

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO DE SANTA CATARINA – IFSC
CÂMPUS ARARANGUÁ
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA – HABILITAÇÃO EM FÍSICA

CAROLINI FELISBERTO DE SOUZA

**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: ANÁLISE SOBRE PUBLICAÇÕES
ACERCA DOS SIMULADORES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA**

ARARANGUÁ
2014

CAROLINI FELISBERTO DE SOUZA

**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: ANÁLISE SOBRE PUBLICAÇÕES
ACERCA DOS SIMULADORES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza – Habilitação em Física do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Araranguá, como parte das exigências para obtenção do título de Licenciado em Ciências da Natureza / Física.

Professora Orientadora: Silvana Fernandes
Especialista em Gestão Educacional
Instituto Federal de Santa Catarina
Coorientadora: Suelen Maggi Scheffer Vieira
Mestre em Educação Científica e Tecnológica
Instituto Federal de Santa Catarina

ARARANGUÁ
2014

Aprendizagem significativa: análise sobre publicações acerca dos simuladores computacionais no ensino de física

Carolini Felisberto de Souza

Instituto Federal de Santa Catarina
karolsouza18@gmail.com

Silvana Fernandes

Especialista em Gestão Educacional - Instituto Federal de Santa Catarina
silvana.fernandes@ifsc.edu.br

Suelen Maggi Scheffer Vieira

Mestre em Educação Científica e Tecnológica - Instituto Federal de Santa Catarina
suelen.maggi@ifsc.edu.br

Resumo: *A inserção de simuladores no ensino de física é um tema que tem engajado muitos pesquisadores nos últimos anos. O objetivo do presente trabalho é a análise através de um levantamento bibliográfico, em revistas especializadas das simulações computacionais no ensino de física na perspectiva Ausubeliana, de forma a categorizar os artigos podendo contribuir para novas pesquisas. As revistas analisadas foram: Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e Experiências no Ensino de Ciências (EEC), onde foram pesquisados alguns artigos para posterior análise e confronto de informações. Nos resultados encontrados pode-se destacar que a utilização da categoria: simulações ou modelagens computacionais contribui para uma aprendizagem significativa dos conceitos de Física na maioria dos trabalhos encontrados.*

Palavras-Chave: *Aprendizagem significativa. Ensino de física. Simulação computacional.*

Abstract- *The insertion of simulators in teaching of physics is a subject that has engaged many researchers in recent years. The objective of this work is the analysis through a bibliographic survey, in specialized journals of computer simulations in physics teaching in Ausubeliana perspective, in order to categorize the articles and may contribute to further research. The journals were analyzed: Brazilian Book Physics Teaching of Physics, Brazilian Journal of Physics Teaching and experience in the Teaching of Science, where were surveyed some articles for later analysis and comparison of information. The results found may be point out that use of category: simulations or computational modeling contributes to a meaningful learning of physics concepts in most of the studies found.*

Keywords: *Meaningful learning. Teaching physics. Computational simulation.*

1 Introdução

O ensino de física, hoje em dia, continua sendo um desafio aos estudantes, por lidar com conceitos abstratos e utilizar um grande número de fórmulas,

colocando por muitas vezes a aprendizagem memorística¹, segundo Romero (2004) como uma das únicas possibilidades existentes para o aprendizado da física.

Entretanto para uma aprendizagem significativa de conceitos, de acordo com Ausubel (2001), considera-se que o aluno adquira o conhecimento de maneira não arbitrária² e não literal³, influenciando na atitude reflexiva e pensamento crítico do aluno, que é considerada segundo Brasil (2006) uma das características mais importantes.

Segundo Souza, et.al. (2011), a educação brasileira e também em outros países vem sofrendo mudanças, devido à implementação das novas tecnologias. Contudo, como afirma Brasil (2006) os computadores podem auxiliar os alunos na aprendizagem. Nessa mesma perspectiva Valente (1999), afirma que a utilização do computador em sala de aula proporciona ao aluno condições para refletir sobre situações-problema, refinar suas ideias sobre os resultados obtidos mediante de novos conteúdos e novas estratégias para o aprendizado.

Entretanto, é responsabilidade do docente diversificar os métodos de ensino e, contudo proporcionar experiências de aprendizagem eficientes, como afirma Valente (1999), aplicar essas novas tecnologias na educação não se dá somente na função de transmitir informação ao aprendiz, esta utilização deve ser mais diversificada, interessante e desafiadora.

Porém, o professor deve buscar nos alunos, uma variável importante, que influencie na aprendizagem dos conceitos significativamente. De acordo com Ausubel (2001) e Moreira (2013) a estrutura cognitiva prévia hierarquicamente organizada, seria essa variável.

No entanto, os alunos podem não possuir essa estrutura cognitiva formada para o aprendizado, quando isso ocorre costuma-se usar organizador avançado, que muitas vezes pode ser uma pergunta, uma situação-problema, um filme, uma demonstração, uma simulação ou modelagem. Cabe citar ainda que, segundo Ausubel (2001) para uma aprendizagem significativa é necessário que o professor aplique esses organizadores antes do conteúdo a ser abordado, podendo ajudar na

¹ Memorística- Aprendizagem, onde o novo conhecimento é absorvido de forma literal e não substantiva, sendo uma aprendizagem volátil, que logo é esquecida (ROMERO, 2004).

²Arbitrária- o aluno precisa aprender sem entender do que se trata ou compreender o significado do porquê.(AUSUBEL,2001).

³Literal- o aluno aprende exatamente como foi falado ou escrito, sem margem para uma interpretação própria, entretanto não resulta em aquisição de novos conhecimentos (AUSUBEL, 2001).

dificuldade de relacionar o conteúdo particular com o geral, desempenhando um papel de mediador.

As ferramentas computacionais possuem formas de manuseio iguais para cada usuário, cabe ao professor criar uma situação de interação propiciando uma aprendizagem significativa, visto que, segundo Nogueira et.al. (2000) os computadores por apresentarem as mesmas de formas manipulação, podem não arcar com questões objetivas de cada aluno, concepção e nível cognitivo, proporcionando uma aprendizagem significativa.

O computador inserido na educação apresenta diversas aplicações no ensino, Betz e Teixeira (2012), citam algumas possibilidades de utilização dos mesmos, como: planilhas eletrônicas; ambientes integrados de modelagem, simulação e animação; repositórios de simulações e animações; análise de vídeos; testes digitais e construção de mapas conceituais. No entanto, destaca-se no presente trabalho a utilização de simulações ou modelagens computacionais, pois conforme Cardoso (2012), torna o aprendiz parte ativa no processo de ensino e aprendizagem, que quando aliada as ideias de Ausubel, permite que o aluno realize atividades conceituais que levam à aprendizagem significativa, ou seja, à aquisição do conhecimento.

Visto que, o computador está cada vez mais presente, podendo ou não auxiliar os professores e alunos no ensino de física, faz-se necessário justificar porque esta revisão centrou-se exclusivamente no uso de simulações ou modelagem no ensino de física.

Os principais objetivos dos pesquisadores na área de física nesses últimos anos têm sido a busca por compressão dos conteúdos. Segundo Brasil (2006), é comum no ensino médio a resolução de problemas dos princípios físicos, utilizando expressões matemáticas, sem ao menos relacionar com o modelo físico utilizado.

A física é ensinada de modo ocasional, onde os problemas são resolvidos com aplicação de fórmulas, precisando apenas saber qual equação irá utilizar e aplicar os dados na expressão, porém, essa forma de ensino não promove uma competência investigativa, nem a reflexão e a nem construção do conhecimento.

Segundo Cardoso (2012) a utilização de simulações computacionais pode promover a diversificação das aulas de Física, através da exposição de situações inusitadas, que não podem ser vistas facilmente, relacionando assim com os conceitos relevantes do indivíduo, fazendo uma ligação com o novo conceito.

Segundo Ausubel (2001), este é o fator principal para que a aprendizagem significativa ocorra, ou seja, novas informações devem fazer sentido ao aluno.

Então, faz-se aqui uma revisão com o objetivo de analisar as simulações computacionais no ensino de física sob uma perspectiva Ausubeliana de forma a categorizar os artigos e, portanto contribuir com novas pesquisas.

Foram consultados, a partir de 2000, os seguintes periódicos: Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e Experiências no ensino de Ciências (EEC). Os artigos foram selecionados, inicialmente, pela presença de palavras-chave no título, seguido pela verificação no resumo, na busca por indícios das simulações computacionais no ensino de Física sobre aprendizagem significativa.

