

MAPAS CONCEITUAIS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO MÉDIO: ANÁLISE DA INTEGRAÇÃO ENTRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E COMPUTACIONAIS NA TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA TÉRMICA

Fernanda Teresa Moro¹

Italo Gabriel Neide²

Marcia Jussara Hepp Rehfeldt³

Resumo

Este trabalho resulta de uma pesquisa qualitativa desenvolvida com estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola particular de Erechim, Rio Grande do Sul, por uma mestranda. Buscou-se investigar as implicações do uso de simulações vinculadas às atividades experimentais na aprendizagem significativa dos estudantes no conteúdo transferência de energia térmica. As atividades experimentais e as simulações computacionais foram planejadas buscando desenvolver o senso crítico do aluno frente aos experimentos. O estudo está embasado em Ausubel (2003), Moreira (2001), entre outros. Neste trabalho serão apresentados os resultados evidenciados nos mapas conceituais elaborados pelos estudantes após a intervenção pedagógica. Os dados apontaram que a elaboração dos mapas conceituais e sua apresentação evidenciaram alterações nos subsunçores dos estudantes investigados inicialmente, bem como apontaram que as atividades experimentais vinculadas às simulações computacionais podem ser uma ferramenta para auxiliar na aprendizagem de alguns conceitos de transferência de energia térmica.

Palavras-chave: Atividades experimentais; Simulações computacionais; Mapas conceituais; Aprendizagem significativa.

INTRODUÇÃO

A inserção de atividades experimentais – reais e virtuais - durante as aulas de Física pode ser uma possibilidade para o professor modificar o ensino baseado em aulas expositivas. Nesse sentido, Araújo, Veit e Moreira (2012) enfatizam o uso de tecnologias como um facilitador nos processos de ensino e de aprendizagem na Física. Por este motivo, entende-se ser relevante a busca de novas práticas pedagógicas que associem o conteúdo com atividades de interesse dos estudantes, atividades estas que aliem a teoria à prática.

¹ Mestra em Ensino de Ciências Exatas – UNIVATES

² Professor Doutor do Centro Universitário Univates.

³ Professora Doutora do Centro Universitário Univates

Neste trabalho apresentam-se os mapas conceituais elaborados pelos estudantes da autora principal deste estudo durante uma pesquisa qualitativa que foi desenvolvida no 2º ano do Ensino Médio de uma escola da rede particular do Município de Erechim/RS. Moreira (2011b) afirma que esse tipo de análise interpretativa de dados gera asserções de conhecimento, enfatizando a importância da narrativa neste tipo de descrição. Buscou-se investigar as implicações do uso de simulações vinculadas às atividades experimentais numa turma, abordando a transferência de energia térmica (condução, convecção e radiação).

Neste sentido, Dorneles (2010) destaca que a integração entre esses dois tipos de atividades pode propiciar aos alunos uma visão mais adequada sobre os papéis dos modelos teóricos, do laboratório e do computador, promovendo a interatividade e o engajamento dos alunos em seu próprio aprendizado, podendo transformar a sala de aula em um ambiente propício para uma aprendizagem significativa.

Embasamento Teórico

As atividades experimentais e as simulações computacionais podem ser uma estratégia para o professor em suas aulas. Ambas constituem-se numa atividade pedagógica desenvolvida pelo aluno que inclui intercaladamente, tarefas teóricas e experimentais, onde o fazer é importante e o refletir para compreender é fundamental. No mesmo sentido, Brandão, Araújo e Veit (2008, p. 10) destacam:

Estratégias didáticas baseadas na tecnologia e uso de modelos surgem como alternativas para inserção de conteúdos de natureza epistemológica que, imbricados com conteúdo de física, propiciam aos alunos uma visão mais holística sobre a natureza e a construção do conhecimento científico.

