

A utilização do MBT para levantamento das dificuldades conceituais em mecânica apresentada por alunos de graduação do CEUNES

The use of MBT to survey the conceptual difficulties in mechanics presented by undergraduate students of CEUNES

DOI:10.34117/bjdv7n3-391

Recebimento dos originais: 16/02/2021

Aceitação para publicação: 16/03/2021

Igor Donizete Nunes Bravo

Mestre em Ensino na Educação Básica

Superintendência Regional de Educação de São Mateus/ SEDU

Endereço: Avenida Jones dos Santos Neves, s/nº, Centro, São Mateus - ES. CEP: 29930-000

E-mail: igorbravo_donizete@hotmail.com

Rodrigo Dias Pereira

Doutor em Física

Universidade Federal do Espírito Santo

Endereço: Rod. Governador Mário Covas, Km 60 - Bairro Litorâneo, São Mateus - ES | CEP 29932-540

E-mail: rodrigo.pereira@ufes.br

RESUMO

A forma de ensinar e avaliar física pouco se alterou nos últimos anos; ainda se dá ênfase à resolução mecanizada de problemas de Física básica, em vez de uma discussão conceitual mais profunda dos conceitos físicos. Uma consequência direta disto é que, na maioria das vezes, os alunos permanecem com concepções espontâneas e pré-conceitos errôneos trazidos do ensino médio e de sua própria experiência pessoal. Este trabalho foi realizado com a intenção de identificar as dificuldades conceituais em alguns tópicos da mecânica Newtoniana, em alunos ingressantes e do segundo período dos cursos de licenciatura, engenharia, ciências biológicas e ciência da computação do CEUNES/UFES. O intuito é caracterizar o grau de entendimento conceitual dos alunos e obter informações que evidenciem as dificuldades conceituais enfrentadas por eles. Foi usado o teste conceitual Mechanics Baseline Test como método de avaliação. Os resultados demonstram que todos os participantes apresentam dificuldades conceituais em vários tópicos da mecânica Newtoniana, tais como: velocidade, aceleração, força, conservação da energia e do momento linear, além de grandes dificuldades de se analisar gráficos e diagramas. Existem fortes indícios de que tais dificuldades estão relacionadas com as concepções espontâneas adquiridas cotidianamente e que persistem mesmo após o curso de física introdutória de mecânica na universidade. Além disso, verificamos que tais concepções espontâneas podem ser investigadas através da utilização dos testes conceituais, tais como o Mechanics Baseline Test, e os resultados podem ser importantes na implementação de ações mitigadoras no ensino de física, uma vez que o professor poderá verificar em quais tópicos seus alunos apresentam maior dificuldade conceitual.

Palavras-Chave: Dificuldades Conceituais, Mechanics Baseline Test, Concepções Espontâneas.

ABSTRACT

The way physics is taught and assessed has changed little in recent years; emphasis is still placed on mechanized problem solving of basic physics, rather than a deeper conceptual discussion of physics concepts. A direct consequence of this is that, most of the time, students remain with spontaneous conceptions and misconceptions brought from high school and from their own personal experience. This work was carried out with the intention of identifying the conceptual difficulties in some topics of Newtonian mechanics, in beginning and second period students of undergraduate, engineering, biological sciences and computer science courses at CEUNES/UFES. The purpose is to characterize the students' level of conceptual understanding and to obtain information that shows the conceptual difficulties faced by them. The conceptual Mechanics Baseline Test was used as an evaluation method. The results show that all participants have conceptual difficulties in various topics of Newtonian mechanics, such as: velocity, acceleration, force, conservation of energy and linear momentum, and great difficulties in analyzing graphs and diagrams. There are strong indications that such difficulties are related to spontaneous conceptions acquired in everyday life and that persist even after the introductory physics of mechanics course at university. Furthermore, we found that such spontaneous conceptions can be investigated through the use of conceptual tests, such as the Mechanics Baseline Test, and the results can be important in the implementation of mitigating actions in physics teaching, since the teacher will be able to verify in which topics his students present more conceptual difficulty.

Keywords: Conceptual Difficulties, Mechanics Baseline Test, Spontaneous Conceptions.

1 INTRODUÇÃO

As diretrizes curriculares para os cursos de graduação, definidas pelo Ministério da Educação estabelecem disciplinas relativas ao “núcleo de conteúdos básicos”. Entre elas a física, que está presente não apenas nos cursos de exatas, mas também em cursos de Ciências Biológicas, Farmácia etc. Assim, em diversos cursos superiores, os alunos estudam frequentemente física básica; em geral começam com tópicos relacionados à mecânica. O aluno revê conteúdos já estudados no ensino médio, porém com um ferramental matemático mais aprofundado, utilizando cálculo diferencial e integral (BARBETA e YAMAMOTO,2002).

Quando observamos detalhadamente o ensino de física, notamos, por exemplo, que o ensino de mecânica tem se mostrando cada vez mais defasado no nível superior, em que a maior dificuldade do aluno está na tradução dos fenômenos cotidianos observados em símbolos como equações, gráficos e diagramas. Tais dificuldades

são, muitas vezes, ocasionadas pela falta de compreensão conceitual dos fenômenos físicos. Em princípio, os conceitos explorados na disciplina de mecânica são aqueles que já foram, ou deveriam ter sido ensinados no ensino médio.