O levantamento realizado totalizou 13 artigos. Procurou-se principalmente artigos que apresentavam conteúdos de física e utilizavam simulação ou modelagem computacional. Após a identificação dos artigos presentes, nas três revistas especializadas, estes expostos na seção 2.2, buscou-se dissertar o que cada trabalho propiciou.

Dentre os artigos encontrados, quatro deles utilizavam em sua metodologia experimentos de física, em conjunto com o uso de simuladores ou modelagens computacionais. Destes quatro artigos, dois buscaram como referencial teórico a teoria da aprendizagem significativa. Ao referenciar tal teoria, o presente trabalho apresentou mais cinco artigos que se baseavam no referencial teórico supracitado, o restante não fundamentaram-se em Ausubel ou não deixaram explícito a teoria na qual se basearam.

2 Ensino de Física e a aprendizagem significativa

Nesta seção serão apresentadas algumas ideias sobre a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (2001), aplicada na utilização de simuladores. Procuraram-se indícios de como os simuladores ou modelagem computacionais, quando aliado a essa teoria, podem auxiliar na facilitação da aprendizagem significativa. A seguir será apresentado um breve relato, buscando dissertar o que cada trabalho abordou, e identificar contribuições para novas pesquisas.

2.1 David Ausubel: um olhar sobre a teoria

O ensino de física ocorre nas escolas, frequentemente, pela aprendizagem mecânica, no entanto como afirma Moreira (2013) este ocorre praticamente sem significado, servindo apenas para resolver questões de prova, como "decoreba" e com o tempo logo é esquecido.

Essa aprendizagem mecânica, segundo Ausubel (2001), é aquela que se relaciona com a estrutura cognitiva de maneira arbitrária e literal. Contudo, desta forma, não existe base possível para o aluno relacionar o novo conhecimento na estrutura cognitiva, com os conceitos especificamente relevantes.

O processo de ensino-aprendizagem conduzido nas escolas, se apoia em sua maioria nos livros didáticos, como cita Tavares (2008), e esses por sua vez, são organizados em tópicos que estão encadeados numa sequência lógica, tendo sua coerência lógica. O material só pode ser considerado potencialmente significativo se o aluno puder relacionar o conceito novo, com os existentes na estrutura cognitiva. Romero (2004) comenta que o conhecimento se constrói a partir do que os alunos já sabem, articulando com informações que pretende adquirir. Relaciona-se a essa teoria de aprendizagem, o construtivismo⁴, sendo que essa estruturação cognitiva se dá através de uma sequência de eventos, durante toda a vida de cada aluno.

Porém, uma das aprendizagens que envolvem o construtivismo é a aprendizagem por recepção significativa, que segundo Ausubel (2001), envolve a aquisição de novos conceitos a partir de material de ensino apresentado. No entanto, para essa aprendizagem, o material deve ser potencialmente significativo. Esse material instrucional deverá apresentar significado lógico e que o sujeito possua os subsunçores⁵ adequados em sua estrutura cognitiva, ou seja, o material tem que ser relacionado de maneira não arbitrária e não literal e que o aprendiz possua em sua estrutura cognitiva conhecimentos relevantes, que se possa ancorar no material que será apresentado.

Segundo Ausubel, (2001) cada aluno tem sua própria estrutura cognitiva, portanto a interação entre o novo material, potencialmente significativo, e as ideias relevantes na estrutura cognitiva do aluno origina significados verdadeiros e únicos. Ao analisar os simuladores computacionais, faz-se notar que os mesmos

⁴ Construtivismo- construção do conhecimento único para cada pessoa, que se dá ao longo da vida, através de vários eventos. As pessoas constroem seu conhecimento através da interação entre os conceitos novos e o que ainda se pretende aprender (ROMERO, 2004).

⁵ Subsunçores- conhecimentos prévios especificamente relevantes para a aprendizagem de outros conhecimentos (MOREIRA, 2012, p.13).

proporcionam ao aluno a interatividade e um ambiente construtor do conhecimento, como afirma Cardoso e Dickman (2012), eles oferecem aos alunos opções de testar hipóteses e situações inusitadas, provocando a relação de interatividade entre professor e aluno tornando o aprendiz parte ativa no processo de ensino, sendo este um fator que influencia na aprendizagem.

A aprendizagem significativa de Ausubel é uma teoria sobre a aquisição com significados, ou seja, não basta o material ser logicamente significativo, se o mecanismo de aprendizagem do aprendiz não for significativo, o mesmo pode aprender por memorização (MOREIRA, 2013; AUSUBEL, 2001). Segundo Tavares (2008), o uso de simulações interativas pode ajudar a superar as dificuldades de percepção e compreensão.

No que se refere à facilitação da aprendizagem significativa de Ausubel, há alguns princípios fundamentais para organização do conteúdo, que segundo Moreira (2013), são eles: diferenciação progressiva; reconciliação integrativa; organização sequencial e consolidação. Ao introduzir tais conceitos, para organização do conteúdo, como cita Cardoso e Dickman (2012) a simulação computacional apresentada ao aluno através de um roteiro de atividade, ilustra os fenômenos a serem estudados pelos mesmos de acordo com o decorrer dos acontecimentos, tornando-o lógico e diminuindo a abstração do conteúdo em estudo facilitando a compreensão (diferenciação progressiva). Com utilização do software supracitado, é possível alterar variáveis, possibilitando observar o comportamento do fenômeno. Quando o aluno faz essas mudanças, a partir das ideias relevantes na estrutura cognitiva do mesmo, provoca-se questionamentos a respeito do fenômeno (reconciliação integradora). Essas simulações possibilitam buscar outras formas de representação do conteúdo, caso o aluno não compreenda uma parte do fenômeno estudado (consolidação).

No entanto, o aluno deve ter em sua estrutura cognitiva subsunções apropriados. Segundo Moreira (2013) há duas condições essenciais para a aprendizagem significativa: 1) novos conhecimentos, porém esses devem estar fortemente ligados aos conhecimentos prévios do aprendiz, disseminados através dos materiais instrucionais potencialmente significativos e 2) predisposição para aprender, entretanto essa condição também está interligada ao conhecimento prévio do aprendiz, contudo para Moreira (2011) quanto mais o indivíduo domina

significativamente um campo de conhecimentos, mais ele tem predisposição para aprender os novos conceitos.

Desta forma, pressupõem-se que a utilização de simuladores, propicia ao aluno mobilizar os conhecimentos prévios, possibilitando-o ancorar nos novos conhecimentos.

Para Moreira (2013), quando os alunos não possuem subsunçores, adequados para o aprendizado costuma-se usar organizadores prévios ou organizador avançado, porém na prática pode não funcionar de maneira desejada.

Segundo Ausubel (2001, p.11):

Um organizador avançado é um mecanismo pedagógico que ajuda a implementar estes princípios, estabelecendo uma ligação entre aquilo que o aprendiz já sabe e aquilo que precisa de saber, caso necessite de apreender novos materiais de forma mais ativa e expedita.

Esses organizadores avançados ou prévios segundo Ausubel (2001) e Moreira (2013), podem ser desde uma pergunta, uma situação-problema, um filme, uma demonstração ou até uma simulação. A condição, é que esse material preceda a teoria.

As simulações computacionais, que podem ser esses organizadores prévios, são ferramentas que propiciam aos alunos interpretação e entendimento do assunto a ser discutido. Podendo, ajudar na dificuldade de relacionar o conteúdo particular com o geral, desempenhando um papel de mediador, utilizando dessa forma o princípio de diferenciação progressiva.

Segundo Ausubel (2001), diferenciação progressiva, faz-se a partir da exposição do conteúdo, partindo de ideias mais gerais (o todo), para as mais inclusivas ideias específicas (as partes) e progressivamente diferenciando-as (detalhando), entretanto pode se ter também a reconciliação integradora, que segundo Moreira (2009, p. 65) “é o princípio programático segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes”, ou seja, tem a tarefa de relacionar o ensino, as semelhanças e diferenças confusas entre novas e relevantes ideias existentes e já estabelecidas nas estruturas cognitivas dos aprendizes.

Os simuladores computacionais quando aliados à teoria de Ausubel, como afirma Cardoso e Dickman (2012), podem auxiliar na construção, ilustração e relação entre os fenômenos que o professor pretende mostrar. Essas ilustrações, símbolos e as imagens produzidas por esses simuladores podem proporcionar, em diferentes níveis, um ganho cognitivo, contudo, permite que o aluno realize atividades conceituais que proporciona à aprendizagem significativa, ou seja, à aquisição do conhecimento. Essa por sua vez tem como objetivo propiciar os quatro principais passos para a facilitação da aprendizagem significativa supracitada.

