

# OPINIÃO DOS ALUNOS USUÁRIOS DE UMA UNIDADE DIDÁTICA SOBRE A RELAÇÃO NEWTONIANA ENTRE FORÇA E MOVIMENTO

## OPINION OF STUDENTS USING A DIDACTIC UNIT ON THE NEWTONIAN RELATIONSHIP BETWEEN FORCE AND MOVEMENT

**Renato dos Santos Rosa**

Instituto Federal Sul-rio-grandense – *Campus* Pelotas  
renato\_rosa@ifsul.edu.br

**Pedro Fernando Teixeira Dorneles**

Universidade Federal do Pampa  
pedroftd@gmail.com

**Fernando Lang da Silveira**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Lang.ez@terra.com.br

### Resumo

No presente trabalho apresentamos uma análise sobre a opinião de alunos participantes de um estudo exploratório que teve como objetivo estruturar uma unidade didática, para o ensino de dinâmica, baseada na utilização de diversos recursos instrucionais. A fundamentação teórica esteve baseada na teoria da aprendizagem significativa, de Ausubel. O estudo envolveu 20 alunos do 1º Semestre do Curso Técnico Integrado em Informática do IFSul - *Campus* Bagé. Os resultados da aplicação de um questionário sugerem que atividades didáticas que levem em consideração o conhecimento prévio dos alunos e utilize simulações computacionais, vídeo-análise e atividades experimentais podem constituir-se em um elemento motivador, criando assim melhores condições para uma aprendizagem significativa. O estudo permitiu constatar uma relativização do uso do computador, pois os resultados indicam que não é um recurso autossuficiente, mas que, quando utilizado com a metodologia que propicia a interação com o professor e outros recursos, contribuiu para a aprendizagem.

**Palavras-chave:** simulação computacional; atividade experimental; Dinâmica; Ensino de Física

### Abstract

This work presents an analysis concerning the opinion of students participating in an exploratory study which aimed to structure a didactic unit for the teaching of dynamics, based on the usage of several instructional resources. The theory was based on the meaningful learning theory by Ausubel. The study involved 20 students from the 1st Semester of the Computing Integrated Technical Course from IFSul - *Campus* Bagé. The results of the

application of a questionnaire suggest that didactic activities which take into account the previous knowledge of the students and uses computer simulations, video-analysis and experimental activities may be a motivating element. The study enabled noticing a relativism about the use of the computer, as the results indicate that it is not self-sufficient resource, but, when used with a methodology which facilitates the interaction with the teacher and other resources, it has contributed for the learning process.

**Key words:** computer simulation; experimental activity; Dynamics; physics instruction.

## Introdução

Neste trabalho apresentamos resultados de um estudo exploratório que buscou analisar as potencialidades da utilização de simulações computacionais, atividades experimentais e vídeo análise na superação de concepções alternativas no estudo da relação newtoniana entre força e movimento. Este estudo é parte de uma dissertação de mestrado em Ensino de Física do Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFRGS (ROSA, 2012), que investigou o uso de atividades com diversos recursos instrucionais na aprendizagem de Física.

Para concepção das atividades de nosso estudo exploratório, buscamos na literatura o estudo de Rezende e Barros (2001a), em que as autoras investigaram sobre as concepções alternativas por parte dos estudantes no estudo de dinâmica. Nesse estudo, elas identificaram que, embora haja professores com consciência sobre a existência de concepções alternativas por parte dos alunos, ainda não incluíram os resultados das pesquisas sobre o tema em sua sala de aula. Ainda, segundo as autoras, as dificuldades conceituais “se concentram basicamente nas relações entre força e movimento e a necessidade de considerar as leis de Newton para compreendê-las” (REZENDE; BARROS, 2001a, p. 3). Nesse sentido, Silveira, Moreira e Axt (1992), ao pesquisarem a estrutura interna de testes de conhecimento em física, evidenciam que os estudos sobre concepções alternativas já mostraram a importância do conhecimento prévio do aluno e sua influência na aprendizagem de novos conhecimentos. A questão é que, conforme destaca o estudo, pesquisas sobre o tema “têm também mostrado que o conhecimento prévio dos alunos tem significados que frequentemente estão em desacordo com os significados aceitos cientificamente” (SILVEIRA; MOREIRA; AXT, 1992, p. 187).

