e não somente as palavras. A segunda qualidade, não arbitrariedade, exige um relacionamento entre o novo item a ser aprendido e os conhecimentos especificamente relevantes da estrutura cognitiva, não sendo arbitrário ou por acaso.

Segundo Moreira (2011, p. 14), “subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura cognitiva do indivíduo, que lhe permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto”. Um subsunçor pode estar muito bem elaborado, ou não, em termos de significados. Sua interação com a nova informação fará com que ele se modifique, adquirindo novos significados e se tornando subsunçores mais abrangentes e mais enriquecidos. Para Moreira (2011), o desenvolvimento ou não de um subsunçor depende da frequência com que um novo significado se une com uma ideia-âncora, dando significado a outros conhecimentos.

A clareza, a estabilidade cognitiva, a abrangência, a diferenciação de um subsunçor variam ao longo do tempo, ou melhor, das aprendizagens significativas do sujeito. Trata-se de um conhecimento dinâmico, não estático, que pode evoluir e, inclusive, involuir. (Moreira, 2011, p.18).

Contra-pondo-se à aprendizagem significativa há a aprendizagem mecânica. Na aprendizagem mecânica uma nova informação não amplia ou modifica os conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, há apenas a memorização, há pouca ou nenhuma informação prévia na estrutura cognitiva em que a nova informação possa se ligar aos subsunçores específicos, a nova informação é praticamente sem significado. Segundo Moreira (2011, p. 32), “[...] a aprendizagem mecânica é conhecida como *decoreba*, tão utilizada pelos alunos e tão incentivada na escola”.

Para Caruso (1980), o estudante brasileiro tem uma tendência maior para a aprendizagem mecânica do que para a aprendizagem significativa. Quando o aluno vai estudar é necessário que ele organize o material de estudo com palavras que façam parte de sua estrutura cognitiva, traduzindo o material que deve ser assimilado usando suas próprias palavras, isto é, substantiva, entretanto isso geralmente não ocorre, caracterizando a aprendizagem mecânica.

Ausubel (apud Moreira, 2011, p. 162), não faz uma distinção entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa classificando-as não como duas coisas completamente opostas e sim como um contínuo. Segundo Moreira (2011, p.162), quando o aprendiz se depara com um conteúdo completamente novo, a aprendizagem mecânica se faz necessária, porém o professor deve organizá-lo de maneira não arbitrária e literal, para que no momento em que a aprendizagem passar a modalidade significativa, os subsunçores fiquem cada vez mais elaborados e capazes de ancorar novas informações. É importante que o professor traga exemplos do cotidiano do aluno e que vá ampliando o grau de dificuldade gradativamente.

De acordo com Moreira (2011, p. 32):

A passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa não é natural, ou automática; é uma ilusão pensar que o aluno pode inicialmente aprender de forma mecânica, pois, ao final do processo, a aprendizagem acabará sendo significativa; isso pode ocorrer, mas depende da existência de subsunçores adequados, da predisposição do aluno para aprender, de materiais potencialmente significativos e da mediação do professor; na prática tais condições muitas vezes não são satisfeitas e o que predomina é a aprendizagem mecânica. A aprendizagem significativa é progressiva, a construção de um subsunçor é um processo de captação, internalização, diferenciação e reconciliação de significados que não é imediato. Ao contrário, é progressivo, com rupturas e continuidades e pode ser bastante longo. (Moreira, 2011, p. 32)

## Condições para ocorrência da aprendizagem significativa

Segundo Gowin (apud Moreira, 2013), “um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e material educativo, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino”.

Segundo Santos (2008), o papel do professor é fazer com que o aluno seja o personagem principal no processo educativo, para isso é necessário que o docente deixe de fornecer respostas e incentive a uma maior participação dos alunos, gerando questionamento, dúvidas, criando necessidades e procurando fazer com que os alunos deixem de ser estáticos e passivos.

Para Santos (2008, p. 10):

Na medida em que nos preocupamos mais em dar respostas do que fazer perguntas, estaremos evitando que o aluno faça o necessário esforço para aprender. Eis o passaporte para a acomodação cognitiva. Dar a resposta é contar o final do filme. Poupa o sofrimento de vivenciar a angústia de imaginar diferentes e possíveis situações de exercitar o modelo de ensaio-e-erro, enfim, poupa o aluno do exercício da aprendizagem significativa. (Santos, 2008, p. 10)

Para Santos (2008), quando o professor desafia os conceitos já aprendidos pelos alunos, formam-se novos subsunçores que podem se reconstruírem e se ampliarem, tornando-se mais inclusivos a novas informações. Isso significa dizer que, quanto mais sabemos mais condições temos de aprender uma vez que novos subsunçores são formados.