Quando se pensa em ensinar conhecimento científico é relevante que esse processo esteja embasado em alguma teoria que propicie a sua construção. Neste sentido, este trabalho tem como referência a teoria cognitivista de Ausubel. Conforme a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1982), novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz, comportando-se como âncora para novas ideias e conceitos.

Moreira e Ostermann (1999) destacam que a ideia mais importante da teoria de

**Revista Tecnologias na Educação – Ano 8 - número 14 – Julho 2016 - tecnologiasnaeducacao.pro.br
<http://tecedu.pro.br/>**

Ausubel e suas possíveis implicações para o ensino e a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Precisa-se determinar isso e ensinar de acordo. Entende-se, portanto, que no trabalho embasado na teoria de Ausubel é imprescindível que o professor verifique os conhecimentos prévios dos alunos referentes ao conteúdo que se está explorando, servindo de âncora para as novas informações. Borges (2002, p. 301) destaca que:

Para facilitar a aprendizagem e compreensão de conceitos com a utilização de atividades experimentais recomenda-se um planejamento cuidadoso que considere as ideias prévias dos estudantes a respeito da situação estudada, o tempo necessário para completar a atividade, as habilidades requeridas e aspectos ligados à segurança.

Quando se fala em aprendizagem significativa, além dos conhecimentos prévios do aluno, outro fator importante é que os materiais utilizados sejam potencialmente significativos. As atividades experimentais e as simulações computacionais podem ser exemplos de materiais potencialmente significativos que estão ao alcance do professor. Além disso, o uso de tecnologias e atividades experimentais durante as aulas pode permitir que os estudantes estejam predispostos a trabalhar de modo ativo, na busca de soluções para os problemas que lhes são propostos.

Conforme Heidemann (2011, p. 108-109):

[] os docentes atribuem grande importância ao uso de AE no ensino de Física; já em relação às AC, apesar de considerarem que podem ser muito úteis, não atribuem a mesma importância do que às AE. [] Poucos deles percebem a necessidade de estratégias didáticas adequadas para que as AE e as AC efetivamente contribuam para a aprendizagem de Física. Em relação ao uso integrado de AE e AC, os resultados mostraram professores mais próximos do uso isolado desses recursos, defendendo que apenas um deles é suficiente para se ensinar Física, do que do uso combinado deles, explorando as vantagens de ambas estratégias didáticas.

É nesse contexto que esta pesquisa foi inserida, cuja proposta foi utilizar atividades experimentais integradas às simulações para uma melhor compreensão dos fenômenos relacionados à transferência de energia térmica. As simulações computacionais do *Energy2D*⁴ e no *PhET*⁵ foram utilizadas nesta pesquisa como aliadas

⁴ *Interactive Heat Transfer Simulations for Everyon* do *National Science Foundation -The Concord Consortium* (EUA) - Disponível em <http://energy.concord.org/energy2d/>

⁵ *Interactive Simulation*, da Universidade do Colorado (EUA) - Disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/

às atividades experimentais durante as aulas de Física, em especial, no tópico de Termologia.

Metodologia do Trabalho

Partindo das vivências profissionais da prática da mestranda, surgiu o questionamento: Como articular atividades experimentais e simulações por computadores, para a compreensão das formas de transferência de energia térmica? Para responder tal questão foram realizadas três atividades experimentais sobre condução, convecção e radiação, na própria sala de aula, concomitante com a abordagem teórica dos conteúdos pela professora pesquisadora. A teoria dos conteúdos e conceitos abordados permearam as atividades experimentais. É importante destacar que as atividades experimentais foram planejadas buscando sua integração com as simulações disponíveis, enfatizando as relações entre as atividades realizadas com material concreto e as explorações advindas das simulações.

Araújo, Veit e Moreira (2008) destacam que uma das vantagens do uso de atividades computacionais está na capacidade de proporcionar a interação do aluno com experimentos virtuais, substitutos de experimentos reais caros ou perigosos. Medeiros e Medeiros (2002) também ressaltam o fato das atividades computacionais fornecer múltiplas representações simultâneas de determinado fenômeno físico.