2.2 Simuladores computacionais

A presente análise da literatura, toma por base a aprendizagem significativa de Ausubel em que o aluno aprende, a partir, do que já sabe, os chamados conhecimentos prévios (subsunçores), que podem ser: conceitos, proposições, ideias, esquemas e modelos. Segundo Moreira (2013) e Ausubel (2001) a estrutura cognitiva prévia, hierarquicamente organizada, é a principal variável a influenciar a aprendizagem significativa de novos conhecimentos.

No entanto, pode ocorrer, que os alunos não possuam nenhum desses facilitadores da aprendizagem significativa ou até mesmo tenham conhecimentos prévios adequados, mas não percebe a ligação com o conteúdo e a diferença entre esses conhecimentos e os novos que lhe estão sendo apresentados nas aulas e nos materiais educativos caso isso ocorra, Moreira (2009, p.64) afirma, que se utilizam organizadores avançados ou prévios, estes “servem de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber a fim de que o novo material possa ser aprendido de maneira significativa”

Assim, a utilização de simuladores dentro da teoria da aprendizagem significativa, segundo Cardoso e Dickman (2012, p. 896):

Torna o aprendiz parte ativa no processo de ensino e aprendizagem, permitindo que o aluno realize atividades conceituais que levam à aprendizagem significativa, ou seja, à aquisição do conhecimento. Além disso, a utilização de simulações computacionais promove a diversificação das aulas de Física, através da exposição de situações inusitadas que não podem ser vistas facilmente (Cardoso e Dickman, 2012 p.896).

Pode-se destacar ainda que essas simulações, proporcionem quatro principais passos, referentes à facilitação da aprendizagem significativa de Ausubel,

através dos princípios fundamentais, propostos por Moreira (2013) para organização do conteúdo, são elas, diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização sequencial e consolidação.

Visto que, o conhecimento de física aparece em muitos conteúdos ainda de forma abstrata. Segundo Cardoso e Dickman (2012), o uso de simulações computacionais leva o aluno a formular perguntas e participar ativamente do processo de ensino, utilizando as simulações diante de situações inusitadas e buscando o aluno a testar hipóteses, onde seu provável questionário será respondido através de visualizações de imagens dinâmicas e interativas.

O ensino de física, como supracitado, é visto de forma abstrata e muitas vezes torna-se difícil relacionar o conteúdo com o cotidiano, contudo com a utilização de simuladores o aluno torna-se parte do problema, podendo relacionar-se com a situação simulada. Ajudando o aluno a interagir os conceitos prévios com os novos conhecimentos e ainda favorece a relação professor-aluno, como cita Ausubel (2001) o material só é aprendido significativamente quando é ancorado em conceitos já existentes, o papel do professor é fundamental nesse processo, pois é ele que deve identificar esses conceitos que são relevantes ao que o aluno precisa aprender.

Nesta seção será abordada a possibilidade do uso das simulações dentro do ensino de física, representado, por alguns trabalhos. Selecionamos artigos das principais revistas nacionais da área de Ensino de Física mencionadas neste trabalho, as quais são: o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Revista Brasileira do Ensino de física (RBEF) e Experiências no Ensino de Ciências (EEC), que publicam trabalhos na área de Ensino de Física e também de divulgação científica. Os trabalhos publicados nesses periódicos em sua maioria, remetem-se tanto para pesquisadores quanto para professores, de nível superior e médio.

Para o presente trabalho, alguns critérios em relação à seleção dos artigos foram estabelecidos, tais como: a consulta de edições a partir de 2000 nos periódicos supracitados, e também a seleção das seguintes palavras-chave: Simulação- Computacional – Ensino de Física – Modelagem- Aprendizagem Significativa.

O levantamento realizado encontrou uma quantidade significativa de trabalhos realizados a partir das palavras chaves pré-estabelecidas. Dentre todos os trabalhos encontrados, foram selecionados aqueles que deram enfoque maior aos

objetivos da presente pesquisa, e que apresentavam o uso das simulações computacionais no ensino de física de forma a analisar sob uma perspectiva Ausubeliana.

Os estudos abordaram temas variados, porém todos com foco no tema proposto. Destacou-se os trabalhos de Mendes et.al. (2012), Betz e Teixeira (2012), Cardoso e Dickman (2012), Rebello e Ramos (2009), Fiolhais e Trindade (2003), Nogueira et.al (2000), Medeiros e Medeiros (2002), Veit e Teodoro (2002), Heckler et.al (2007), Dorneles et.al (2006), Dorneles et.al (2008), Andrade e Costa (2006) e Weiss e Andrade N. (2006).

Observa-se ao analisar as simulações ou modelagens computacionais, que quando aliadas as ideias de Ausubel, se tornam ferramentas poderosas na explicação de fenômenos abstratos, que para o aluno são de difícil entendimento, pode-se também auxiliar o mesmo a relacionar esses fenômenos com os conhecimentos prévios, tornando um processo mais intuitivo.

Dessa forma, apresenta-se a seguir as análises das leituras realizadas dos artigos selecionados.

Artigo I, intitulado “O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica”, publicado na RBEF (2012), dos autores Jandu Farias Mendes, Ivan Ferreira Costa e Célia Maria Soares Gomes de Sousa, teve como principal objetivo desenvolver material didático articulando os domínios conceituais e experimentais através da modelagem e simulação computacional, onde é favorecida a aprendizagem significativa. Baseou-se em dados qualitativos e quantitativos, através de três etapas: a primeira foi à realização de um pré-teste, que teve por finalidade identificar possíveis concepções alternativas sobre as três leis de Newton e sobre a relação de força e movimento. A realização da segunda etapa, foi atividades diferenciadas para cada grupo, nesta o autor adotou o método POE⁶, este por sua vez, propõe que o laboratório didático de ciências seja menos prático e mais reflexivo e a terceira etapa o pós-teste, constituído por vinte questões de múltipla escolha, que constavam no pré-teste, da primeira etapa, e aplicação de um questionário semi-estruturado sobre os aspectos computacionais. Todas essas etapas foram aplicadas a grupos experimentais e a grupo controle aleatórios. Os autores utilizaram duas atividades

⁶ POE – prevê, observar e explicar (MENDES et.al., 2012 apud GUNSTONE E COLS. 1988).

experimentais e três simulações computacionais (Modellus), aplicaram a teoria de Ausubel acreditando que a interação entre domínios teóricos e experimentais através dessa atividade, promoveria a disposição do aluno para aprender física, promovendo assim uma aprendizagem significativa. Os resultados obtidos nesse trabalho foram analisados segundo a validade e fidedignidade⁷, os dados dos testes foram calculados pelo coeficiente de consistência interna de Kuder-Rechardson⁸. Através dos dados do teste final, os autores realizaram uma comparação com os dados do teste inicial verificando que houve um aumento e uma significativa evolução e superação conceitual da maioria dos grupos que foram submetidos ao tratamento, indicando também que, para determinados tipos de problema, as atividades experimentais podem ser mais eficientes e, em outros tipos de problema, a resolução do problema seria a modelagem. Porém, as atividades com experimentos quando trabalhados simultaneamente com simulações computacionais podem se completar proporcionando, na maioria dos casos uma aprendizagem significativa.

Artigo II, intitulado “Material instrucional apresentando conteúdos de métodos computacionais para o ensino de física”, dos autores Michel Emile Marcel Betz e Rejane Maria Ribeiro Teixeira, publicado no CBEF (2012), onde o principal objeto era o de introduzir algumas das possibilidades de utilização dos diferentes softwares de forma a incentivar o usuário a criar os próprios materiais didáticos para uso na sua prática docente. O autor focou em quatro ferramentas computacionais para a análise, que são: planilha eletrônica, um software de modelagem e animação, um software de elaboração de testes eletrônicos e um software de construção de mapas conceituais (e outros tipos de mapas). Escolhidos por serem livres conhecidos e diversificados na sua finalidade de uso. O material instrucional proposto pelo autor é organizado em seis capítulos, apresentado na forma de hipertexto, com dois capítulos dedicados a cada um dos dois primeiros softwares estudados, e um capítulo focando cada um dos demais softwares. Detalhando os procedimentos a serem seguidos na utilização de cada software, focando em exemplos de interesse no ensino da Física. Em relação aos resultados, o autor garante que o material

⁷ Fidedignidade- Mínima aceitável depende da finalidade do teste e do tipo de decisão a ser tomada (MENDES et.al., 2012).