Então, conscientes de que os estudantes apresentam concepções alternativas, propusemos a estruturação de uma unidade didática baseada na utilização de diferentes recursos instrucionais, com o objetivo de que os estudantes possam superar essas concepções alternativas e atingirem uma aprendizagem significativa. Assim, buscamos referência em outro estudo de Rezende e Barro (2001b), onde as autoras mostram que as dificuldades conceituais que os alunos apresentam não são facilmente superadas pelo ensino tradicional, ressaltando que, somado à dificuldade dos conceitos básicos, o ensino tradicional tem priorizado mais os aspectos matemáticos que os conceituais. Nesse estudo, destacam a possibilidade de utilização de novas tecnologias no ensino, como, por exemplo, simulações de fenômenos físicos no computador, para auxiliar na aprendizagem, propiciando uma transposição das concepções alternativas para um conhecimento conceitual. Na mesma linha, Araujo, Moreira e Veit, consideraram “a hipótese de que o uso de um software de modelagem computacional pudesse, também, contribuir para a efetivação de uma aprendizagem significativa” (ARAUJO; VEIT; MOREIRA, 2004, p.170). Ainda, Dorneles (2005) obteve resultados que indicam a facilitação da aprendizagem dos conceitos físicos com a utilização de atividades envolvendo o *software Modellus*. Na pesquisa, envolvendo alunos da disciplina de Física para cursos de Engenharia, o autor realizou atividades de simulação e modelagem

computacional com o *software Modellus* envolvendo o conteúdo de circuitos elétricos e encontrou subsídios que sustentam uma aprendizagem significativa e, ainda, que evidenciam a interação com o computador como elemento motivador para as aulas.

Com isso, nosso trabalho se enquadra nas Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação em Ciências. Nele, os alunos foram expostos a aplicação de uma unidade didática que prima pela utilização de diversos recursos instrucionais, trabalhando em atividades envolvendo, principalmente, a utilização do software Modellus, além de atividades com software Tracker e atividades experimentais. Ao fim da aplicação da unidade didática, os alunos foram chamados a trabalhar em um questionário de avaliação das atividades envolvidas e os resultados dessa avaliação, por parte dos alunos, apresentamos no presente artigo.

## **Objetivos**

Com o propósito de encontrar subsídios sobre a implementação de uma unidade didática, desenvolvemos uma análise de questões qualitativas que teve como objetivos: a) analisar a opinião de alunos sobre o uso de recursos instrucionais (computador e experimentos) utilizados com metodologias didáticas que visam a interação entre alunos e professor; b) buscar evidências de que a metodologia adotada propiciou melhores condições para uma aprendizagem significativa através do resgate da motivação dos alunos e da proposição de um material potencialmente significativo, na acepção de Ausubel.

## **Referencial Teórico**

Conforme já relatado o presente trabalho faz parte de uma pesquisa mais ampla que teve como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel (2000). Nesse trabalho, daremos ênfase para a motivação apresentada pelos alunos e utilizaremos o conceito de material potencialmente significativo. Para Ausubel, segundo Moreira (2011), um material para ser considerado potencialmente significativo deve possuir estrutura lógica e relação com o conhecimento prévio do aluno.

Na concepção e avaliação do material instrucional, levamos em consideração as duas condições para ocorrência da aprendizagem significativa: 1) que o material seja potencialmente significativo; 2) que o aluno tenha predisposição para aprender. Para alcançar a primeira condição, investigamos o conhecimento prévio do estudante, verificado através da aplicação de um teste de concepções alternativas e de um texto com abordagem histórica, afim de que o material instrucional tivesse significado lógico e propiciasse para cada aluno a identificação da significância do material capaz de favorecer relações de forma não-arbitrária e não-literal do novo conhecimento com o conhecimento prévio.

Em relação à segunda condição, buscamos recursos nas tecnologias da informação e comunicação com o objetivo de propiciar, através da motivação para aprender, melhores condições para a aprendizagem significativa. Para alcançar esse segunda condição é necessário que o aluno queira relacionar o novo conhecimento, de forma não-arbitrária e não-literal, com o conhecimento prévio, ou seja, que apresente predisposição para aprender. Essa predisposição para aprender não se trata exatamente de motivação, o que propusemos é que a predisposição para aprender venha através da motivação dos alunos e, para buscar essa motivação, elaboramos uma unidade didática dando ênfase a atividades relacionadas às tecnologias da informação e comunicação.

