

Uso de metodologias ativas de ensino na mudança de concepções alternativas em mecânica em um curso de graduação

Use of active teaching methodologies in the change of alternative concepts in mechanics in an undergraduate program

Monique França e Silva¹; Ricardo Kagimura²

Universidade Federal de Uberlândia- Instituto de Física

franca_monique@outlook.com¹; kagimura@ufu.br²

Resumo

O presente trabalho tem o objetivo de investigar o efeito do uso de metodologias ativas na mudança das concepções alternativas, em conteúdo de mecânica, dos alunos de um curso de graduação da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Para avaliar essa possível mudança de concepções alternativas foi utilizado o teste padronizado *Force Concept Inventory* (FCI), que foi aplicado no início (pré-teste) e no final (pós-teste) do semestre para 25 alunos. Após uma análise quantitativa, os resultados do pré-teste mostram que a grande maioria dos alunos investigados (64%) possui concepções aristotélicas ou de senso comum cientificamente errôneas a respeito do movimento de objetos. Posteriormente às aulas de engajamento interativo, nota-se uma significativa melhora em prol das concepções cientificamente aceitas. A resistência à mudança conceitual também foi investigada.

Palavras chave: concepção alternativa; teste FCI; metodologia ativa; mudança conceitual.

Abstract

Our work aims to investigate the effect of the use of active methodologies in the change of the alternative concepts, in mechanics, of undergraduate students at Federal University of Uberlândia (UFU). In order to evaluate this possible change in alternative concepts, we used the Force Concept Inventory (FCI) test, which was applied at the beginning (pre-test) and at the end (post-test) of the semester for 25 students. After a quantitative analysis, our pre-test results show that most of the investigated students have several alternative concepts about kinematics and dynamics subjects. It is observed that 64% of the students present either many Aristotelian ideas or many erroneous common sense concepts about objects motion. After the classes, there is a significant improvement in terms of scientifically accepted concepts. The resistance to conceptual changes was also investigated.

Key words: alternative concept; FCI test; active methodology; conceptual change.

Introdução

Alguns autores (POZO, 1998) assinalam que o século XX pode ser considerado como a época das concepções alternativas. Inicialmente as concepções alternativas foram denominadas por

vários nomes como: ideias intuitivas (DRIVER, 1986), pré-concepções (GIL PÉREZ, 1986), ideias prévias (GIL PÉREZ, 1986; DRIVER, 1986), conhecimentos prévios (POZO, 1998) e por fim, concepções alternativas (SANTOS, 1998). Assim, nesta pesquisa será utilizada a denominação de Santos (1998), concepções alternativas, que segundo Bucussi (2006):

As concepções alternativas caracterizam-se por serem superficiais e coerentes com o ponto de vista do estudante, explicando, equivocadamente, situações do dia-a-dia ou questões colocadas pela educação formal. Também são resistentes à mudança, manifestando-se mesmo após o ensino formal, revelando-se como estruturas conceituais que não estão isoladas e que podem estar explícitas ou implícitas para os estudantes. (BUCUSSI 2006, pg.18)

De maneira geral, as concepções alternativas são definições ou conceitos elaborados pelos alunos, sendo incoerentes e conflitantes ao conhecimento científico ensinado na escola. Esses conflitos de definições, de acordo com Bucussi (2006) podem se tornarem barreiras no processo de ensino-aprendizagem, prejudicando o aprendizado de conceitos científicos, se não serem averiguadas e exploradas adequadamente pelos professores, intensificando as resistências conceituais. Assim, Bastos (1991) acredita que o conhecimento das concepções alternativas ou os saberes dos alunos são os fatores de grande importância para o planejamento das atividades pedagógicas dos professores em quaisquer níveis de ensino.

Sabe-se que no ensino de ciências, principalmente em física, muitos alunos demonstram resistência e dificuldades em compreender os conceitos científicos, por apresentarem concepções alternativas ou definições do senso comum que são contrárias aos conceitos cientificamente aceitos e, comumente não são tão explorados ou valorizados pelos professores na construção do processo ensino aprendizagem. Um dos motivos dessa pesquisa está ligado ao fato que, segundo Halloun e Hestenes (1985), os estudantes quando entram na graduação, possuem um sistema de crenças e intuições sobre fenômenos e conceitos científicos derivados de sua extensiva experiência pessoais, levando ao fortalecimento das concepções alternativas.