Segundo Santos (2008), é necessário que o professor construa sua forma de desequilibrar os subsunçores do aprendiz. A maneira como as aulas são planejadas toma uma importância muito grande, quando se deseja uma aprendizagem significativa. É necessário buscar formas criativas e estimuladoras de desafiar as estruturas cognitivas dos alunos. Para causar este desequilíbrio não é preciso nada muito extraordinário, uma simples pergunta pode promover o desafio.

O professor pode apresentar o conteúdo a ser trabalhado promovendo uma aprendizagem por recepção ou por descoberta. Segundo Moreira (2008, p. 33), na aprendizagem receptiva o aprendiz recebe a informação na sua forma acabada, não significando que esta aprendizagem seja passiva, tradicional e muito menos mecânica. Ao contrário, a aprendizagem significativa por recepção exige muita atividade cognitiva para relacionar os novos conhecimentos com aqueles presentes na estrutura cognitiva.

Na aprendizagem por descoberta é necessário que o aprendiz descubra para aprender, porém é um erro imaginar que por si só a aprendizagem por descoberta implica em uma aprendizagem significativa, assim como na aprendizagem por descoberta, é necessário que o aprendiz relacione o novo conhecimento com aqueles presentes em sua estrutura cognitiva.

Para Moreira (2011, p. 34), “seria inviável para seres humanos aprender significativamente a imensa quantidade de informações e conhecimentos disponíveis no mundo atual se tivessem que descobri-los”. O conteúdo deve ser apresentado ao aprendiz como sendo por meio de um material potencialmente significativo, isto é, os elementos que compõem o material devem ser organizados em uma estrutura não arbitrária e as conexões entre os temas estejam claras aos estudantes e o vocabulário adequado. Como afirma Moreira (2011), o material potencialmente significativo é fortemente dependente do conhecimento prévio do aprendiz, pois não havendo este conhecimento, de nada irá adiantar um material rico em significados.

Outro fator necessário à aprendizagem significativa é que o aluno manifeste uma disposição em relação à aprendizagem significativa, isto é, o aprendiz esteja disposto a relacionar de forma substantiva e não arbitrária a nova informação.

Segundo Moreira (2011, p. 164):

Independentemente de quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for simplesmente a de memorizá-lo, arbitrária e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos (ou automático). (Moreira, 2011, p. 164)

### **Material potencialmente significativo**

De acordo com a teoria da aprendizagem significativa a variável que mais influencia a aprendizagem significativa é o conhecimento prévio do aprendiz. Partindo desta concepção o desenvolvimento de um material potencialmente significativo deve conseguir extrair as concepções prévias do aluno e a partir deste ponto criar situações para dar novos sentidos ao conhecimento.

Um material potencialmente significativo não quer dizer que ele tenha que ser algo extremamente sofisticado e cheio de tecnologia. De acordo com Moreira (2013) existem alguns itens que devem ser observados para que o material possa ser potencialmente significativo. Começamos definindo quais são os tópicos específicos, quais são os conceitos principais que o aluno deve se apropriar, definidos quais são os conteúdos essenciais, propor ou criar situações por meio de discussões, questionamentos, situações problemas para que o aluno possa externar seu conhecimento prévio, sendo aceito ou não cientificamente.

Para que o material possa ser potencialmente significativo, as propostas devem ser apresentadas em nível crescente de complexidade, levando em conta o conhecimento prévio do aprendiz, preparando o terreno para o que se pretende ensinar. As atividades iniciais podem ser apresentadas de diversas formas como, simulações, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano ou mesmo problemas que aparecem no livro didático. O desenvolvimento de atividades em pequenos grupos pode favorecer a exposição de ideias por parte do aprendiz, em que eles poderão confrontar seus conhecimentos e depois trazer esta discussão para o grande grupo. Os conteúdos sempre devem ser retomados, porém com um nível de complexidade mais alto em relação ao anterior, sempre destacando semelhanças e diferenças em relação ao conteúdo já trabalhado. O professor deve ser o mediador da aprendizagem e registrar todas as evidências que caracterizem uma aprendizagem significativa, avaliando de forma somativa e individual, durante todo o processo de implementação da aprendizagem. (Moreira, 2013)

Para Ausubel e Gowin (apud Moreira, 2011), “é o aluno que decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento”. Já para Vergnaud e Gowin (apud Moreira, 2011), “o papel do professor é o de provedor de situações-problemas, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno”. Já um material potencialmente significativo deve despertar a vontade do aluno para uma aprendizagem significativa.

### **Concepções dos alunos sobre temperatura e calor**

Segundo Menino e Correia (2011, p. 99). “As concepções alternativas são representações que cada indivíduo faz do mundo que o rodeia, consoante com sua própria maneira de ver o mundo e de se ver a si próprio”. No início, as concepções são mais ou menos simples e isoladas, tornando-se progressivamente mais complexas e abrangentes, uma mesma realidade analisadas por diferentes sujeitos não será necessariamente interpretada da mesma maneira.