## **Metodologia**

Para a realização do estudo exploratório, aplicamos um questionário para que os alunos manifestassem suas percepções acerca da metodologia a que foram expostos. Em relação a

essa metodologia, aplicamos as atividades da unidade didática no segundo semestre de 2011, em uma turma de 20 alunos matriculados na disciplina de Física do 1º Semestre do Curso Técnico Integrado em Informática do IFSul – Campus Bagé. A estrutura curricular do curso prevê para o primeiro semestre três horas/aula semanais e determina o estudo dos movimentos retilíneos, curvilíneos e oscilatórios, introduzindo grandezas, como por exemplo, força, velocidade e aceleração.

Em relação à concepção do material instrucional, nosso ponto de partida foi o estabelecimento de seis situações-problema. Essas situações nortearam tanto a concepção quanto o desenvolvimento das atividades e a avaliação da aprendizagem dos estudantes. As aulas foram organizadas de maneira a desenvolver o estudo das seis situações-problema, as quais foram utilizadas em um teste de concepções alternativas, e organizadas em um nível crescente de dificuldade, de forma a propiciar uma diferenciação progressiva e uma reconciliação integradora (AUSUBEL, 1968, 2000, apud HERSCOVITZ; MOREIRA; ROCHA, 2009, p.1). Conforme Moreira, Caballero e Rodríguez (1997), as situações-problema “preparam o terreno para a introdução do conhecimento que se pretende ensinar”.

Para aplicação da unidade didática, além do teste de concepções alternativas, os alunos trabalharam com um texto referente à abordagem histórica do conteúdo e outros recursos didáticos, como por exemplo, guia de atividades para aplicação em sala de aula com a utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs). Procuramos conceber os guias segundo um método denominado de PIE – Predizer, Interagir e Explicar – adaptado do método POE – Predizer, Observar e Explicar – proposto por Tao e Gunstone, (1999).

Para uso das TICs, as situações-problema foram relacionadas com simulações de computador, utilizando o software Modellus, foram inseridas em atividades experimentais associadas a um software educacional que possibilita vídeo-análise, o Tracker e, também, a utilização de atividades experimentais dos movimentos oscilatórios.

## Resultados e discussão

Após a aplicação de toda a unidade didática, solicitamos que os alunos respondessem um questionário<sup>1</sup>, para que expusessem suas percepções acerca da metodologia a que foram expostos, visando identificar o nível de motivação que eles apresentaram e, também, buscando elementos que permitam verificar se eles deram significância ao material instrucional. A primeira pergunta do questionário requeria que os estudantes ordenassem, em ordem crescente, quais fatores contribuíram mais (i) para o seu aprendizado, (ii) para aumentar sua motivação para aprender e (iii) para sanar suas dificuldades. Os fatores apresentados aos alunos foram quatro: (a) uso de experimentos; (b) uso do computador; (c) trabalho em grupo; e (d) interação com o professor.

Percebemos que, no que diz respeito à contribuição para o aprendizado, os fatores mais lembrados pelos alunos foram Interação com o Professor e Uso de Experimentos, tendo respectivamente 10 (50%) e 8 (40%) escolhas em primeira opção. As opções menos lembradas pelos alunos foram Trabalho em Grupo e Uso do Computador; o fator Trabalho em Grupo teve apenas duas lembranças como principal fator contribuidor para o aprendizado, representando 10% das escolhas em primeira opção, enquanto que o fator Uso do Computador não foi lembrado por nenhum dos 20 alunos como fator que mais colaborou para o aprendizado dos conteúdos tratados na unidade didática. No entanto, esse mesmo fator é o que mais aparece, nas respostas dos alunos, como segundo mais importante para o aprendizado, com 8 escolhas, representando 40% das respostas. Também, destacamos que, seguido do fator

---

<sup>1</sup> Disponível em: <https://www.dropbox.com/s/w3k5cmblswczz27/Questionario.pdf> Acessado em: 06 mai. 2013.

Trabalho em Grupo, que teve 9 (45%) das 20 escolhas, o fator Uso do Computador foi o segundo fator mais escolhido – com 7 (35%) das 20 escolhas – como fator que menos contribuiu para o aprendizado.