⁸ Kuder-Rechardson- $r = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum p \times q}{s^2} \right]$ K é a número de itens do teste, p e q são as porcentagens de acertos e erros respectivamente e s^2 variância dos escores obtidos (MENDES et.al., 2012)

didático descrito poderá ser útil em outros contextos. Conclui também que, no Ensino Superior, a proposta servirá para o professor que desejar lançar mão de recursos computacionais. Na escola, um professor com maior motivação e aptidão no uso da informática poderá utilizá-lo, ou mesmo adaptá-lo, para promover e difundir o uso da informática educacional entre seus colegas. Os conteúdos abordados foram os seguintes: termodinâmica, sistema massa-mola e física moderna. Vale ressaltar que foram expostos apenas exemplos da utilização do material didático utilizando o computador com os conteúdos citados. Observa-se no trabalho destes autores a ausência explícita da teoria escolhida.

Artigo III, intitulado “Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico”, cujos autores são Stenio Octávio de Oliveira Cardoso e Adriana Gomes Dickman, publicado no CBEF (2012). A proposta deste artigo consistiu em promover a inserção do computador na educação, como ferramenta de ensino utilizada principalmente para a exposição e interatividade de fenômenos físicos, contribuindo para melhorar o aprendizado do estudante. Os autores buscaram auxiliar a aprendizagem de Física moderna no terceiro ano do Ensino Médio, por meio do estudo do Efeito fotoelétrico usando simulações computacionais. O projeto consistiu das seguintes etapas: primeiramente aplicar um pré-teste, seguindo de organizadores prévios, aplicar a simulação sobre o efeito fotoelétrico com o roteiro de estudo, após aplicar um organizador explicativo e por fim um teste final (pós-teste). O objetivo principal era promover a inserção do computador na educação como ferramenta de ensino utilizada para exposição e interatividade de fenômenos físicos, contribuindo para melhorar o aprendizado do estudante. Os resultados obtidos partiram de uma análise comparativa do teste final e do pré-teste, dando indícios de que o material apresentado durante as atividades sanou a maioria das deficiências. Em relação, à primeira questão proposta nos testes, os autores observaram que os alunos foram classificados na categoria subsunçor mal definido. Na avaliação final os mesmos se mostraram familiarizados com a existência de elétrons e com a natureza dual da radiação. A compreensão das relações de transferência de energia no efeito fotoelétrico é consistente com o bom desempenho dos alunos. Os autores puderam observar o interesse dos alunos pelos assuntos estudados, percebendo um comprometimento dos mesmos, envolvimento nas atividades propostas e pontualidade nas horas marcadas. Os resultados do artigo

mostraram que houve mudanças na estrutura cognitiva dos alunos por meio da utilização das simulações computacionais. A avaliação proposta pelos autores, teve certo ganho no grau de exclusividade dos conceitos contribuindo para a aprendizagem significativa. Os autores basearam-se na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, buscando em todo o momento relacionar o conteúdo e a aplicação da simulação com a presente teoria.

Artigo IV, intitulado “Simulação computacional e maquetes na aprendizagem de circuitos elétricos: um olhar sobre a sala de aula”, dos autores Ana Paula Rebello e Maurivan Güntzel Ramos, publicado na EEC (2009), apresentou como objetivo buscar alternativas para superar o ensino sobre circuito elétrico, tradicionalmente implementado, que pouco tem contribuído para a aprendizagem significativa dos alunos. Os autores utilizaram nas aulas a Unidade de Aprendizagem (UA), definido por eles como, um modo de organização curricular, que busca superar o planejamento sequencial e linear de conceitos, valorizando os conhecimentos dos alunos. Esta UA foi realizado pelos alunos de simulações de diferentes tipos de associações de resistores por meio do aplicativo Crocodile Physics® (Crocodile, 2006). Os autores elaboraram um roteiro com alguns problemas que os alunos tinham que resolver e fornecer respostas por meio de simulações. Para a análise da proposta dos autores foram coletados dados de natureza quantitativa (por meio de dois testes um inicial e outro final) e qualitativa (foram obtidos por meio de uma entrevista), cujas análises foram complementares, de modo que um tipo de informação serviu para potencializar o outro tipo. Dos resultados os autores afirmam que, o grupo que participou de todas as atividades da UA aprendeu significativamente os conceitos e princípios relativos aos circuitos elétricos, com especial atenção para as associações de resistores, ao nível do ensino médio. Destaca-se ainda que a atividade desenvolvida com o programa Crocodile Physics®, propiciou os alunos a simular diferentes circuitos de forma interativa, oportunizou também aos alunos, a produção de um esquema técnico dos circuitos, empregando a simbologia adequada, o que evidencia avanços no sentido da aprendizagem deste tema num plano abstrato. Toda a construção dessa proposta foi baseada na teoria da aprendizagem significativa crítica de Moreira.

Artigo V, intitulado “Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas”, de Carlos Fiolhais e Jorge Trindade, publicado na RBEF (2003), teve como objetivo apresentar uma

breve resenha histórica da ascensão do uso do computador no ensino, procurando relacionar o uso do computador com os avanços nas teorias de aprendizagem, citando como principais modalidades do uso do computador: a aquisição de dados por computador; a modelagem e simulação; materiais multimídia; realidade virtual e a busca de informações na internet. Os autores fazem uma revisão de algumas teorias, dentre três períodos em que a informática na escola buscou acompanhar a evolução das teorias de aprendizagem. O primeiro período trabalhou a teoria behaviorista, o segundo dando enfoque a teoria cognitivista, e o terceiro, pela mais recente teoria construtivista. Essa revisão mostrou que alguns modos de utilização disponibilizam formas de aprendizagem interativas essas, por sua vez, são particularmente promissoras para se aprender ciências. Porém, o trabalho de avaliação sobre a real eficácia de estratégias computacionais permanece ainda por fazer. Os autores buscaram em seu artigo, fazer uma revisão bibliográfica das principais modalidades do uso do computador e também das principais teorias de aprendizagem, porém, não deixaram explícito em seu trabalho qual teoria abordaram.

Artigo VI, intitulado “Utilização do computador como instrumento de ensino: uma perspectiva de aprendizagem significativa”, desenvolvido por José de Souza Nogueira, Carlos Rinaldi, Josimar Miranda Ferreira e Sergio Roberto de Paulo, publicado na RBEF (2000). O objetivo dos autores, foi discutir a possibilidade de utilização do computador como instrumento de ensino, dentro de uma perspectiva de aprendizagem significativa. Buscou nesta proposta, mostrar a obtenção e o desenvolvimento de um Programa de Inteligência Artificial⁹(PIA). Inicialmente os autores confeccionaram o programa especialista de desenho e sua conexão com o PIAGEF¹⁰, o programa foi aplicado individualmente a estudantes de 8 a 18 anos, em seguida, foram destinadas a uma amostra maior de alunos. Dentre os resultados alcançados pelos autores destaca-se, que através da análise dos dados obtidos, antes e depois da utilização do software, é possível identificar as estratégias utilizadas pelos alunos, bem como obter informações sobre suas concepções alternativas e diagnosticar as mudanças conceituais ocorridas nas estruturas

⁹ Programa de Inteligência Artificial (PIA) - estruturado a partir de uma análise comparativa entre a evolução das teorias cognitivas (NOGUEIRA et.al. 2000).

¹⁰ PIAGEF (Programa de Inteligência Artificial do Grupo de Ensino de Física) – objetivo do programa é que o aprendiz possa conversar" com tal programa, fazendo com que a linguagem própria de cada aprendiz possa acionar comandos (NOGUEIRA et.al. 2000).

cognitivas dos alunos durante a manipulação do software educativo, produzidos pelos autores, e subsidiar as estratégias que promoverão as mudanças conceituais, identificando assim princípios da Aprendizagem significativa. Destaca-se ainda, a importância do PIAGEF, por permitir observar a mudança conceitual durante o seu uso, já que é possível registrar o momento exato em que um novo termo é introduzido no banco de dados. Isso representa uma vantagem com relação a outros métodos comumente utilizados para se detectar a mudança conceitual. Os mesmos, nesta proposta, buscaram fazer uma analogia entre algumas teorias de aprendizagem e o desenvolvimento das linguagens de computação, procurando discutir sua arquitetura, potencialidades e limitações. Neste artigo, os autores ressaltam que, é imprescindível o envolvimento dos professores, durante o processo de validação do PIAGEF, pois, este software só será eficaz e atingirá os objetivos uma vez que os profissionais se sentirem familiarizados com o mesmo.