Essas concepções alternativas, de acordo com Peduzzi (2001), são difíceis de serem mudadas, mesmo após o ensino formal. Esse fato é estudado por muitos pesquisadores da área de ensino, como Driver (1986), e se denomina processo de Mudança conceitual e Resistência à mudança. Essa resistência ou dificuldade dos alunos em apreenderem os conceitos científicos se intensifica nas aulas expositivas do ensino tradicional, onde se predomina a transmissão passiva de conteúdos e baixa interação aluno/aluno e aluno/professor, onde muitos alunos somente *“memorizam definições, enunciados de leis, sínteses e resumos que lhe são oferecidos no processo de educação formal a partir de um esquema atomístico”*; e ao professor se atribui o papel de *“transmissor dos conhecimentos”* (MIZUKAMI, 1986. p.11), não privilegiando uma postura ativa dos estudantes durante as aulas.

Para compreender o fenômeno de Mudança Conceitual, vários aspectos devem ser observados detalhar ideais (concepções) e representações apresentadas pelo aluno (PFUND & DUIT, 1994); qualificar as concepções, tendo como base as pesquisas dos filósofos da ciência, como Kunh, Lakatos, Bachelard (POSNER ET AL. 1982; VILLANI, ET AL 1985; MORTIMER, 1995); explicar os processos caracterizados por interferência de ideias antigas ou novas, destacando, os conflitos cognitivos (VILLANI 1992); e compreender os mecanismos e as condições que tornam possível a produção de conhecimento científico (HEWSON E THORLEY, 1989). Seguindo essa linha de raciocínio, os pesquisadores Posner *et al.* (1982) e White e Gustone (1989), elaboraram o modelo de Mudança Conceitual, em que estabelecem condições apropriadas para o favorecimento do ensino-aprendizagem do aluno, principalmente no ensino de ciências. Posner *et al.* (1982) acreditam que o processo de mudança conceitual acontece de forma efetiva se o aluno passar por quatro situações durante o ensino, sendo, a insatisfação e inteligibilidade das concepções alternativas, a plausibilidade

e frutificação dos conceitos científicos. Desta maneira, para Posner *et al.* (1982) a mudança conceitual se resume no processo de assimilação e acomodação das concepções alternativas pelos conceitos científicos. Além disso, White e Gustone (1989) elaboraram um novo conceito de meta-aprendizagem, que é a articuladora no processo de mudanças de crenças, por meio de discussões diárias do aluno em relação ao seu próprio processo e ato de aprender novos conceitos.

De acordo com Posner *et at.* (1982), para haver mudança conceitual e necessário considerar e confrontar as concepções alternativas dos alunos, desta maneira o professor precisa pensar a sua didática e as suas metodologias de ensino. Assim como Peduzzi (2001), acreditamos que os conceitos científicos devem ser incorporados e trabalhados nas aulas, onde os professores devem investigar as concepções alternativas e propiciar dinâmicas que possibilitem a mudança conceitual dos alunos. Desta maneira, acreditamos nas metodologias ativas, que se opõem ao método tradicional (passivo), possam propiciar uma maior mudança conceitual nos alunos. As seguintes metodologias ativas foram utilizadas durante esse trabalho: *Peer Instruction (Instrução pelos Pares)* (MAZUR, 1996), *Just-in-time teaching* (ensino sob medida) (MAZUR 1996) e resolução de problemas de forma colaborativa.

Segundo Mazur (1996), o método *Peer Instruction* favorece a realização de discussões (confronto de concepções) entre os pares sobre o conteúdo abordado em sala de aula. Inicialmente, apresenta-se um dado conceito/princípio de forma breve (10 minutos), a seguir usando questões de múltipla escolha (com concepções alternativas) e um sistema de votação, pode-se quantificar o número de acertos antes e após as discussões, e assim verificar se determinado conceito foi aprendido. Acredita-se que o diálogo entre os alunos seja bastante eficaz e que os mesmos sejam capazes de ensinar e aprender entre eles de forma efetiva. Aliado à instrução pelos pares, utilizou-se a metodologia *Just-in-time teaching* (ensino sob medida), que permite ao professor conhecer previamente as dificuldades dos alunos antes das aulas. Os alunos devem realizar a leitura do conteúdo a ser estudado em sala de aula, e responder a 2/3 questões relacionadas ao conteúdo estudado, e reportar as suas dificuldades sobre o conteúdo lido. Para finalizar, ao final de cada capítulo, resoluções de problemas de forma colaborativa são realizadas em sala de aula ou extraclasse com o auxílio de monitores.