Acerca dos fatores que contribuíram para motivar os alunos a aprender, das respostas apresentadas pelos alunos podemos constatar que, assim como ocorrera nos dados referentes aos fatores que influenciaram o aprendizado, Uso de Experimentos foi, novamente, o fator mais lembrado pelos alunos, seguido, desta vez, do fator Uso do Computador; cada um teve 10 (50%) e 6 (30%) das escolhas em primeira opção, respectivamente. Essas repostas também mostram que os fatores menos lembrados pelos alunos, na primeira opção para contribuir com a motivação para aprender, foram Trabalho em Grupo e Internação com o Professor, com duas escolhas em cada, representando 10% das escolhas. Ocorre que, conforme podemos observar, Uso do computador foi o fator que, considerando as respostas dadas pelos 20 alunos que responderam ao questionário, mais apareceu como fator que menos contribuiu para a motivação a aprender, com 7 escolhas em quarta opção, representando 35% das repostas.

Em relação aos fatores que contribuíram para sanar suas dificuldades, as repostas dos alunos mostram que os fatores Trabalho em Grupo e Uso de Experimentos dividiram as opiniões dos alunos como mais importantes para sanar suas dificuldades; cada um apresentou 7 (35%) e 6 (30%) das respostas em primeira opção. Porém, pelo que se observa na análise das respostas, houve bastante diversidade no fator escolhido pelos alunos como o que menos contribuiu para sanar as dificuldades: Uso de Experimentos, Uso do Computador e Interação com o Professor tiveram todos 30% de escolhas como quarta opção.

Na Tabela 1, abaixo, apresentamos os dados das respostas acerca da influência dos fatores no aprendizado, no aumento da motivação para aprender e no saneamento das dificuldades.

<i>Fator</i>		<i>Nº Escolhas em 1ª opção</i>	<i>Nº Escolhas em 2ª opção</i>	<i>Nº Escolhas em 3ª opção</i>	<i>Nº Escolhas em 4ª opção</i>
Uso de Experimento	Aprendizado	8	4	4	4
	Motivação	10	5	1	4
	Dificuldade	6	3	5	6
Total (Uso de Experimento)		24	12	10	14
Uso do Computador	Aprendizado	0	8	5	7
	Motivação	6	2	5	7
	Dificuldade	4	6	4	6
Total (Uso do Computador)		10	16	14	20
Trabalho em grupo	Aprendizado	2	2	7	9
	Motivação	2	5	9	4
	Dificuldade	7	6	5	2
Total (Trabalho em Grupo)		11	13	21	15
Interação com o Professor	Aprendizado	10	6	4	0
	Motivação	2	8	5	5
	Dificuldade	3	5	6	6
Total (Interação com o Professor)		15	19	15	11
Total		60	60	60	60

Tabela 1 - Respostas dos alunos sobre os fatores que mais contribuíram durante a aplicação da unidade didática.

Por meio da tabela acima, conseguimos observar a predominância do fator Uso de Experimento como mais importante no transcórre das atividades da unidade didática, seguido

de Interação com o professor, Trabalho em Grupo e Uso do Computador. Chama-se atenção para o dado de que Uso do Computador foi o fator que mais apareceu como menos importante para contribuir no aprendizado, na motivação e no saneamento das dificuldades. Isso nos levou a dar especial atenção às respostas dadas pelos alunos à pergunta aberta acerca do uso do computador. Dos 20 alunos que responderam ao questionário, 18 alunos relataram que o computador é um facilitador no processo de ensino e aprendizagem, corroborando os resultados de Dorneles (2005) e Araujo, Veit e Moreira (2004). Vejamos algumas das respostas:

Eu adorei, eu fico mais interessada na aula me motiva mais. É muito legal trabalhar em aula com o computador, eu aprendi bem mais. (Aluno 4)

Uma forma nova de aprendizado, pelo menos eu que nunca tive esta interação com o computador em aulas. Ajudou muito a compreender muitos conceitos de Física, de uma forma inovadora e que eu nunca tinha visto. (Aluno 9)

Também interessantes são as considerações dos alunos que, ao responderem sobre o uso de experimentos, compararam-no ao uso de computadores em sala de aula. Isso aconteceu nas respostas de dois alunos:

Bem divertido pois interagimos com as atividades e aprendemos mais do que só vendo a simulação na tela do computador. (Aluno 18)

Ainda melhor que o uso do computador, na minha opinião fica muito mais interessante nós olharmos como acontecem realmente as coisas e não só por formulas e etc. (Aluno 6)

A partir das considerações dos alunos concluímos, sobre o objetivo a) do presente trabalho, que o uso do computador é importante na visão dos alunos, mas superado por outros fatores, como uso de experimento. Podemos observar que em termos de motivação, objetivo b) do presente trabalho, há uma tendência de os alunos considerarem os experimentos mais atraentes em consideração a simulações e fórmulas matemáticas, mas observamos, também, que o computador se mostrou ser um recurso que não é autossuficiente, mas que, quando utilizado com a metodologia que propicia a interação com o professor e outros recursos, contribuiu para a aprendizagem dos alunos. Nesse sentido nossos resultados estão de acordo com Zacharia e Anderson (2003) e Ronen e Eliahu (2000), que sugerem que o uso do computador pode propiciar aos alunos um adequado vínculo entre teoria e realidade, e enriquecer a aprendizagem sobre o contexto de validade de modelos teóricos e a confiabilidade de dados experimentais. Ainda, para avaliação do objetivo b) inserimos no questionário que aplicamos aos estudantes, a seguinte questão: Como você avalia as atividades desenvolvidas neste semestre na disciplina de Física? A maioria dos alunos destacou o fato de as atividades propostas durante a disciplina terem proporcionado a percepção da Física no seu aspecto prático, “fugindo” da teoria exclusivamente; relevaram, portanto, a preferência pelo ensino de Física que expõe os alunos à parte prática da disciplina, em detrimento do que chamaram de Ensino de Física no modo tradicional. É o que vemos nas respostas apresentadas abaixo:

O uso de computadores na sala de aula ajudou muito pois com o computador o aprendizado fica mais fácil e também torna a matéria muito mais atrativa, outro ponto é que com as animações no computador é possível ver na “prática” o que se aprendeu na teoria. (aluno 5)

O uso do computador em sala de aula auxilia em muita coisa, principalmente na mostra de exercícios de como são realizadas, as forças, os movimentos e

coisas do gênero, tudo auxiliando os alunos a enxergar o que tem dificuldade só lendo nas folhas de exercícios. (aluno 26).

É algo impressionante, pois assim podemos ver como funcional tal sistema e onde está a física naquele objeto, com por exemplo, no sistema de massa-mola. Também ajuda muito a compreender vários conceitos. (aluno 9)

Acho muito importante, pois os experimentos permitem visualizar o que se aprendeu e também através deles é possível tirar dúvidas que muitas vezes só com a parte teórica não é possível. (aluno 5)

Diferencia-se bastante do método normalmente aplicado, e as simulações virtuais nos mantinham mais em contato com a realidade física. Acho que nos motiva muito mais a aprender do que usando um caderno e anotando vários conceitos e fórmulas (aluno 8)

Destacamos, com base nas respostas dadas pelos alunos, que a metodologia aplicada foi considerada útil para o aprendizado, para aumentar a motivação e para ajudá-los nas dificuldades encontradas durante as atividades. Especialmente, destacamos que a metodologia contribuiu para o aprendizado e a motivação na medida em que estabeleceu um vínculo entre teoria e prática, ou seja, que os alunos conseguiram, através da utilização do material instrucional, relacionar a teoria estudada com as simulações e/ou atividades experimentais, indicando que os alunos, em muitos casos, identificaram a significância do material instrucional. Observamos tanto nas transcrições apresentadas no presente trabalho quanto nas observações realizadas em sala de aula que os alunos procuram desenvolver as atividades propostas fazendo relações com seus conhecimentos prévios e apresentaram depoimentos que dão indícios de que as atividades não foram desenvolvidas de forma mecânica, isto é, pela simples memorização de conceitos e fórmulas matemáticas.

## **Considerações finais**

Conforme mencionamos na introdução deste trabalho, apresentamos um estudo exploratório que buscou analisar a opinião dos alunos que foram expostos a uma metodologia para o ensino de dinâmica que propôs, à luz da teoria da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2000), a utilização, em sala de aula, de diversos recursos instrucionais – simulações computacionais, vídeo análise e atividades experimentais –, fazendo uso, portanto, das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs).