A seguir, são apresentados alguns mapas conceituais elaborados pelos estudantes após as aulas com atividades experimentais integradas às simulações computacionais.

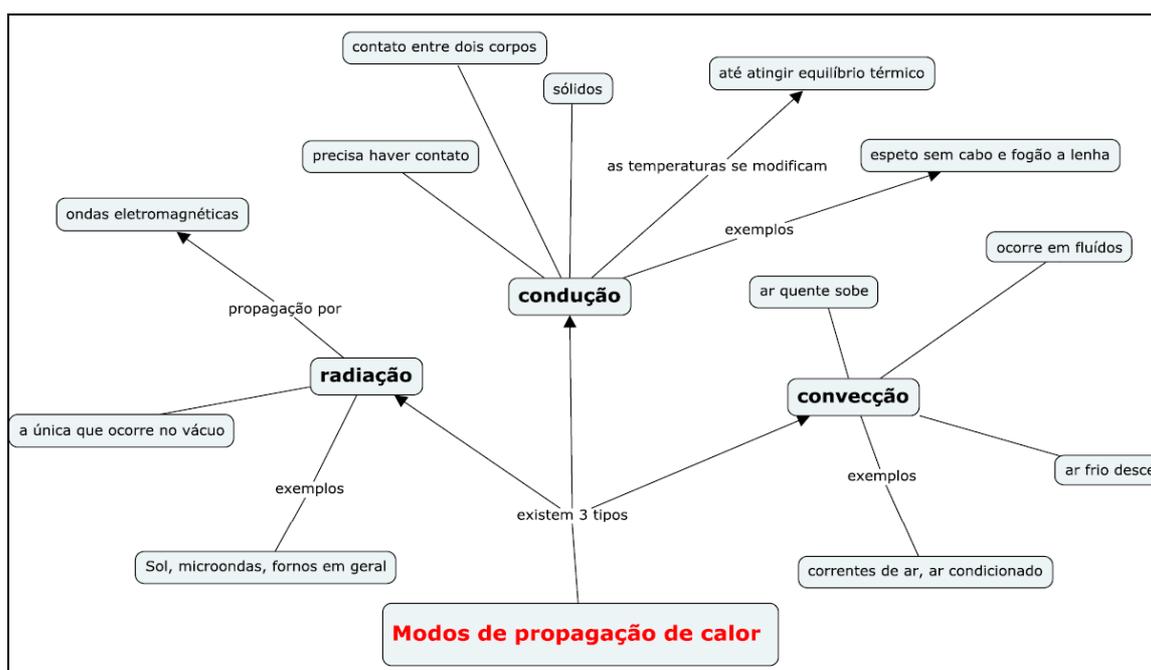
Análise e Discussão dos Dados

Buscando indícios de aprendizagem significativa, os estudantes elaboraram ao final das atividades experimentais e computacionais, em duplas, um mapa conceitual que abordasse o que foi estudado. Os mapas conceituais podem ser utilizados como instrumento didático e como instrumento de avaliação, no sentido de obter informações sobre o tipo de estrutura que o aluno vê para um dado conjunto de conceitos. Segundo Moreira (2006) na avaliação por meio de mapas conceituais a principal ideia é a de avaliar o que o aluno sabe em termos conceituais, como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina, integra, conceitos de uma determinada unidade de estudo.

Desta forma, pensou-se o uso dos mapas conceituais e sua apresentação ao término da intervenção, buscando uma visualização de conceitos e relações hierárquicas entre os mesmos, como uma maneira de exteriorizar o que o aluno já sabe, procurando indícios de aprendizagem significativa. Os mapas construídos pelos estudantes foram analisados, buscando indícios de aprendizagem significativa. Treze dos dezoito mapas construídos apresentaram a estrutura vertical, como descrita anteriormente. Os outros cinco mapas elaborados pelos estudantes apresentaram a ideia de teia de aranha.