Com a definição da metodologia de ensino, agora é necessário escolher a ferramenta adequada para verificar as concepções alternativas e a mudança e resistência conceitual. De acordo com Moreira (2006), averiguar os conhecimentos prévios não é uma tarefa simples, pois revelar os conceitos, ideias presentes na mente do indivíduo e sua organização cognitiva, é algo que, dificilmente se consegue executar por meio de testes que estimulem a memorização. Por outro lado, acreditamos que o teste *Force Concept Inventory* (Hestenes, Swackhammer et al.1992) seja uma boa estratégia como teste diagnóstico de concepções alternativas, pois não estimula a memorização e formulações matemáticas, e sim a aplicação de conceitos, leis e princípios científicos a situações reais (Piekarz, Serbena et al.2003). Além disso, este teste já foi amplamente aplicado em diversas instituições de ensino e seus resultados em pesquisas de ensino de Física foram publicados. Nesse estudo utilizamos a versão do teste FCI gentilmente cedida pela Prof^a. Dra. Simone Aparecida Fernandes (UFES).

O teste FCI foi desenvolvido por Hestenes, Wells e Swackhammer, com o intuito de averiguar e avaliar as compreensões dos conceitos newtonianos dos estudantes de Ciências, Engenharia e Matemática (Hestenes, Swackhammer et al.1992). Este teste contém 30 questões de múltipla escolha sobre conteúdos de cinemática e dinâmica (HALLOUN e HESTNES, 1985), com 5 alternativas para cada questão, onde há uma única alternativa correta e um conjunto de distratores ou respostas de senso comum cientificamente errôneas, que nos dará informações sobre as concepções alternativas dos alunos.

Motivado pelo exposto acima, esse trabalho tem o intuito de investigar as concepções alternativas, a mudança e/ou resistência conceitual, referente aos conceitos da mecânica newtoniana apresentados pelos discentes de um curso de graduação da UFU, por meio da aplicação do teste padronizado *Force Concept Inventory* (FCI), em duas etapas (pré-teste e pós-teste). Os resultados desse estudo podem indicar possíveis caminhos para amenizar o grave problema de evasão e retenção em nossa universidade, principalmente nas disciplinas dos ciclos básicos dos cursos de ciências exatas e engenharia.

Metodologia

Para alcançar o objetivo de verificar as concepções alternativas dos alunos em conteúdo de mecânica e as suas mudanças/resistências em certo intervalo de tempo, foi aplicado o teste FCI em 2 etapas, a primeira etapa (pré-teste) foi realizada na primeira semana do início do semestre da disciplina, e segunda (pós-teste) ao final do semestre, onde 25 alunos fizeram os dois testes. A aplicação do teste seguiu as normas recomendadas por seus idealizadores.

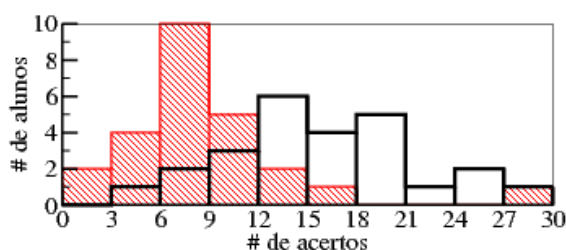
Para a análise dos dados construiu-se um histograma do número de acertos em função do número de alunos para as duas etapas. Também se calculou o ganho normalizado, g , de cada aluno e o ganho médio dos alunos. O ganho normalizado foi definido pelo pesquisador Hake (1998) como $g=(N_{\text{pós}}-N_{\text{pré}})/(30-N_{\text{pré}})$, onde $N_{\text{pós}}$ e $N_{\text{pré}}$ são as notas do pós-teste e pré-testes respectivamente. De acordo com as pesquisas de Hake (1998), o aluno que acertar acima de 90 % (27 questões) do teste FCI possui um pensamento robusto dos conceitos newtoniano, enquanto acima de 60% (18 questões) indica uma boa compreensão.

Também foi realizado o levantamento da porcentagem de alunos que marcaram uma determinada alternativa (A, B, C, D, E ou nulo/branco) de uma dada questão (01 a 30). Repetindo-se esse procedimento para todas as alternativas de todas as questões, construiu-se uma tabela auxiliar (não mostrada) com essas porcentagens. A seguir, as concepções alternativas foram classificadas em 7 grupos (mostrados na Tabela 01): cinemática; primeira, segunda, e terceira leis de Newton; força gravitacional, resistência e diagrama de forças (HALLOUN e HESTNES, 1985). Para cada um dos grupos citados, separou-se as alternativas referentes a cada concepção alternativa, por exemplo, as alternativas 19A, 20B e 20C referem-se ao não discernimento entre velocidade e aceleração. Dessa forma, calculou-se a porcentagem total de alunos para cada concepção alternativa. Os resultados estão mostrados na Tabela 01.