Costa e Cunha (2011, p. 8), em pesquisa realizada com alunos do 2º ano do Ensino Médio, quanto à questão:

Um estudante descalço, em uma sala ladrilhada (cerâmica), coloca seu pé esquerdo diretamente sobre a cerâmica e seu pé direito sobre um tapete aí existente. É correto afirmar que: a) A temperatura do tapete é menor do que a do que a da cerâmica. b) O tapete e a cerâmica estão a mesma temperatura. c) A temperatura da cerâmica é menor do que a do tapete. (Costa e Cunha, 2011, p. 8)

Concluiu de acordo com as concepções apresentadas que 79% dos alunos entendem que a temperatura da cerâmica é menor do que a do tapete.

Hülsendeger, Costa e Cury (2006), em pesquisa realizada com 167 alunos do Ensino Médio, constataram que para a maioria dos alunos, “corpos quentes têm mais calor que corpos frios”, e que para muitos alunos, “quanto mais massa um corpo tiver; mais calor ele poderá conter. Assim, um corpo grande poderá conter mais energia calorífica e está a uma temperatura mais baixa que um corpo menor”.

Prestes, Cappelletto e Santos (2008), levantando as concepções alternativas dos alunos, fizeram o seguinte questionamento: “Podemos sentir a radiação?”. Da avaliação feita com 25 alunos do Ensino Médio de uma escola estadual do Rio Grande do Sul, 14 disseram que a radiação é imperceptível, portanto não podemos senti-la.

Medeiros e Lobato (2010, p. 67), avaliando as concepções alternativas de 77 alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública estadual, da Região Metropolitana de Belo Horizonte, perguntaram: “Quais são os tipos de radiação que você já ouviu falar? Cite-os”. Com 29% das citações, a radiação solar foi a mais citada pelos alunos. “Radiação causa malefícios ou benefícios? Quais? A maioria dos estudantes (82%) relacionou a radiação a malefícios à saúde humana ou ao meio ambiente”.

Pereira e Barros (2003, p. 7), pesquisando 32 alunos do segundo ano do Ensino Médio em uma escola pública estadual do Rio de Janeiro, levantaram suas concepções alternativas referentes à questão: “Qual a melhor posição para instalar um aparelho de ar condicionado: perto do teto ou perto do chão?” 92% dos alunos não responderam corretamente, tendo respostas como: “Perto do chão. Porque no alto não dá para eu ligar, e porque todo mundo põe”.

Martins e Rafael (2013, p. 7), pesquisando as concepções alternativas de 50 alunos da 1ª série do Ensino Médio, do Centro de Educação Integrada Professor Eliseu Viana em Mossoró (RN), fizeram os seguintes questionamentos: Uma geladeira não deixa o calor entrar nem o frio sair “a) Certa - 10 alunos - 20%, b) Errada - 31 alunos - 62%, c) Depende da marca da geladeira e de sua potência elétrica - 09 alunos - 18%”. Outra questão abordada pelos autores foi: “Para se admitir a existência calor: a) Basta um único corpo. - 21 alunos - 42% b) São necessários, pelo menos, dois corpos. - 05 alunos - 10% c) Basta um único corpo, mas ele deve estar ‘quente’. - 24 alunos - 48%”.

Em mais de 20 anos de pesquisa, têm-se constatado que: (1) as concepções alternativas são resistentes a mudanças e os modelos se mostram limitados para a mudança de um número grande de conceitos espontâneos; (2) os conceitos espontâneos construídos em contextos específicos e para finalidades práticas têm uma “epistemologia” diferenciada à da construção de conceitos científicos no contexto escolar, o que constitui uma causa das dificuldades para a “mudança conceitual”; (3) os conflitos cognitivos não são, por si só, geradores de mudanças conceituais; (4) a mudança conceitual é favorecida quando se produzem também, mudanças procedimentais e atitudinais. Diversas estratégias de ensino vinculadas às novas formas de organização do currículo, assim como o uso de estratégias metacognitivas, podem contribuir para os estudantes tomarem consciência das limitações de suas ideias prévias a fim de explicar situações em outros contextos, que exigem outras formas de explicar e trabalhar elementos que favorecem a construção de novas representações sobre o objeto de estudo. (Silva & Núñez, 2013, p.12).

Mudar as concepções alternativas dos alunos não é algo simples, porém o professor deve desafiar a si mesmo procurando formas de superá-las.

## **Propagação de calor**

A propagação de calor pode ocorrer de três maneiras, por convecção, condução ou irradiação. Cada uma apresenta suas próprias características tendo predominância de uma ou outra em alguns materiais, porém pode ocorrer situações em que dois ou mais processos de transferência de calor aconteçam simultaneamente.