Na sequência far-se-á a análise de alguns mapas conceituais elaborados pelos estudantes. Para facilitar a análise os mapas serão nomeados por M^1 , M^2 e assim sucessivamente. Para Moreira (2005), a aprendizagem significativa implica atribuição de significados idiossincráticos. Por este motivo, os mapas conceituais traçados devem refletir tais significados. A Figura 1 apresenta o mapa elaborado pelo grupo M^2 .

Figura 1 – Mapa conceitual M^2 elaborado pelos estudantes



Fonte: Os autores, 2015.

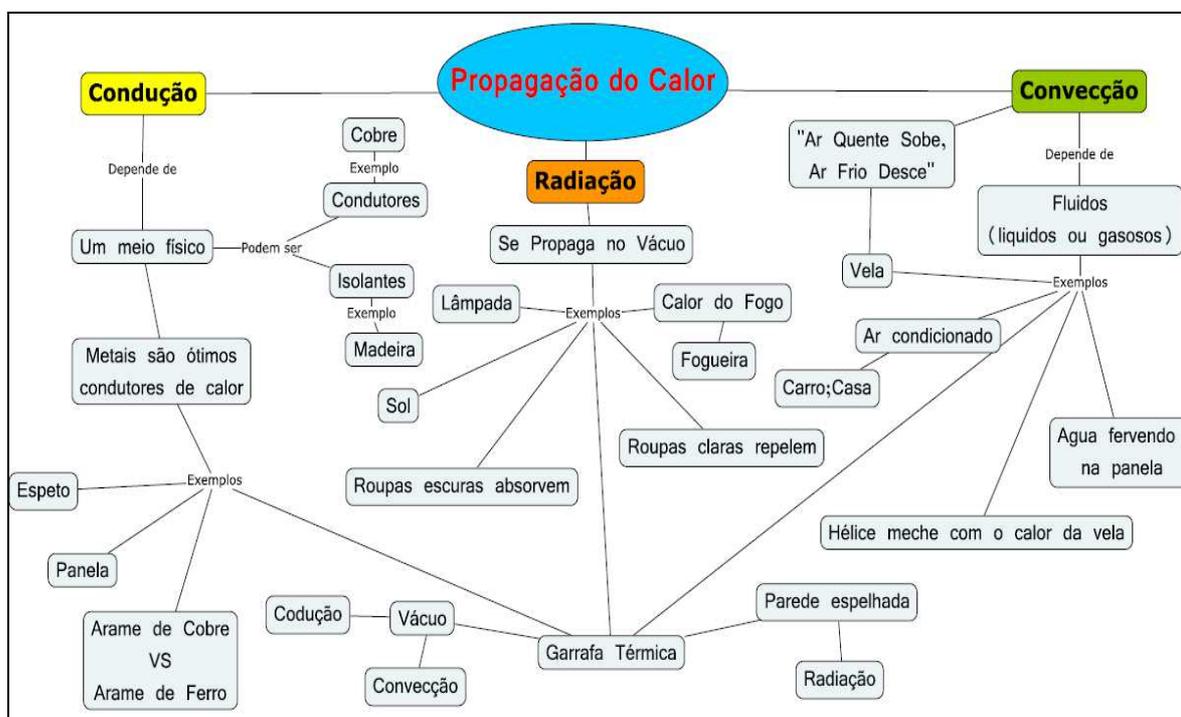
No mapa M^2 , observa-se a organização hierárquica de ideias, porém com poucas relações entre os conectores. Os estudantes exemplificaram mais as formas de transferência de energia térmica. Quando se busca indícios de aprendizagem significativa, deve-se levar em conta a possibilidade de memorização, o que pode ter

ocorrido em alguns mapas conceituais apresentados. Conforme Ausubel (2003, p. 131) sugere:

[...] quando se procuram provas da aprendizagem significativa, quer seja através de questionamento verbal, de aprendizagem sequencialmente dependente ou de tarefas de resolução de problemas, deve ter-se sempre em conta a possibilidade de memorização. Uma vasta experiência na realização de exames faz com que os estudantes se tornem adeptos da memorização, não só de proposições e de fórmulas chave, mas também de causas, exemplos, razões, explicações e formas de reconhecimento e de resolução de problemas.