Análise e discussões

Inicialmente, construímos o histograma para o número de acertos em função do número de alunos para o pré-teste e o pós-teste. Os resultados obtidos estão mostrados na Figura 01.

Figura 01: Histograma referente ao pré-teste (linha vermelha e região hachurada em vermelho) e pós-teste (linha preta), onde são apresentados o número (#) de acertos em função do número (#) de alunos. O número total de alunos que fizeram ambos os testes foi de 25.



A Figura 01 (região hachurada) mostra que cerca de 64% dos alunos acertaram até 30% (9 acertos), enquanto somente 8% acertaram mais que 60% do pré-teste, indicando que a grande maioria dos alunos apresentam muita dificuldade conceitual nos conteúdos de cinemática e dinâmica abordados no teste, e somente um aluno (4%) apresentou conhecimento robusto. Vale ressaltar que os conteúdos abordados no teste, a princípio, são trabalhados no ensino médio. Esses resultados (falta de conhecimentos prévios corretos) aliados a uma metodologia tradicional de ensino podem dar indícios a respeito do problema de alta retenção na disciplina Fundamentos de Mecânica observada nos últimos anos na UFU.

Após as aulas, usando metodologias ativas, percebe-se pela Figura 01 (região não-hachurada) que os alunos tiveram uma boa melhora, nota-se que apenas 12% dos alunos continuaram em até 30% de acertos, indicando uma fortíssima resistência à mudança conceitual para esse grupo. Por outro lado, cerca de 36% dos alunos acertaram mais de 60% (18 acertos) do teste, e de acordo Hake (1998) pode-se considerar que esses alunos possuem um bom conhecimento conceitual sobre os conteúdos abordados no teste. Nesse sentido, usar metodologias que promovam a discussão entre alunos pode ser um caminho para uma aprendizagem mais efetiva para derrubar a resistência no processo de mudança conceitual.

Para complementar nossa análise, foi calculado o ganho de aprendizagem médio, obtido a partir da média aritmética do ganho g de cada aluno para o curso investigado. Para os alunos que acertaram menos questões no pós-teste em relação ao pré-teste, considerou-se g igual a zero. O ganho médio obtido para esse estudo foi de 35%, que está de acordo com os resultados obtidos nas pesquisas de Hake(1998) e Barros *et al* (2004), para turmas sujeitas a metodologias de engajamento interativo, 32% a 48%. O cálculo do ganho médio permite comparar metodologias ativas com tradicionais, especificamente o ganho médio em metodologias tradicionais fica em torno de 19%, de acordo com as pesquisas de Barros *et al* (2004), indicando uma menor mudança conceitual dos alunos para essas metodologias.

Iremos agora investigar as concepções alternativas e as mudanças conceituais em maior detalhe, para isso usaremos a Tabela 01, que apresenta a divisão de questão/alternativa do teste FCI por conteúdos de cinemática e dinâmica, junto com as concepções alternativas envolvidas, baseados na pesquisa de (HALLOUN e HESTNES, 1985). Também é apresentada a porcentagem de alunos que apresentam cada uma das concepções errôneas. Como as alternativas de uma mesma questão podem estar ligadas a diferentes concepções alternativas, as porcentagens indicadas na Tabela 01 nos indicam um limite inferior.

Tabela 01: Concepções alternativas e suas porcentagens para o pré-teste e o pós-teste.

Conteúdo	Conceitos intuitivos (Questões/alternativa)	Pré	Pós
Cinemática	1-Não há distinção entre posição e velocidade (19B, 19C,19D)	36%	28%
	2-Velocidade e aceleração possuem o mesmo significado (19A; 20B, 20C)	56%	40%
	3-Descrição do movimento de um projétil e sistema de referência (14A, 14B)	40%	20%
1ª Lei de Newton	4-Para haver movimento sempre é necessário uma força na mesma direção do movimento. (5C, 5D, 5E;11B, 11C; 27D; 30B, 30D, 30E)	64%	44%
	5-Dissipação do <i>ímpetus</i> inicial (12C, D;13A, B, C;14E;23D; 24C, E; 27B)	32%	24%
	6-Ausência da força centrípeta ao descrever os movimentos circulares (5C, D, E;6A;7A, D; 18C, D)	40%	20%