A elevação da fumaça em uma fogueira, o aquecimento da água em uma panela, o fato do congelador de uma geladeira comum sempre ser localizado na parte superior da geladeira, a melhor posição para se instalar um aquecedor elétrico são exemplos de como empregar a transferência de energia por convecção. A convecção é uma característica dos materiais fluidos, líquidos e gases, “convecção é um processo no qual se transporta calor de um lugar para outro pelo movimento macroscópico de um fluido”. (Cutnell & Johnson, 2006, p. 407).

A convecção pode ocorrer de maneira natural, o movimento resulta das diferenças de densidade, como a fumaça que sobe em uma fogueira ou quando a convecção natural não é suficiente para a transferência de calor e usa-se a convecção forçada, como por exemplo, a ventilação de um motor de automóvel.

A convecção sendo uma característica de materiais fluidos, líquidos e gases, é uma das responsáveis pelo movimento das correntes oceânicas e a formação do vento, influenciando diretamente no clima do planeta.

Algumas partes da superfície da Terra absorvem calor do Sol mais facilmente que outras, e como resultado, o ar próximo à superfície é aquecido de forma desigual e, então, surgem correntes de convecção. Isto é evidente na costa marítima. Durante o dia, o solo costeiro esquenta mais que a água; o ar logo acima do solo é empurrado para cima (dizemos que ele se eleva), pelo ar mais frio que vem das camadas mais próximas à água para tomar seu lugar. O resultado é uma brisa marítima. Durante a noite, o processo se inverte, porque o solo esfria mais rapidamente do que a água, então, o ar mais aquecido se encontra acima do mar. (Hewitt, 2011, p. 289).

Quando tocamos um piso de madeira e em um piso de cerâmica que estão no mesmo ambiente, temos a impressão de que estão com temperaturas diferentes, porém não estão. A causa desta sensação é que o piso de cerâmica é melhor condutor de calor do que o piso de madeira, o calor é transferido mais facilmente do pé para a cerâmica. Nesta situação a transferência de calor ocorre por condução. “A condução é um processo por meio do qual se transfere calor diretamente por meio de um material, sem que haja movimento macroscópico do material na transferência”. (Cutnell & Johnson, 2006, p. 408).

De acordo com Hewitt (2011), a maioria dos líquidos e gases são maus condutores de calor. O ar é um péssimo condutor, podemos por a mão por um breve período dentro em um forno quente sem queimá-la. As boas propriedades isolantes de algumas matérias como lã, peles, penas, fibras de vidro, neve, serragem se devem ao fato de possuírem ar em seu interior.

Segundo Cutnell e Johnson (2006), na condução, a transferência de calor ocorre porque os átomos ou moléculas que estão na região que é aquecida aumentam sua vibração, passando esta vibração para os átomos ou moléculas que estão em sua vizinhança, menos energéticas. Os metais possuem um grande número de elétrons mais ou menos livres que podem vagar pelo material. Está

liberdade dos elétrons faz com que eles possam transportar energia facilmente, o que faz dos metais bons condutores térmicos.

A radiação ou irradiação é um processo no qual a energia é transferida por ondas eletromagnéticas, também denominada energia radiante. As ondas se propagam a partir do corpo com a velocidade da luz estando distribuídas no espectro eletromagnético desde as ondas de Rádio até os Raios Gama. Diferentemente da convecção e condução, a irradiação não precisa de meio material para se propagar.

Segundo Hewitt (2011, p. 290):

A energia vinda do Sol atravessa o espaço, depois a atmosfera terrestre para, então, aquecer a superfície da Terra. Essa energia não passa através da atmosfera por condução, pois o ar é um mal condutor. Também não passa por convecção, pois essa só tem início quando a Terra já está aquecida. Também sabemos que no espaço vazio entre nossa atmosfera e o Sol não é possível haver transmissão de energia solar por convecção ou condução. Assim, vemos que a energia deve ser transmitida de outra maneira – por irradiação. (Hewitt, 2011, p. 290)

A radiação eletromagnética vem da aceleração das cargas elétricas que constituem o material, uma vez que as moléculas possuem carga elétrica e estão constantemente mudando de direção, portanto acelerando. Qualquer substância a uma temperatura acima do zero absoluto emite radiação térmica. (Serway & Jewett, 2004)

De acordo com Cutnell e Johnson (2006, p. 413). “Todos os corpos irradiam energia continuamente na forma de ondas eletromagnéticas. Mesmo um cubo de gelo irradia energia, mas, uma parcela muito pequena dela está na forma de luz visível, um cubo de gelo não pode ser visto nos escuro”.