Artigo VII, intitulado “Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física”, publicado na RBEF (2002), cujos autores foram Alexandre Medeiros e Cleide Farias de Medeiros. O artigo teve como objetivo principal fazer uma análise das possibilidades e limitações da Informática no ensino da Física, equivalente as afirmativas dos seus defensores e dos seus críticos buscando-se a fundamentação das suas argumentações. Os autores buscaram analisar artigos, em relação ao uso das simulações fazendo uma análise crítica sobre suas limitações e suas possibilidades. Dos resultados, o artigo apontou a importância de não concentrar o ensino de física na veiculação de informação apenas, no entanto, ter em mente a construção do conhecimento envolvendo todo o conteúdo e seus processos de construção. Os autores afirmam ainda que deva ficar claro que a argumentação levantada no artigo não deve levar à conclusão de que deve abandonar o uso da Informática Educacional, mas apenas que apontam para a necessidade de uma utilização da mesma, mais reflexiva, equilibrada e nunca exclusiva. O artigo, proposto pelos autores aqui citados, trata-se de uma revisão de bibliográfica, onde abordam as vantagens e desvantagens. Os autores ressaltam, é imprescindível não deixar de considerar os dois lados da questão: as vantagens e as limitações de tal uso. Os autores não deixaram explícito em seu trabalho qual teoria abordaram.

Artigo VIII, intitulado “Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio”, tendo como

autores Eliane Ângela Veit e Vitor Duarte Teodoro, publicado na RBEF (2002). Teve como objetivo a apresentar a importância da modelagem no ensino/aprendizagem de física em conexão com os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio (PCNEM). Os autores visam preencher parte da lacuna existente dos trabalhos já publicados sobre o uso de software na educação, discutindo a importância da modelagem computacional no ensino de física. Procuraram apresentar o Modellus como uma ferramenta computacional que através da experimentação conceitual favorece a aprendizagem. Defendem que seria muito mais formativo e motivador, estimular estudos exploratórios com um software de modelagem que permita fazer experiências conceituais e/ou construir modelos que descrevam dados. Os autores ainda citam que o Modellus desempenha um papel essencial, quer para a exemplificação de situações, quer para a aprendizagem da construção de modelos. Buscou-se no artigo discutir a importância da modelagem computacional no ensino/aprendizagem de física sob um enfoque construtivista, utilizando exemplos do uso do Modellus através de um conteúdo do PCNEM, sendo este mecânica.

Artigo IX, intitulado “Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica”, publicado na RBEF (2007), de Valmir Heckler, Maria de Fátima Oliveira Saraiva e Kepler de Souza Oliveira Filho. Os autores buscaram no artigo, desenvolver e implantar um novo material instrucional para o ensino de óptica, utilizando novas tecnologias, apoiadas nas teorias de aprendizagem mais atuais, tendo como objetivo principal, verificar através da apresentação do material a aceitação e compreensão dos conteúdos. Foram disponibilizados pelos autores um CD-ROM tanto para professores e para estudantes, cobrindo todos os conteúdos usualmente vistos na disciplina de óptica. O material elaborado pelos autores contém, além de textos didáticos escritos em linguagem html, 77 animações e 64 imagens (geradas pelos autores), assim como, 13 simuladores (Java Applets) disponíveis na internet. O desenvolvimento do material envolveu a seleção de tópicos de óptica significativos para os alunos, uma pesquisa na internet para possível download sobre simulador Java Applets e, em conjunto a adequação dos mesmos no CD-ROM. Os autores buscaram a adequação de simuladores para facilitar a compreensão dos assuntos, produção e obtenção de imagens relacionadas em cada tópico, desenvolvimento de atividades, questões e

exercícios para cada tópico. O material foi organizado em um sistema hipermídico¹¹ na linguagem html (Hypertext Markup Language). Dos resultados obtidos com base numa avaliação qualitativa, buscando opiniões dos alunos referentes à qualidade, destaca-se a boa receptividade do material, importância, necessidade de mudança e metodologia utilizada na aplicação do CD-ROM. Os dados obtidos apontam um percentual de mais de 80% dos alunos, onde os autores afirmam que os alunos aprenderam os tópicos de óptica com o auxílio do material, esse percentual, aproximado, se repetiu quando se aplicou provas para avaliação do crescimento cognitivo dos alunos. Assim os simuladores organizados pelos autores apresentaram como instrumentos que potencializam as aulas de física, pois serviram de meio motivacional, organizador prévio, de facilitador de aprendizagem e matérias significativas. Entretanto, os autores citam, que apesar, de muitas vantagens, há porém, algumas desvantagens, sendo a distração dos alunos a mais notável delas.

Artigo X, intitulado “Simulação e modelagem computacional no auxílio da aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade”. Parte I - circuitos elétricos simples, publicado na RBEF (2006), cujos autores são Pedro Fernando Teixeira Dorneles, Ives Solano Araujo e Eliane Angela Veit. Teve como objetivo divulgar o material instrucional elaborado, após uma ampla revisão da literatura sobre o ensino de circuitos elétricos simples. O artigo apresenta um trabalho de pesquisa, que consiste em um conjunto de atividades de simulação e modelagem computacionais, desenvolvidas com o software Modellus, levando em conta dificuldades, analisadas pelos autores, de diferentes concepções e raciocínios dos alunos sobre conceitos básicos envolvidos em circuitos elétricos simples, com o objetivo de auxiliar o aluno a superá-las. O presente trabalho inicia com uma discussão de estudos de aprendizagem. As últimas partes do trabalho são dedicadas à apresentação da estratégia de ensino, que envolve atividades computacionais com um método colaborativo presencial e o método POE. Os resultados obtidos pelos autores, através de observações e opiniões dos alunos, sugerem que houve muita interação dos alunos com as atividades computacionais, dos alunos entre si e com o professor, tornando-se um elemento motivador na aprendizagem dos alunos. Os autores citam que o material organizado por eles

¹¹ Hipermídico- ou hipermídia "são sistemas computacionais que superpõem os elementos da multimídia (textos, imagens, animações, vídeos) com os elementos hipertextuais" (HECKLER et.al. 2007, p. 268)

apresenta um conjunto de atividades propostas, sendo este, potencialmente significativo, os mesmos ainda citam que para alcançar a aprendizagem significativa, o aluno teria que ter uma pré-disposição para aprender e um material potencialmente significativo, ou seja, essas duas condições foram alcançadas no final da atividade proposta. Este artigo utiliza a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel.

O artigo XI, intitulado “Simulação e modelagem computacionais no auxílio da aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade”. Parte II - circuitos RLC¹², publicado na RBEF (2008), dos autores Pedro Fernando Teixeira Dorneles, Ives Solano Araujo e Eliane Angela Veit. Propôs uma atividade com o objetivo de auxiliar o aluno a superar dificuldades no conteúdo de RLC. Os autores propuseram um conjunto de quatro atividades computacionais que precisava de constante interação dos alunos entre si, com os recursos computacionais e com o professor, ao responderem questões conceituais presentes nos guias de cada atividade baseados em dois métodos de ensino que foram denominados de método colaborativo presencial e PIE¹³, em seguida os alunos podiam interagir com a simulação computacional proposta pelos autores. O método colaborativo presencial foi ancorado nos princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integradora propostos por Ausubel. O método que foi denominado de PIE, consistiu em os alunos inicialmente fazerem predições sobre o comportamento das grandezas físicas presentes em um circuito elétrico representado em um diagrama. Os autores buscaram primeiramente obter informações a respeito da principal dificuldade do aluno no conteúdo de RLC, apresentando um teste elaborado para avaliar o grau de compreensão sobre o conteúdo, adotando o método colaborativo presencial e PIE nas dinâmicas das aulas. Os resultados levantados através dessa investigação, mostraram que houve melhorias estatisticamente significativas, no desempenho dos alunos que trabalharam com simulações, em comparação aos alunos do grupo de controle que apenas foram expostos ao ensino tradicional. Os autores destacam que a estratégia didática fomenta grande interação dos alunos entre si e com o professor e monitores, sendo este, um fator que segundo os autores desta proposta, não pode ser desconsiderado. O artigo dos autores já citados, foi ancorado na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel.