2ª Lei de Newton	7-Movimento de um corpo é sempre resultado de uma força resultante (5C, D, E; 27A)	52%	32%
	8-Velocidade é proporcional à força aplicada (22A; 26A)	16%	24%
	9-Mesmo se haver uma força no sentido do vetor velocidade, o módulo da velocidade diminui. (22C, E)	16%	28%
3ª Lei de Newton	10-O objeto de maior massa possui uma força maior (ação) em relação a (reação) do corpo de menor massa (4A, D ;15B ;16 B; 28D)	28%	24%
	11-Objeto em movimento, em contato com outro objeto parado, produz a maior força (15C;16C; 28D)	36%	16%
Diagrama de forças	12-Identificação de forças atuantes sobre o corpo. (4C;5A;11A, B;15E; 16E; 18A; 29A)	24%	12%
Resistência	13-Só existe movimento do objeto quando a força aplicada supera a resistência (25A, B, D; 26B)	52%	24%
	14-Descrição do movimento de um objeto sujeito a uma força de atrito cinético. (27A, B)	48%	32%
Gravidade	14-Objetos pesados caem mais rápido do que objetos mais leves (1A; 2B, D)	52%	52%
	15-Aceleração da gravidade aumenta enquanto o objeto cai (3B; 13B)	24%	8%

Nos conteúdos de Cinemática e dinâmica, percebe-se pela Tabela 01, que grande parte dos alunos chegam com dificuldades em definir claramente os conceitos de posição, velocidade e aceleração (veja itens 1 e 2), além de possuírem ideias aristotélicas e de senso comum como nos itens 4, 5, 7, 15 e dentre outros. Especificamente, nota-se que 36% (56%) dos alunos tem dificuldades em discernir posição e velocidade (velocidade e aceleração), enquanto cerca de 40% não conseguem descrever corretamente a trajetória do movimento de um projétil (item 3). Nas alternativas que abordam a primeira lei de Newton foi possível perceber que pelo menos 64% dos alunos acreditam que “para haver movimento é necessária uma força na mesma direção do movimento” (item 4).

Por outro lado, pelo pós-teste, percebe-se uma redução da porcentagem de alunos com concepções alternativas (mudança conceitual) na grande maioria dos itens avaliados, por exemplo, no item 3 houve uma redução de 50% no número de alunos com essa concepção alternativa. No item 4 houve uma redução de 30% no número de alunos com essa dificuldade. Entretanto, na 2ª lei de Newton nota-se um pequeno aumento (de 16% para 24%) no número de alunos que acreditam que “a velocidade é proporcional à força”, apesar das porcentagens serem baixas, isso pode evidenciar uma possível resistência à mudança conceitual. De fato, nota-se que 52% dos alunos apresentam a concepção alternativa de que os “objetos pesados caem mais rápido do que objetos mais leves”, tanto no pré-teste quanto no pós-teste, confirmando uma forte resistência à mudança desse conceito, exigindo que novas estratégias sejam elaboradas para esses casos. Tal resistência é reportada por Villani *et al* (1985) e Mortimer (1995), em seus estudos sobre a dificuldade por parte dos estudantes em abandonarem suas noções cotidianas, que podem levar a concepções alternativas.

Por fim, cruzando os dados da Tabela 01 e da Figura 01 percebe-se, também, que nessa pesquisa existem muitos alunos com dificuldades e resistência ao aprendizado de vários conceitos cientificamente aceitos. Tal resultado evidencia que há vários aspectos e desafios do

processo ensino e aprendizagem que podem influenciar no resultado final, que estão além dos objetivos desse trabalho, sendo a metodologia de ensino apenas um deles.

Considerações Finais

Nesse trabalho pesquisou-se as concepções alternativas e a mudança nos conhecimentos conceituais em Mecânica Newtoniana dos alunos de um curso de graduação sujeitos a metodologias ativas. Nossos resultados mostram que o ganho médio de aprendizagem, de 35%, é consideravelmente maior que o do ensino tradicional, em torno de 19%, sinalizando que metodologias ativas devem ser mais eficazes que as tradicionais. Além disso, percebe-se que boa parte dos alunos teve mudanças conceituais razoáveis após as aulas ativas. Entretanto, nota-se que ainda há uma resistência conceitual por parte dos alunos, em acordo com as pesquisas de Silveira (1992), onde constatou-se que a maioria dos alunos que cursam disciplinas de Física Geral mantém suas concepções alternativas sobre "força e movimento".