A superfície de qualquer material, quente ou frio, tanto absorve quanto emite energia radiante. Se a superfície absorve mais energia do que emite, há uma absorção líquida e sua temperatura aumenta. Se uma dada superfície desempenhará o papel de emissor ou absorvedor líquido dependerá do fato de sua temperatura estar acima ou abaixo da de sua vizinhança. Se ela estiver mais quente do que a vizinhança, ela será um emissor líquido e se resfriará; se for mais fria que do que sua vizinhança, constituirá um absorvedor líquido e esquentará. (Hewitt, 2011, p. 292).

Segundo Cutnell e Johnson (2006), as pessoas se sentem desconfortáveis vestindo roupas escuras no verão, porque as roupas escuras absorvem mais radiação que as roupas claras, mas também emitem mais radiação, só que metade dessa radiação emitida é dirigida para dentro, em direção ao corpo, criando a sensação de calor moderado.

Quando um automóvel é deixado exposto ao Sol em um dia quente com os vidros fechados, em seu interior a temperatura pode chegar a valores superiores à temperatura externa. Segundo Hewitt (2011), todas as coisas irradiam, a frequência e o comprimento de onda dependem da temperatura e a transparência de coisas como o ar e o vidro depende do comprimento de onda da radiação. O ar é transparente tanto para o infravermelho como para as ondas visíveis, já o vidro é transparente às ondas visíveis e opaco ao infravermelho. A radiação visível vinda do Sol penetra o interior do carro, parte desta radiação é refletida e outra parte é convertida em infravermelho em seu interior, que não consegue atravessar o vidro, aquecendo o interior do carro acima da temperatura ambiente. O aquecimento de uma estufa de plantas é semelhante ao aquecimento de um carro exposto ao Sol.

### **Análise dos dados**

Para análise dos dados dividimos o trabalho em duas partes, sendo que na primeira analisamos o pré-teste e na segunda o pós-teste.

De acordo com o padrão de respostas os dados foram organizados dentro do mesmo grupo. Classificamos os grupos como respostas incoerentes, aquelas que estão fora do conceito científico, dentro das respostas incoerentes há também os comentários que não apresentavam relação com o assunto, respostas parcialmente coerentes, possuem características do conceito científico mas de forma superficial, já as respostas coerentes são aquelas que trazem um caráter científico melhor elaborado.

Na primeira pergunta: - *Depois de um dia exaustivo, um estudante chega em casa e tira seu tênis. Ao caminhar por sua casa percebe que quando pisa descalço no tapete e no piso de cerâmica, tem a sensação de que ambos estão a diferentes temperaturas. Para você, o tapete e o piso estão a diferentes temperaturas? Justifique sua resposta.* – Objetivamos entender se o aluno consegue perceber que objetos que estão no mesmo ambiente e não são fontes de calor possuem a mesma temperatura e como se dá a transferência de calor entre os objetos. Obtivemos as seguintes respostas:

**Quadro 1 – Tabulação pergunta 01**

	Categorias	Número de alunos
Respostas incoerentes	- O tapete segura o calor.	1
	- Piso transmite menos temperatura.	2
	- Piso aparenta ser mais gelado.	4
	- São de materiais diferentes.	10
	- Piso absorve menos temperatura.	1
	- Choque térmico	1
	- Sensibilidade do pé é maior.	2
	- Umidade do chão.	1
	- Piso tem baixa capacidade de absorção.	1
	- O pé transfere para a cerâmica e não para o tapete.	2
	- O pé transmite temperatura.	1
	- O pé do garoto que é quente.	2
	- A temperatura do piso é mais baixa que o tapete	5
	- Não respondeu	1
	Parcialmente coerente	- Recebe quantidade de calor diferente.
- Transmite calor do pé para a cerâmica mais rapidamente.		1

Fonte: Da pesquisa (2012)

Estes dados sobre as concepções alternativas dos alunos em relação à temperatura da cerâmica e do tapete estão de acordo com Costa e Cunha (2011), em que a maioria dos alunos tem dificuldade em identificar que os dois materiais estão a mesma temperatura e compreender o conceito de calor como nos dados apresentados por Hülsendeger, Costa e Cury (2006).

Na segunda pergunta: - *Ao aquecer a água em uma panela, a parte da água que está em contato com o fundo da panela se aquece primeiro. Como você explica o aquecimento da água que está na parte de cima da panela?* – Buscou-se saber se os alunos possuem conhecimento sobre mudança na densidade de materiais que são aquecidos e como se dá a transferência de calor nos líquidos. Como respostas tivemos:

### Quadro 2 – Tabulação pergunta 02

	Categorias	Número de alunos
Respostas incoerentes	- Metal aquece a água.	12
	-A água do fundo passa calor para a água de cima.	3
	- Transferência de energia entre moléculas.	1
	- Distribuição de calor.	2
	- A água vai se misturando.	3
	- Não respondeu.	1
	- Resposta fora do contexto.	14
Parcialmente coerente	- A água que está no fundo sobe e a água que está em cima desce.	2

Fonte: Da pesquisa (2012)

Com estes dados podemos perceber que as concepções alternativas dos alunos sobre o aquecimento dos fluidos, para a maioria dos alunos, estão distantes da linguagem científica como os dados analisados por Pereira e Barros (2003) e Martins e Rafael (2013) sobre convecção ou mesmo não sabem o que responder.