Em contrapartida, observando o mapa conceitual M^4 , pode-se visualizar uma quantidade significativa de conceitos e proposições relacionados com o conceito central de propagação da energia térmica. Também apresenta, de acordo com Moreira (1987), hierarquias conceituais, mostrando conceitos específicos, pouco inclusivos e exemplos, principalmente quando se refere aos fenômenos de transferência da energia térmica no cotidiano. Neste mapa conceitual é importante destacar a ligação entre as três formas de transferência de energia térmica. Os estudantes relacionaram a ocorrência dos três simultaneamente, quando exemplificaram a garrafa térmica como um aparelho destinado a minimizar a ocorrência desses processos. A Figura 2 apresenta o mapa conceitual M^4 .

Figura 2 – Mapa conceitual M^4 elaborado pelos estudantes

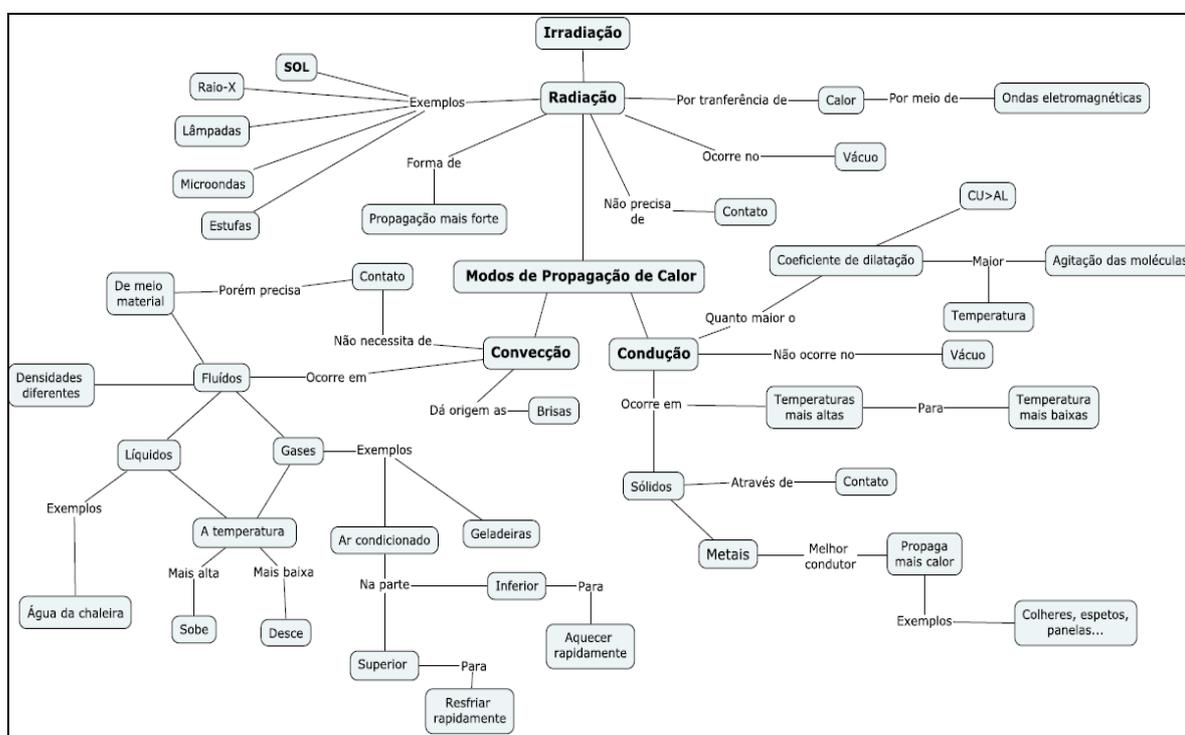


Fonte: Os autores, 2015.