¹² RLC- resistor, capacitor e condutor (HALIDAY et. al. 2006)

¹³ PIE - Predizer, Interagir e Explicar (proposto por White e Gunstone (apud Tao e Gunstone [25])

Artigo XII, intitulado “O uso de simulações computacionais para o ensino de óptica no ensino médio”, publicado na revista EEC (2006), escrito por Michele Alberton Andrade e Sayonara Salvador Cabral da Costa, buscou facilitar a construção de modelos mentais sobre modelos físicos adequados, que foram enfocados, com auxílio das simulações computacionais. Esses modelos mentais, foram propostos por Johnson-Laird, e são representações internas e características que cada pessoa faz do mundo externo, ou seja, uma forma de representação analógica do conhecimento. A atividade foi feita em caráter extracurricular, foram realizadas atividades que estavam contidas todas num roteiro elaborado pelos autores. Os alunos trabalharam em duplas ou trios nos computadores, discutindo os resultados entre os integrantes do grupo e quando achassem necessário poderiam solicitar a ajuda do professor, utilizando um software desenvolvido pelos próprios autores do trabalho Michele Alberton Andrade e André M. Marguardt. A aula seguinte foi apenas a revisão, de todos os conteúdos, tendo como objetivo reconhecer os pontos fortes e fracos proporcionados pela prática computacional no aprendizado do aluno. Os resultados obtidos com esse método têm suas limitações, principalmente, quando o aluno propõe um questionamento que não pode ser simulado pelo software, porém o ambiente de trabalho num laboratório é mais descontraído e os alunos que se envolvem com a proposta, têm mais liberdade para discutir com os colegas e para elaborar mais questionamentos ao professor. Os autores observaram também, que os alunos foram capazes de responder às perguntas a cerca dos temas estudados de maneira positiva. Este artigo não se baseou na teoria de Ausubel, porém se ancorou na teoria de Johnson-Laird dita como não racionalista, pois, ao invés de se usar a lógica mental, os modelos mentais são construídos para raciocinar.

Artigo XIII, intitulado “Uma investigação a respeito da utilização de simulações computacionais no ensino de eletrostática”, publicado na EEC (2006), dos autores Josiane Maria Weiss e Agostinho Serrano de Andrade Neto. Teve como principal objetivo verificar a mudança conceitual, a partir do conjunto de metodologias: uso de simuladores, atividades em dupla e utilização da técnica POE. O trabalho combinou essas três metodologias, sendo a coleta de dados realizada através de questionários e entrevistas aplicadas, adotando uma postura quantitativa. Primeiramente os estudantes tiveram aulas tradicionais sobre o conteúdo, eletrostática, que os autores discutiram nas simulações. Em seguida foi aplicado o pré-teste, nesse período

houve uma intervenção, utilizando simulações computacionais, em dupla, e com o auxílio de um guia de utilização. Após foi aplicado o pós-teste, em que as questões foram iguais ao do pré-teste, este por sua vez buscou verificar se houve evolução conceitual dos conhecimentos dos alunos. Com base na análise quantitativa dos dados, onde foram levantados o número de acertos de cada questão tanto do pré e pós teste, os autores fizeram uma análise interpretativa dos dados e classificaram como: boa evolução, fraca evolução e casos particulares. Entretanto numa análise geral dos resultados puderam concluir que a utilização da simulação, obteve resultados positivos. Entretanto os autores comentam que, embora se tenha resultados positivos na utilização dos simuladores, podem ocorrer falhas no simulador utilizado. Essa atividade se baseou na teoria da aprendizagem significativa, que sugere evolução conceitual, enriquecimento e desenvolvimento dos conceitos.

3 Análise

Os resultados obtidos foram analisados a partir da revisão bibliográfica do uso de simuladores computacionais no ensino de física. Buscou-se artigos após o ano de 2000, nos seguintes periódicos: Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e Experiências no ensino de Ciências (EEC). Os artigos foram selecionados, pela presença de palavras-chaves no resumo, na busca por indícios das simulações computacionais no ensino de Física.

A revista que apresentou maior quantidade de artigos sobre o uso de simulações no ensino de física, nos periódicos selecionados, foi a Revista Brasileira de ensino de Física (RBEF), diante disso, as revistas que menos apresentaram foram o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) e Experiências no Ensino de Ciências (EEC).

O levantamento realizado totalizou treze artigos. Procurou-se, principalmente artigos que apresentassem algum conteúdo de física e utilizassem a simulação ou modelagem computacional. Destacou-se os trabalhos de Mendes et.al (2012), Betz e Teixeira (2012), Cardoso e Dickman (2012), Rebello e Ramos (2009), Fiolhais e Trindade (2003), Nogueira et.al (2000), Medeiros e Medeiros (2002), Veit e Teodoro (2002), Heckler et.al (2007), Dorneles et.al (2006), Dorneles et.al (2008), Andrade e Costa (2006) e Weiss e Andrade N. (2006).

Após a identificação dos artigos que foram analisados, percebeu-se que, dos treze artigos encontrados, quatro deles utilizavam em sua metodologia experimentos de física em conjunto com o uso de simuladores ou modelagens computacionais. Destes quatro artigos, dois buscaram como referencial teórico a teoria da aprendizagem significativa. Ao referir-se de tal teoria o presente trabalho abordou mais cinco artigos que se baseavam no referencial teórico supracitado, o restante não fundamentaram-se em Ausubel ou não deixou explícito a teoria na qual se baseou.

Os trabalhos encontrados nesta revisão foram discriminados nas categorias listadas a seguir, tabela 1. Apresenta-se a categorização dos artigos, relacionando os trabalhos que abordam: experimento, a teoria de aprendizagem significativa (Ausubel), se apresentam simulação ou modelagem e quais os conteúdos de física foram trabalhados nos artigos.

Tabela 1 - Categorização dos artigos

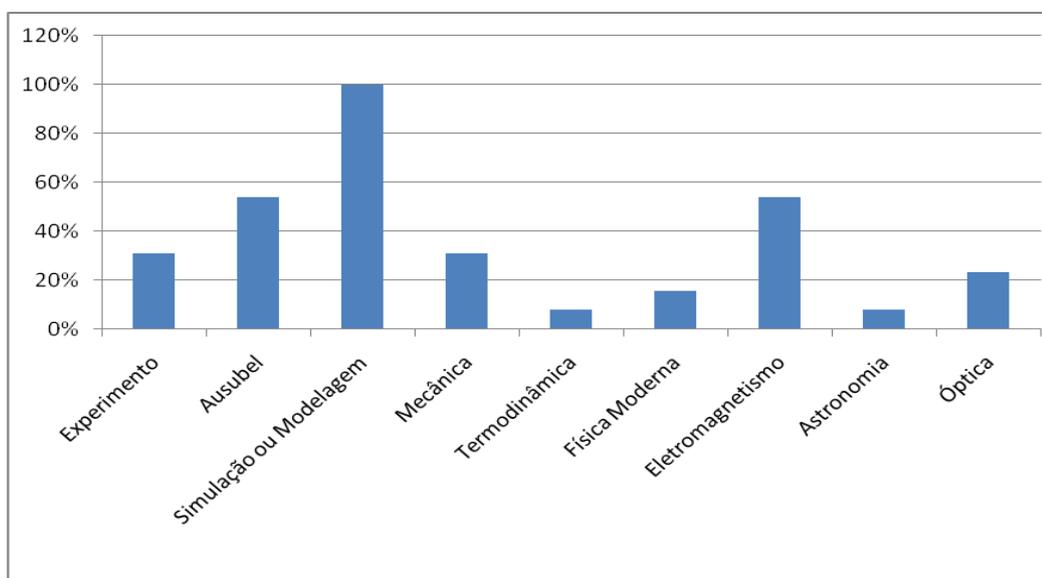
Artigos	Experimento	Ausubel	Simulação ou modelagem	Conteúdo de física (grande área)
I	X	X	X	Mecânica
II			X	Termodinâmica, Mecânica, Física Moderna e Eletromagnetismo
III		X	X	Física Moderna
IV		X	X	Eletromagnetismo
V			X	Astronomia e Mecânica
VI		X	X	Eletromagnetismo
VII	X		X	Óptica e Eletromagnetismo.
VIII			X	Mecânica
IX	X		X	Óptica
X	X	X	X	Eletromagnetismo
XI		X	X	Eletromagnetismo
XII			X	Óptica
XIII		X	X	Eletromagnetismo

Fonte: Dados da pesquisa (2014).