Na terceira pergunta: - *Ao aproximarmos a mão de uma lâmpada incandescente, mesmo sem tocá-la, percebemos que ela está muito quente. Por que sentimos essa transferência de calor mesmo sem tocá-la?* Procuramos verificar se os alunos possuíam conhecimento sobre irradiação.

### Quadro 3 – Tabulação pergunta 03

	Categorias	Número de alunos
Respostas incoerentes	- Raios ultravioletas.	2
	- Transmite calor porque está muito quente.	6
	- Libera luz que aquece o vidro e ao redor.	5
	- A eletricidade aquece.	1
	- Porque na lâmpada há muita energia.	3
	- Lâmpada gera calor.	3
	- Fora do contexto.	9
Parcialmente coerente	- Semelhante ao Sol.	4
	- Calor liberado em forma de luz.	3
Coerente	- Transmite calor por irradiação, não precisamos tocá-la.	2

Fonte: Da pesquisa (2012)

Os dados por nós coletados sobre radiação concordam com os dados Medeiros e Lobato (2010) e Prestes, Cappelletto e Santos (2008) nos quais, a maioria dos alunos tem dificuldades em identificar a radiação como uma forma de transferência de energia possuindo malefícios e benefícios para nossa saúde.

Podemos perceber pelo levantamento feito a grande variedade de concepções alternativas dos alunos, nos indicando que as atividades, discussões e exemplos utilizados como materiais potencialmente significativos devem ser abrangentes trazendo uma variedade de situações e aplicações, buscando ampliar e ou substituir seus subsunçores.

Foi possível perceber que as perguntas, por se tratarem de situações do dia-a-dia, despertaram o interesse da maioria dos alunos na busca da explicação científica para os fenômenos o que contribuiu muito para que eles pudessem participar de maneira significativa.

Depois de trabalhado o conteúdo com os alunos durante 26 aulas, utilizando a metodologia da Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel, foi aplicado o mesmo teste, de forma individual, para avaliar possíveis avanços na apropriação da concepção alternativa para a científica. Mantivemos a análise dos dados como incoerentes, parcialmente coerentes e coerentes, as respostas iguais ou similares foram organizadas em grupos. Os quadros a seguir são referentes ao pós-teste.

#### Quadro 4 – Tabulação pergunta 01

	Categorias	Número de alunos
Respostas incoerentes	- Sim, o pé fica abafado dentro do tênis.	1
	- Cerâmica é um mal condutor e o carpete isola a temperatura.	1
	- O tapete e o piso estão a temperatura ambiente e o pé não.	1
	- a temperatura do corpo está diferente da temperatura do carpete e do piso.	2
Parcialmente coerente	- Estão a temperaturas diferentes, pois um é mais isolante térmica que o outro.	2
	- O tapete e o piso estão à temperatura ambiente, o pé transfere calor porque está mais quente.	4
Coerente	- Estão à mesma temperatura, o tapete é um mal condutor de calor e o piso é um bom condutor de calor.	27

Fonte: Da pesquisa (2012)

A partir do momento em que este assunto foi trabalhado por meio de um material potencialmente significativo, podemos perceber uma melhora significativa na mudança das concepções dos alunos. Consideramos que por meio da demonstração dos experimentos, das discussões e dos questionamentos, as dificuldades dos alunos em reconhecer que objetos que estão num mesmo ambiente como na situação do problema proposto na primeira questão, foram superadas por muitos, entretanto, o material não conseguiu atingir alguns alunos que ainda continuaram presos às suas concepções alternativas.

**Quadro 5 – Tabulação pergunta 02**

	Categorias	Número de alunos
Respostas incoerentes	- O metal é um bom condutor de calor.	2
	- O calor sobe e esquenta a parte de cima da panela.	1
	- Há uma quebra das moléculas de água, liberando energia e aquecendo toda a água.	1
	- Primeiro aquece embaixo e tudo será misturado.	3
Parcialmente coerente	- O ar quente tem tendência a subir e o ar frio a descer, assim transferindo calor e aquecendo a água.	2
	- Começa a aquecer o fundo da panela e depois a parte de cima desce para aquecer.	1
Coerente	- Convecção, porque a água de baixo é aquecida, fica mais leve e sobe, a água fria, mais pesada desce.	28

Fonte: Da pesquisa (2012)

Por meio dos diversos exemplos sobre correntes de convecção, utilizando os slides, questionários e principalmente os vídeos e experimentos um grande número de alunos conseguiram assimilar o processo de transferência de calor por convecção. Discussões de exemplos de como o homem observa os pássaros para realizar o voo de asa-delta e de paraplayer motivaram os alunos a dar suas opiniões e favorecer o entendimento sobre transferência de calor por convecção.