A garrafa térmica foi o aparelho mencionado por sete dos dezoito grupos para evidenciar a simultaneidade dos processos de transferência de energia térmica.

Já no mapa conceitual M¹¹, pode-se visualizar uma quantidade significativa de indícios e proposições relacionados com o conceito central transferência de energia térmica. Também apresenta, de acordo com Moreira (1983), hierarquias conceituais, mostrando conceitos específicos, pouco inclusivos e exemplos, principalmente quando se refere aos relacionados com o cotidiano. Observa-se que o termo radiação aparece no topo do mapa conceitual. Quando questionados sobre isso, os estudantes disseram que o elemento central é o principal, só não conseguiram deixar esteticamente melhor a apresentação do mapa. A Figura 3 apresenta o referido mapa conceitual.

Figura 3 – Mapa conceitual M¹¹ elaborado pelos estudantes



Fonte: Os autores, 2015.

Observa-se no mapa da Figura 3 uma quantidade significativa de indícios e proposições relacionados com o conceito central transferência de energia térmica. Também apresenta, de acordo com Moreira (1983), hierarquias conceituais, mostrando conceitos específicos, pouco inclusivos e exemplos, principalmente quando se refere aos relacionados com o cotidiano.

Essa hierarquia pode ser observada no mapa quando refere-se à condução que pode ocorrer em metais, que são melhores condutores de energia térmica, exemplificando com colheres, espetos e panelas. Percebe-se o formato de teia de aranha na construção desse mapa.

Durante as atividades realizadas nesta intervenção pode-se perceber o envolvimento, a predisposição dos estudantes durante as AC e AE propostas, o que já é uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa. Conforme Ausubel (2003, p. 23):

Os factores cognitivos e de motivação interpessoal influenciam, sem dúvida, o processo de aprendizagem de forma concomitante e é provável que interajam mutuamente de várias formas. A aprendizagem escolar não tem lugar num vácuo social, mas antes em relação com outros indivíduos, os quais – além de manifestarem vários laços emocionais pessoais – agem largamente como representantes impessoais da cultura.

Moreira (2006, p. 62) destaca: “A utilização de diagramas ou “mapas” hierarquizando e relacionando conceitos é também um esforço no sentido de promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa”, e isto pode ser observado na construção de alguns mapas desta intervenção. Conforme Moreira (2012, p. 6):

A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos.

Quando um novo conceito ou uma nova proposição é aprendido por um processo de interação e ancoragem em um conceito subsunçor, este também se modifica. Quando esse processo ocorre uma ou mais vezes leva à diferenciação progressiva do conceito subsunçor. Ausubel (2003) chama essa etapa de recombinação de elementos previamente existentes na estrutura cognitiva de reconciliação integradora.

As ideias estabelecidas na estrutura cognitiva podem ser, durante a aquisição de novas aprendizagens, tanto reconhecidas como relacionadas. Novas informações são adquiridas e elementos existentes na estrutura cognitiva podem reorganizar-se e adquirir novos significados.

Considerações Finais

Conforme Moreira (2005) e Tavares (2007), a aprendizagem implica atribuição de significados idiossincráticos e os mapas traçados pelos alunos evidenciaram isto. De uma forma geral, os mapas iniciais, apresentaram conceitos e conectores importantes quando se trabalha as formas de propagação da energia térmica. Alguns estudantes mencionaram que ouvem, durante os noticiários de previsão do tempo, termos errados, confundindo calor e temperatura. Isso evidencia que os estudantes modificaram suas concepções iniciais, o que pode ser um indício de reconciliação integradora, que conforme Moreira (2006) faz parte do processo de aprendizagem significativa, resultando num delineamento explícito de similaridades e diferenças entre ideias correlatas.