Considerou-se das revistas, apenas trabalhos que continham simulação ou modelagem computacional sendo trabalhadas no ensino de física (gráfico 1). Diante dessa perspectiva, analisou-se 13 trabalhos, apresentados no gráfico 1, destes aproximadamente 31% apresentaram experiências utilizadas em conjunto com as simulações computacionais, onde, 15% utilizaram a teoria de Ausubel como fundamentação e o restante dos artigos outras teorias. O restante, dos trezes artigos, 69% não usaram experiências.

Teve como foco, a teoria de aprendizagem de Ausubel, 54% dos trezes artigos e o restante 46% utilizaram outras teorias de aprendizagem. Todos os artigos apresentam conteúdos de física, que serão analisados no gráfico 2, estes expostos no gráfico 1, num quadro geral, onde pode-se observar o conteúdo que aparece com maior frequência nos artigos e que será retomado a seguir.

Gráfico 1 - Categorização dos artigos



Fonte: Dados da pesquisa (2014).

Dentre os artigos de Mendes et.al. (2012), Medeiros e Medeiros (2002), Heckler et.al. (2007) e Dorneles et.al. (2008) que apresentaram experiências, os trabalhos de Mendes et.al. (2012) e Dorneles et.al. (2008) se basearam na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel para elaborar sua proposta, acreditando-se que as atividades experimentais incorporam vários conceitos, ambos os artigos utilizam o método POE, onde o professor apresenta aos alunos as ideias mais gerais durante a exposição do conteúdo, para serem progressivamente diferenciados em

torno de detalhes, e que de fato conforme Ausubel (2001) cita, a assimilação dos conceitos é facilitada quando se parte de ideias mais gerais (todo) para mais inclusivas (as partes) e ir progressivamente diferenciando os conceitos, para promover a aprendizagem significativa.

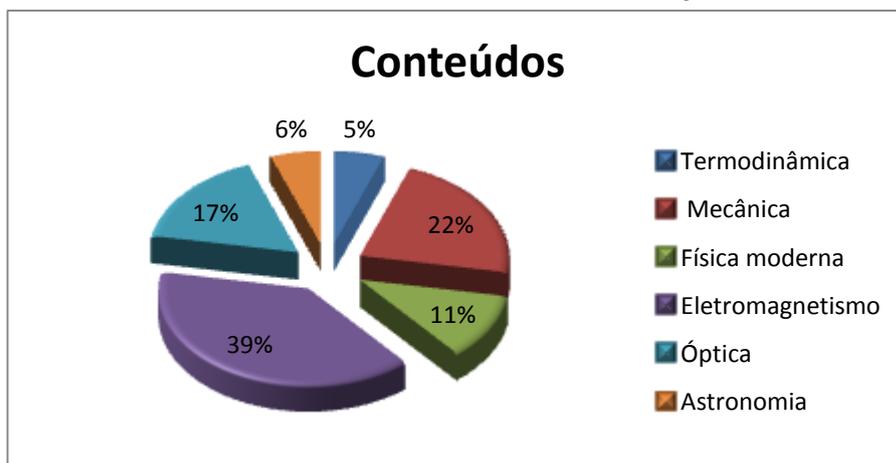
Os artigos Medeiros e Medeiros (2002) e Heckler et.al. (2007) apresentaram experiências, porém não utilizaram aprendizagem significativa de Ausubel em sua proposta. Medeiros e Medeiros (2002) não deixam clara a teoria de aprendizagem adotado. O artigo traz uma revisão da literatura, e avalia as possibilidades e limitações do uso de simuladores.

Heckler et.el. (2007), baseia-se nas teorias de aprendizagem mais recentes apoiando-se em uma linha construtivista cognitivista. Desta forma, buscaram incentivar a participação do aluno em atividade de grupo, promovendo as interações sociais que segundo o desenvolvimento cognitivista, se torna indispensável.

Considera-se a análise do uso de experiências em conjunto com simuladores e modelagens sobre uma perspectiva Ausubeliana, percebe-se que os trabalhos utilizando a teoria supracitada apresentaram uma diferenciação progressiva dos conceitos após o término da aplicação da proposta dos autores.

De acordo com essa revisão de literatura apresenta-se no gráfico 2, uma categorização dos conteúdos de física que foram abordados na utilização de simuladores ou modelagens computacionais. Dentre os 13 trabalhos analisados, apenas 5% abordam tópicos de termodinâmica como tema de investigação, em comparação com os 39% que abordam eletromagnetismo e 22% mecânica.

Gráfico 2 - Conteúdos de física - abordados na utilização dos simuladores.



Fonte: Dados da pesquisa (2014).

Em relação a essa categoria, os artigos aqui citados, centralizam-se respectivamente nos conteúdos de eletromagnetismo e mecânica (gráfico 2). Os artigos que a apresentaram este conteúdo foram: Betz e Teixeira (2012); Rebello & Ramos (2009); Nogueira et.al. (2000); Medeiros & Medeiros (2002), Dorneles et.al. (2006); Dorneles et.al. (2008); Weiss & Andrade N. (2006).

Considerado, segundo Dorneles et.al. (2006), o eletromagnetismo uma das áreas em que há mais estudos a respeito da dificuldade de conceituais, concepções alternativas, uso indiscriminados da linguagem e raciocínios errôneos. Acredita-se que o grande número de trabalhos publicados no ensino de física sobre eletromagnetismo seja por esse fato, incluindo também a resolução de inúmeros problemas, onde o desafio central para o aluno, consiste em apenas identificar qual fórmula deve ser utilizada, havendo simples memorização dos conceitos e também pelo fato de ter muitos simuladores, como poucos erros dentro dessa área da física.

Outra análise feita, foi a respeito das teorias de aprendizagem utilizadas nos artigos, dentre os treze trabalhos sete apresentaram a teoria de aprendizagem significativa, que é o enfoque de nossa pesquisa, o restante apresentou outras teorias, dentre elas cognitivista e construtivista, são eles: Mendes et.al (2012), Cardoso e Dickman (2012), Rebello e Ramos (2009), Nogueira et.al (2000), Dorneles et.al (2006), Dorneles et.al (2008) e Weiss e Andrade N. (2006), que apresentam a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, se tratavam se pesquisas com alunos e buscaram em seus trabalhos evidências de uma possível evolução dos conceitos.

Cardoso e Dickman (2012) afirmam que o professor tem papel fundamental no processo de construção do conhecimento baseado na aprendizagem significativa de Ausubel, que vai desde definir a sequência de apresentação do novo material, a selecionar a simulação para incluir os novos conceitos.

O uso de simuladores em sala de aula oferece muitos benefícios para o aprendizado da física, porém Medeiros (2002), alerta que embora possa se visualizar o fenômeno de forma aparentemente real, na verdade um evento genuíno é muito mais complexo do que as descrições das simulações, e a simples utilização desse tipo de recurso não garante uma boa aprendizagem, deve estar claro ao aluno que as simulações representam apenas situações simplificadas e aproximações da realidade. Porém segundo Veit (2002), os simuladores permitem ao próprio aluno

criar seus modelos e determinar através do programa se ele se adéqua ou não a realidade.

Segundo Cardoso e Dickman (2012), o uso de simulações computacionais leva o aluno a formular perguntas e participar ativamente do processo de ensino, utilizando simulações diante de situações inusitadas e testando hipóteses. Segundo Ausubel (2001), cada aluno tem sua própria estrutura cognitiva, portanto a interação entre o novo material, potencialmente significativo e as ideias relevantes na estrutura cognitiva do aluno, origina significados verdadeiros e únicos.

Finalizando, pode-se perceber através da análise dos artigos, que as aulas quando são diferenciadas provocam o interesse dos alunos. Com a utilização da simulação ou modelagem computacional é possível possibilitar uma interação dos alunos com os conceitos físicos, motivando os mesmos, provocando no aluno a compreensão dos conceitos abordados dos conteúdos de física. Diante dos resultados, percebe-se que, na maioria dos trabalhos houve mudanças conceituais, por meio das simulações computacionais.

Todavia infelizmente a física ainda é vista como fórmulas matemáticas e números, que para os estudantes não têm sentido. Contudo, o ambiente, num laboratório torna-se descontraído facilitando o envolvimento com o conteúdo. Os simuladores ou modelagens auxiliando na visualização de fenômenos abstratos e contribuindo para a formação de novos conceitos relacionados à estrutura cognitiva.