**Quadro 6 – Tabulação pergunta 03**

	Categorias	Número de alunos
Respostas incoerentes	- A pele é boa condutora de calor.	4
	- O calor é muito forte.	1
	- A condução de calor.	2
	- A condução de calor esquenta o ar em volta.	1
	- Não responderam.	1
	Parcialmente coerente	- Irradia infravermelho.
Coerente	- As ondas eletromagnéticas transferem calor mesmo sem tocar a lâmpada.	28

Fonte: Da pesquisa (2012)

Consideramos que as simulações e o vídeo sobre o espectro eletromagnético tenham sido o grande diferencial para que os alunos pudessem superar as dificuldades sobre irradiação, nas simulações puderam visualizar como ocorre a propagação do campo eletromagnético, algo extremamente conceitual. Por meio do vídeo puderam comparar os outros tipos de radiação com a luz, entenderam que somos atingidos diariamente por diversos tipos de radiação vindas do espaço e principalmente dos diversos equipamentos eletroeletrônicos presentes na nossa vida diária como celulares, micro-ondas, controle remoto, lâmpadas dentre outros. Por meio dos slides discutimos que todos os corpos emitem e absorvem irradiação, não apenas em altas temperaturas, como na

concepção de alguns alunos no primeiro teste e também que a cor de um objeto interfere na quantidade de calor que ele recebe, como demonstrado no experimento com as garrafas.

### Considerações finais

No pré-teste percebemos o grande número de concepções alternativas que os alunos possuíam. Saber qual era o conhecimento prévio dos alunos se tornou uma importante fonte de informações para que o professor pudesse direcionar seu trabalho, conhecendo as dificuldades e os obstáculos a serem superados o desenvolvimento do material potencialmente significativo ficou mais claro.

A maneira como organizamos os conteúdos, partindo do mais simples para o mais abrangente, com vários exemplos envolvendo cada conceito, motivou os alunos a participarem de maneira efetiva das aulas. Acreditamos que as discussões com o grande grupo, os questionamentos, as atividades experimentais, simulações e o tempo de exposição do conteúdo tenham contribuído de maneira significativa para o interesse dos alunos.

Para a elaboração do material foi necessário que o professor pesquisasse vários exemplos que pudessem servir para alterar ou expandir os subsunçores dos alunos, mas também fortalecer no professor o hábito da pesquisa e da motivação em superar os desafios que a sua profissão lhe impõe diariamente.

Por meio da análise dos dados percebemos uma evolução na concepção dos alunos sobre os processos de transferência de calor, tornaram-se mais críticos e observadores dos fenômenos físicos. Quando eram questionados, paravam para pensar em uma resposta coerente, dentro dos conceitos científicos trabalhados e não simplesmente o que vinha a mente, o que pode demonstrar uma ampliação dos subsunçores.

O currículo da escola pública permite uma flexibilidade maior, por isso, admitimos que o professor possa por em prática novos projetos pedagógicos de ensino, saindo do método tradicional ainda muito comum nas aulas de Física.

Consideramos que para que ocorra uma aprendizagem significativa é muito importante à participação de todos os envolvidos na educação, o governo aplicando recursos, cobrando e reconhecendo os bons trabalhos realizados nas escolas, todo corpo escolar, alunos, pais e comunidade, em que o conhecimento e o saber fazer sejam valorizados.

### Referências

Costa, M. S. V.; Cunha, V. A. da. (2011). Concepções espontâneas sobre temperatura de estudantes do 2º ano do Ensino Médio. In: Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”, 5. São Cristovão. *Anais...* São Cristovão. Disponível em: [http://www.educonufs.com.br/vcoloquio/cdcoloquio/cdroom/eixo%206/Acesso 2013](http://www.educonufs.com.br/vcoloquio/cdcoloquio/cdroom/eixo%206/Acesso%2013).

*Física animada: convecção térmica (propagação do calor)*. (2013). Disponível em: <[http://www.youtube.com/watch?v=dkZaiedR\\_ww](http://www.youtube.com/watch?v=dkZaiedR_ww)>. Acesso em: 26 Abr. 2013. Vídeo.

Hewitt, P. G. *Física conceitual*. (2011). 11 ed. Porto Alegre: Bookman.

*Hóquei no campo elétrico*. (2013). Disponível :<[http://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/electric-hockey](http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/electric-hockey)>. Acesso em: 15 Abr. 2013. Simulação.