Traçando um paralelo entre o processo de aprendizagem e a mudança da física Aristotélica para a Newtoniana podemos verificar algumas similaridades: essa mudança de paradigma levou aproximadamente 20 séculos, indicando uma forte resistência e exigiu, além de mudanças conceituais, modificações na metodologia científica para tratar os problemas (GIL PÉREZ 1986). Da mesma forma, verifica-se que os alunos possuem uma forte resistência à mudança, exigindo também novas metodologias de ensino (diferentes das tradicionais) capazes de enfrentar e resolver tais problemas. Portanto, o presente trabalho mostra a importância dos professores universitários reverem suas práticas docentes, de forma a elaborar novas estratégias capazes de auxiliar os alunos na transposição dessas dificuldades.

O próximo passo desse trabalho é comparar os resultados da Tabela 01 para alunos ensinados pela metodologia tradicional e traçar um paralelo entre as metodologias tradicionais e ativas. Em seguida, comparar as estratégias no enfrentamento da resistência à mudança conceitual, sabendo de antemão as dificuldades conceituais, para ambas metodologias.

Referências

- BARROS, J. A., SILVA, G. S. F., TAGLIATI, J. R., REMOLD, J. Engajamento Interativo no curso de Física da UFJF. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. SBF, v 26, n 1, p 63-69, 2004.
- BASTOS, F. **O conceito de célula viva entre os estudantes de segundo grau**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, USP.SãoPaulo, 1991.
- BUCUSSI, A. A. Introdução ao Conceito de Energia. **Revista Textos de Apoio ao Professor de Física - IF - UFRS**, 2006. v.17 n.3.
- DRIVER, R. Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, f. 1, p. 3-15, 1986.
- GIL PÉREZ, D. La metodología científica y la enseñanza de de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. **Enseñanza de las Ciencias**, v.4, p.111-121, 1986.
- HAKKE, R. Interactive- engagement vs. traditional methods: A six thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses . **American Journal of Physics**, AAPT, v. 66, n. 1, p. 64-74, 1998.
- HALLOUN, Ibrahim Abou; HESTENES, David. Common-sense concepts about motion. **Am. J. Phys.** 53, 1056 (1985).

HESTENES, David; WELLS, Malcolm; SWACKHAMER, Gregg. 'Force Concept Inventory.' **Phys. Teach.** 30, 141–158 (1992).

Hewson, P. W., Tabachnick, B. R., Zeichner, K. M., Blomker, K. B., Meyer, H., Lemberger, J., Marion, R., Park, H., Toolin, R. (1999). Educating prospective teachers of Biology: introduction and research methods. **Science Education**, v.83, p. 247-273.

MAZUR, E. **Peer Instruction: A User's Manual**. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 253 p.1996.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986.

MOREIRA, M. A., **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**, Editora Universidade de Brasília, 2006.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? In: **Escola de Verão para Professores de Prática de Ensino de Física, Química e Biologia**, Coletânea Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, Serra Negra, São Paulo, p. 56-74. 1995

PEDUZZI, S. S. Concepções Alternativas em Mecânica. In: Pietrocola, M (org) **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. UFSC, 2001

PFUNDT, H. E DUIT, R.. Student's Alternative Frameworks and Science Education. **Institute for Science Education**, 4th Edition, Universidade de Kiel, Alemanha, 288 p. 1994.

PIEKARZ, A. H., J. P. M. SERBENA, ET AL. Adaptação e Validação de um Teste de Diagnóstico de Concepções Espontâneas em Mecânica. **XV Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Curitiba, PR, Brazil,2003.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.. A revisionist theory of conceptual change. In.: Duschl, R and Hamilton, R. J. (Eds.). **Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice**. State University of New York Press, Albany, 1992.

POZO, J. I. A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In: COLL, C. et al. **Os conteúdos na reforma**. Porto Alegre: Artes médicas, 1998. p. 17-71.

SANTOS, M. E. V. M. Mudança conceitual na sala de aula: um desafio epistemologicamente fundamentado. Lisboa: **Livros Horizonte**, 1998. 262 p.

SILVEIRA, F.L. **Uma epistemologia racional-realista e o ensino da Física** Porto Alegre, 1992. Tese (Doutorado) — Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

VILLANI, A. et al. Concepção espontânea sobre movimento. **Revista de Ensino de Física**, v.7, n.1 1985.

WHITE, R. T.; GUNSTONE, R. F. Metalearning and Conceptual Change. **International**

J
o
u
r
n
a
l

o
f