A análise da opinião dos alunos nos levou a concluir que a metodologia didática adotada contribuiu para uma aprendizagem significativa, pois existem evidências de que as duas condições para aprendizagem significativa foram alcançadas. Os alunos indicaram ter dado significância ao material instrucional, estabelecendo vínculos entre teoria e prática no ensino de física através da utilização do material didático utilizado em sala de aula. Além disso, evidenciaram em suas respostas uma predisposição para aprender, obtida através da motivação que apresentaram ao serem expostos a utilização de diferentes recursos instrucionais utilizados nas atividades didáticas.

Especialmente sobre os fatores que influenciaram no aprendizado, na motivação para aprender e no saneamento de dúvidas, o comportamento do fator Uso do Computador nos chamou atenção. Vimos, na análise dos dados, que, quantitativamente, esse fator foi menos lembrado que os fatores Uso de Experimentos e Interação com o Professor. O estudo nos permitiu constatar que podemos sugerir uma relativização do papel do uso do computador: no desenvolvimento da proposta apresentada, mostrou ser um recurso que não é autossuficiente, mas que, quando utilizado com a metodologia que propicia a interação com o professor e outros recursos, contribuiu para a aprendizagem. Também, por intermédio da análise feita,

sobressai a valorização do uso de experimentação, fator mais lembrado pelos alunos como contribuinte na aprendizagem dos conceitos cientificamente aceitos.

## Referências

- ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. *Atividades de modelagem computacional no auxílio da interpretação de gráficos da cinemática*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n. 2, p. 179-184, 2004.
- AUSUBEL, D. P. *Acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000, 212 p.
- DORNELES, P. F. T. *Investigação de ganhos na aprendizagem de conceitos físicos envolvidos em circuitos elétricos por usuários da ferramenta computacional Modellus*. 2005. 141 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- MOREIRA, M. A. *Teorias da Aprendizagem*. 2 Ed. São Paulo: Editora E.P.U, 2011. 242 p.
- MOREIRA, M. A. (Org.); CABALLERO, Concesa (Org.); RODRÍGUEZ, María Luz (Org.). *Actas del II Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Burgos: Universidad de Burgos, 1997. 349 p.
- ROSA, R. S. *Tecnologias da Informação e Comunicação como recurso instrucional para uma unidade didática sobre a relação entre Força e Movimento*. 2012. 152 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- REZENDE, F.; SOUZA BARROS, S. *Discussão e reestruturação conceitual através da interação de estudantes com as visitas guiadas do sistema hipermídia Força&Movimento*. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 1, n. 2, p. 51-61, 2001b.
- REZENDE, F.; SOUZA BARROS, S. *Teoria aristotélica, teoria do Impetus ou teoria nenhuma: um panorama das dificuldades conceituais de estudantes de Física em Mecânica básica*. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 1, n. 1, p. 43-56, 2001a.
- ROCHA, C. R.; HERSCOVITZ, V. E.; MOREIRA, M. A. *Ensino na Mecânica Quântica sob uma perspectiva dos referenciais teóricos da aprendizagem significativa e dos campos conceituais*. In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2009, Vitória. Anais do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2009.
- RONEN, M.; ELIAHU, E. *Simulation - a bridge between theory and reality: the case of electric circuits*. *Journal of Computer Assisted Learning*, Oxford, v. 16, n. 1, p. 14-26, Mar. 2000.
- SILVEIRA, F., MOREIRA, M.A. e AXT, R. *Estrutura interna de testes de conhecimento em Física: um exemplo em Mecânica*. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2), 187-194, 1992.
- TAO, P.-K.; GUNSTONE, R. F. *The process of conceptual change in force and motion during computer-supported physics instruction*. *Journal of Research in Science Teaching*, New York, v. 36, n. 7, p. 859-882, Sept. 1999.
- ZACHARIA, Z. C.; ANDERSON, R. *The effects of an interactive computer-based simulation prior to performing a laboratory inquiry-based experiment on students' conceptual understanding of physics*. *American Journal of Physics*, Melville, v. 71, n. 6, p. 519-640, June 2003.