Hülsendeger, M. J. V. C.; Costa, D. K. & Cury, H. N. (2006). Identificação de concepções de alunos de ensino médio sobre calor e temperatura. *Acta Scientiae*, Canoas, v.8, n.1, p. 35-46, jan-jun 2006. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/106>>. Acesso em: 28 mar. 2013.

*Ímã e bússola*. (2013). Disponível em: <[http://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/magnet-and-compass](http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/magnet-and-compass)>. Acesso em: 12 Abr. 2013. Simulação.

*Ímãs e eletroímãs*. (2013). Disponível em: <[http://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/magnets-and-electromagnets](http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/magnets-and-electromagnets)>. Acesso em: 25 Mar. 2013. Simulação.

*Mago da Física: propagação de calor: convecção*. Disponível em: <[http://www.youtube.com/watch?v=doZO\\_TRLs0w](http://www.youtube.com/watch?v=doZO_TRLs0w)>. Acesso em 25 Abr. 2013. Vídeo.

Martins, A. F. P. & Rafael, F. J. (2013). *Uma investigação sobre as concepções alternativas de alunos do ensino médio em relação aos conceitos de calor e temperatura*. Disponível em: <[http://www.cienciamao.if.usp.br/dados/snef/\\_calortemperaturaconcepco.trabalho.pdf](http://www.cienciamao.if.usp.br/dados/snef/_calortemperaturaconcepco.trabalho.pdf)>. Acesso em: 28 Abr. 2013.

Medeiros, M. de A. & Lobato, A. C. (2010). Contextualizando a abordagem de radiação no ensino de Química. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v.12, n.03, p. 65-84, set-dez. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/523/516>>. Acesso em: 28 Abr. 2013.

Menino, H. L. & Correia, S. O. (2001). Concepções alternativas: ideias das crianças acerca do sistema reprodutor humano e reprodução. *Educação & Comunicação*. São Paulo, n.6, p. 97-117. Disponível em <[https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/245/1/n6\\_art7.pdf](https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/245/1/n6_art7.pdf)>. Acesso em: 28 Abr. 2013.

Moreira, M. A. (2011). *Teorias da aprendizagem*. 2 ed. São Paulo: EPU.

Moreira, M. A. (2013). *Unidade de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS*. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>>. Acesso em: 28 Abr. 2013.

Moreira, M. A. (2011). *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física.

*O espectro eletromagnético*. (2013). Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=s-IxHRPPdD8>>. Acesso em: 12 Mar. 2013. Vídeo.

*Ondas de rádio e campo magnético*. (2013). Disponível em: <[http://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/radio-waves](http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/radio-waves)>. Acesso em: 12 Abr. 2013. Simulação.

Pereira, M. V.; Barros, S. de S. (2003). *Estudos do efeito de demonstrações em vídeo como organizador prévio para construção de conceitos de Física Térmica*. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 4, Bauru. Disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL079.pdf>>. Acesso em: 28 Abr. 2013.

Prestes, M.; Cappelletto, E. & Santos, A. de C. dos. (2013). Concepção dos estudantes sobre radiações. In: *Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 6, 2008, Curitiba. Disponível em: <[http://repositorio.furg.br:8080/jspui/bitstream/1/1042/1/Concep%C3%A7%C3%B5es%20dos%20estudantes%20sobre%20radia%C3%A7%C3%B5es%20\(no%20prelo\).pdf](http://repositorio.furg.br:8080/jspui/bitstream/1/1042/1/Concep%C3%A7%C3%B5es%20dos%20estudantes%20sobre%20radia%C3%A7%C3%B5es%20(no%20prelo).pdf)>. Acesso em: 28 Abr. 2013.

Ronca, C. (1980). Aprendizagem significativa. In: Penteadó, Wilma Millan Alves (Org.). *Psicologia e Ensino*. São Paulo: Papervivros, pp. 59 - 83.

Santos, J. C. F. dos. (2008). O Papel do professor na promoção da aprendizagem significativa. *Revista Científica Uniabeu*, Belford Roxo, V, n.1, p. 9-14, jan.-jun. Disponível em: <<http://www.uniabeu.edu.br/publica/index.php/RU/article/viewFile/66/113>>. Acesso em: 03 Mar. 2013.

Serway, Raymond A; Jr, John W. Jewett. (2004). *Princípios de Física*. 3 ed. São Paulo: Thomson. .

Silva, M. G. L.; Núñez, I. B. (2013). *Trabalhando as concepções alternativas*. Disponível em: <<http://www.agracadaquimica.com.br/quimica/arealegal/outros/190.pdf>>. Acesso em: 29 Abr. 2013.

Recebido em: 18.02.14

Aceito em: 13.05.14