4 Apontamentos finais

No decorrer deste trabalho procurou-se fazer uma revisão de literatura, desde o ano 2000 até o ano de 2013, para analisar as simulações computacionais no ensino de física na perspectiva Ausubeliana categorizando de forma a contribuir para novas pesquisas.

Considerou-se das revistas, apenas trabalhos que continham simulação ou modelagem computacional sendo trabalhadas no ensino de física (gráfico 1). Observamos que os trabalhos se centralizam em alguns conteúdos. São eles, eletromagnetismo e mecânica, por meio de simulações ou modelagem computacional, porém estão sendo usados sem que haja embasamento em alguma teoria de aprendizagem, dos 13 trabalhos, apresentados no gráfico 1, aproximadamente 31% apresentaram experiências utilizadas em conjunto com as simulações computacionais, destes 15% utilizaram a teoria de Ausubel como

fundamentação e o restante dos artigos outras teorias, o restante, 69% não usaram experiências. Desses artigos 54% tem como foco, a teoria de aprendizagem de Ausubel e 46% utilizaram outras teorias de aprendizagem.

No entanto, uma análise dos resultados revela que a maioria dos artigos analisados ainda necessita da integração de referencial teórico claro e objetivo, que seja articulado com experimentos que investiguem as reais possibilidades da integração dos simuladores no contexto do ensino de Física.

Ao analisar os artigos, pode-se perceber que, em geral, há entendimento dos conceitos, e que a utilização de simulações ou modelagens computacionais contribui para a diferenciação progressiva dos conceitos no conteúdo de física pelos alunos.

Acredita-se também que seja importante a utilização da simulação computacional, de forma a ser explorada, buscando em todos os momentos interligar com o conteúdo abordado, sendo de maneira coerente, no entanto quando utilizado em combinação com outras ferramentas de ensino se tornam mais eficazes. Desta forma, a aprendizagem significativa pode ficar retida por mais tempo na estrutura cognitiva do aluno, quando comparado por conceitos adquiridos pelos meios tradicionais.

Deve-se destacar sempre a importância das atividades como sendo mediadas pelo professor, no processo de aquisição do conhecimento, na seleção do material, na escolha da simulação, organização da estrutura a ser aplicada e no esclarecimento de dúvidas em relação ao conteúdo.

Sugere-se, para trabalhos futuros, o aprofundamento da pesquisa, porém que estes simuladores computacionais possam ser aplicados na escola, dentro do ensino de física, buscando os conteúdos menos abordados apontados por este artigo, aplicando a aprendizagem significativa.

4 Referências bibliográficas

ANDRADE, M.A.; COSTA, S.S.C. O uso de simulações computacionais para o ensino de óptica no ensino médio. **Experiências em ensino de Ciências**, Porto Alegre. v.1(2), p.18-29, 2006.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Tradução: Lígia Teopisto. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Paralelo, 2001.

BETZ, M.E.M.; TEIXEIRA, R.M.R. Material instrucional apresentando conteúdos de métodos computacionais para o ensino de física. **Caderno Brasileiro de ensino em física**, Porto Alegre, v. 29, n. Especial 2: p. 787-811, ago. 2012. Disponível em:

<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp2p787>>. Acesso em: 05 Jun. 2014.

CARDOSO, S.O.O.; DICKMAN, A.G. Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico. **Caderno Brasileiro de ensino em física**, Belo Horizonte, v. 29, n. Especial 2: p. 891-934, out. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp2p891>>. Acesso em: 10 abril 2014.

DORNELES, P. F. T.; et.al. Simulação e modelagem computacionais no auxílio da aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade parte 1 circuitos elétricos simples. **Revista brasileira de ensino de física**, São Paulo. v.28, n 4, p. 487-496, set. 2006.

_____, P. F. T.; et.al. Simulação e modelagem computacionais no auxílio da aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade parte 1 circuitos elétricos simples. **Revista brasileira de ensino de física**, São Paulo. v.30, n 3, 3308, set. 2008

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista brasileira de ensino de física**, São Paulo, v.25, n.3, p.259-272, Set. 2003. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25_259.pdf>. Acesso em: 10 abril 2014.

HALLIDAY D.; RESNICK R.; WALKER J. **Fundamentos de Física III - Eletromagnetismo** (Ed. Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 2006), 7ª ed.

HECKLER, V.; et.al. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/ aprendizagem de óptica. **Revista brasileira de ensino de física**. V.29, n 2, p.267-273, cidade, 2007.

HONOR, D. C.; **Uso do Modellus como ferramenta facilitadora na aprendizagem de conceitos de lançamento oblíquo**. 2009. 45 f. Monografia (Licenciatura em Física do Centro de Ciências e Tecnologias) - Universidade Estadual do Ceará, UEC, Fortaleza CE, 2009.

JESUS M. A. S., SILVA R. C. O. **A teoria de David Ausubel – o uso dos organizadores prévios no ensino contextualizado de funções**. Disponível em: <<http://www.sbem.com.br/files/viii/pdf/03/MC05002402801.pdf>>, acesso em: 9 abril 2014.

LIMA F.D. A.; **As disciplinas de física na concepção dos alunos do ensino médio na rede pública de fortaleza/CE**. 2011. 36 f. Monografia (Curso de Graduação em Licenciatura em Física do Centro de Ciências e Tecnologia) - Universidade Estadual do Ceará, UEC, Fortaleza CE, 2011.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C.F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física. **Revista brasileira de ensino de física**, São Paulo. v.24, n.2,p.77-86, jun. 2002.

MENDES, J.F.; COSTA, I.F.; SOUSA M.S.G. O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica. **Revista Brasileira do ensino de Física**, Brasília, v. 34, n. 2, pp. 1- 9, jun. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v34n2/v34n2a11.pdf>>, acesso em: 5 maio 2014.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas v e unidades de ensino potencialmente significativas. **Instituto de Física da UFRGS**, Porto Alegre, p. 87, 2013.

_____, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2 ed. São Paulo: Centauro, 2001.

_____, M.A.; SOUSA, C.M.S.G. (1996). **Organizadores prévios como recurso didático**. Porto Alegre, RS, Instituto de Física da UFRGS, Monografias do Grupo de Ensino, Série Enfoques Didáticos, nº 5.

_____, M. A. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre-RS, 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira>>. Acesso em: 26 Fev. 2012.

NOGUEIRA, S.J. et.al. Utilização do computador como instrumento de ensino: uma perspectiva de aprendizagem significativa. **Revista brasileira de ensino de física**, São Paulo, v.22, n.4, p. 517-522, dez. 2000.

RIBEIRO A. A.; GRECA I. M.; Simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação química: uma revisão de literatura publicada. **Química Nova**, Canoas.v. 26, n. 4, 542-549, 2003.

REBELLO, A.P.; RAMOS, M.G. Simulação computacional e maquetes na aprendizagem de circuitos elétricos: um olhar sobre a sala de aula. **Experiências em ensino de ciências**, Porto Alegre, v.4, p.23-33, março, 2009.

REZENDE F. et. al.; Ensino-aprendizagem de física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo. v. 31, n. 1, 1402 (2009).

SCHNETZLER, R. P. Construção do conhecimento e ensino de ciências, **Em Aberto**, Brasília, ano 2011, n. 55, jul./set. 1992. Disponível em: <<http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/813/731>>, acesso em: 9 abril 2014.

SOUSA D. A. J.; **Revisão bibliográfica de revistas, atas de encontros e simpósios de ensino de física sobre a inserção da física moderna no nível**

médio, 2007. 26 f. (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Católica de Brasília, UCB, Brasília, 2007.

TAVARES R.; Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. **Ciências & Cognição**, Paraíba. V. 13 (2). P. 99-108. 2008.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa. **Revista Conceitos**, p.55–60. Junho 2003.

VALENTE, J.A. et.al. Informática na Educação no Brasil: análise e contextualização histórica. _____ **et al. O computador na sociedade do conhecimento. Brasília: MEC**, p. 11-28, 1999.

VEIT, E.A.; TEODORO, V.D. Modelagem no ensino/aprendizagem de física em novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio. **Revista brasileira de ensino de física**, São Paulo, v.24, n 2, p. 87-96, jun. 2002.

WEISS, J.M.; NETO, A.S.A. Uma investigação a respeito da utilização de simulações computacionais no ensino de eletrostática. **Experiências em ensino de ciências**, Canoas. v.1, p.43-54, 2006.