Ao analisar o conjunto dos mapas conceituais identificam-se aspectos significativos como: a garrafa térmica exemplificando os três modos de propagação da energia térmica; a distinção de cada processo; ligações com exemplos do cotidiano; radiação como onda eletromagnética; diferenciação entre calor e temperatura; o movimento das ondas de convecção; apresentação das ideias por meio de diferentes formas de estruturas de mapas conceituais. Apesar de não aparecerem explicitamente as atividades práticas ou computacionais nos mapas, pode-se observar vários indícios na forma de palavras ou ideias que representam indiretamente as atividades exploradas.

Cabe também listar alguns aspectos não significativos destas construções como a falta de conexões nos mapas entre os três modos de propagação da energia térmica; falta de conexões e flechas nos mapas conceituais; textos escritos dentro das caixas; em vários mapas parece que fica a ideia de que a radiação ocorre apenas no vácuo.

No entanto, as atividades experimentais, reais e virtuais são uma possibilidade para envolver os alunos e motivá-los, bem como, uma alternativa às aulas tradicionais centradas em quadro, giz e livros. As atividades experimentais (reais e virtuais) exploradas de forma integrada podem romper com o formalismo existente na estrutura curricular das escolas onde, conforme Moreira (2006), os conteúdos estão listados em um programa que é seguido linearmente, sem idas e voltas, ou como se os aspectos mais importantes devessem ficar para o final. Estas idas e voltas ao trabalhar os conteúdos em sala de aula, de acordo com Moreira (2006) são importantes para a reconciliação

integradora, e nesta pesquisa aconteceram quando os mesmos conceitos foram abordados de diferentes formas, durante as atividades experimentais e as computacionais.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, I.S.; VEIT, E.A.; MOREIRA, M.A. Modelos computacionais no ensino-aprendizagem de física: um referencial de trabalho. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, pp. 341-366, 2012.

AUSUBEL, D.P. **A Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

AUSUBEL David P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma perspectiva Cognitiva**. Paralelo Editora, LDA. LISBOA. 1ª Edição, 2003.

BORGES, A. Tarciso. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**. v.19, n.3, p.291-313, 2002.

BRANDÃO, R.V.; ARAUJO, I.S.; VEIT,E.A. A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de Física. **Física na Escola**. São Paulo, v.9, n.1, 2008.

DORNELES, P.F.T. **Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral**. 2010, 367f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque. **Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de física por parte de professores do ensino médio**. 2011, 135f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

MEDEIROS A. e MEDEIROS C. F. Possibilidades e Limitações das simulações Computacionais no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 24 (2), 2002.

MOREIRA, Marco Antônio. **Uma abordagem Cognitiva ao Ensino de Física: A teoria de aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para a organização do ensino de ciências**. Porto Alegre: UFRGS, 1983.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo, Centauro, 2001.

MOREIRA, Marco Antônio. **Mapas conceituais e diagramas V**. Porto Alegre, Ed. Do autor, 2005.

MOREIRA, Marco Antonio. **Organizadores prévios e aprendizagem significativa**. Revista Chilena de Educación Científica, v. 7, n. 2, p. 23-30, 2006.

MOREIRA, Marco Antônio. **Al final, que és aprendizagem significativo?** *Qurrriculum (La Laguna)*, v. 25, p. 29-56, 2012.

MOREIRA, M. A. e BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas, Coleção Aula Prática, 1993.

MOREIRA, Marco Antônio; OSTERMANN, Fernanda. **Teorias Construtivistas.** Textos de Apoio ao Professor de Física, n.10. Porto Alegre: UFRGS, 1999.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 12, p. 72-85, 2007. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v12/m347187.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

Recebido em abril 2016
Aprovado em junho 2016