Um fato de que não podemos esquecer é que muitos dos conceitos básicos de física trazidos por esses novos alunos ingressantes são concepções espontâneas, adquiridas das vivências do dia a dia, que vão se transformando na medida em que novos conhecimentos científicos são adquiridos. No entanto, essas concepções podem servir de obstáculos à compreensão dos modelos cientificamente aceitos, caso elas não sejam combatidas e investigadas em sala de aula (ZYLBERSZTAJAN, 1983).

Uma das ferramentas utilizadas para a verificação da problemática anterior são provas diagnósticas conceituais, como o “*Force Concept Inventory*” (FCI) e o “*Mechanics Baseline Test*” (MBT), como método de investigação no ensino de física, que fornecem grandes indícios sobre quais classes de erros apresentam os estudantes ingressantes nas universidades. Além de contribuir para uma melhor atividade do docente, os resultados dos testes permitem a tomada de ações em relação aos cursos introdutórios de física básica. As porcentagens de respostas corretas medem as dificuldades das perguntas e permitem identificar se o estudante universitário tem as competências necessárias para iniciar a carreira universitária. Por outro lado, as porcentagens de respostas incorretas medem a eficiência dos distratores e são índices importantes na avaliação da eficácia de uma pergunta ao medir que classe de erros conceituais têm os alunos em determinados tópicos de mecânica.

Este trabalho tem como principal objetivo utilizar o teste conceitual MBT, desenvolvido por Hestenes e Wells, para efetuar um levantamento a respeito das dificuldades conceituais de mecânica apresentadas pelos alunos do Centro Universitário Norte do Espírito Santo, da Universidade Federal do Espírito Santo (CEUNES/UFES). Além disso, através da aplicação deste teste, buscamos identificar o grau de entendimento conceitual em vários tópicos relacionados à cinemática e à dinâmica de ponto materiais, bem como a habilidade em interpretar gráficos e diagramas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Como citado anteriormente, com o intuito de estudar o senso comum que muitos alunos apresentam em física, especialmente sobre movimento e força, David Hestenes, Malcolm Wells e Gregg Swackhamer desenvolveram e aplicaram, em 1992, na Universidade de Harvard e em colégios de ensino médio do Arizona, o FCI, um teste conceitual sobre as Leis de Newton que, segundo os autores, dispensava o conhecimento formal em física. O resultado da aplicação do FCI a 500 alunos mostrou que ele pode ser utilizado como um teste de nivelamento em faculdades e universidades para ajudar a determinar se a compreensão dos alunos de conceitos de física introdutória é suficiente para um curso mais avançado.

Com o mesmo intuito de avaliar a compreensão do aluno dos mais básicos conceitos de mecânica, e seguindo a proposta parecida com o FCI, Hestenes e Wells elaboraram, em 1992, o Mechanics Baseline Test, que é um conjunto de questões conceituais de física que abrange os tópicos fundamentais da física introdutória. O MBT, diferentemente do FCI, utiliza questões que não poderiam ser respondidas sem um conhecimento básico de mecânica e, portanto, para que ele seja aplicado, torna-se necessário que os alunos já tenham tido contato com os principais tópicos da física introdutória. Vale lembrar que as questões têm por objetivo verificar a bagagem conceitual dos alunos em física, e dispensam o uso de um conhecimento matemático elaborado. Com os resultados da aplicação do MBT, Hestenes e Wells concluíram que as maiores dificuldades dos estudantes parecem resultar da deficiência real dos conceitos básicos, dos quais dois merecerem maiores atenções: cinemática e leis de conservação.

No Brasil, a fim de identificar o grau de entendimento conceitual dos vários tópicos relativos à cinemática e a dinâmica de pontos materiais, Barbeta e Yamamoto (2002) aplicaram, entre 1999 e 2000, uma adaptação em português do MBT aos alunos ingressantes no ciclo básico de engenharia da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Como resultado da pesquisa, foi observado que embora os alunos tenham tido contato prévio com os tópicos explorados pelo teste, o nível de amadurecimento sobre o assunto ainda era pequeno, prevalecendo conceitos baseados em senso comum impreciso, e que o MBT confirmou a grande deficiência em relação aos conceitos básicos de física. Ainda segundo os autores, a deficiência apontada pelos alunos ingressantes nos tópicos de mecânica, tem que ser enfrentada pelos professores dos períodos iniciais, oferecendo ao mesmo tempo condições para que os estudantes

possam ampliar seus conhecimentos e sua capacidade de raciocínio, e consolidar os conceitos fundamentais.

Em 2012, Custódio (CUSTÓDIO, 2012) fez um estudo sobre “A utilização de testes conceituais em Física Básica”, com alunos de graduação de cursos de exatas, que cursavam a disciplina de física I da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Em seu trabalho Custódio nos mostra que, ao utilizar os testes conceituais, o professor pode verificar onde estão as principais dificuldades dos alunos na compreensão dos conceitos científicos ensinados, o que faz dos testes conceituais ferramentas para a melhoria do processo de ensino aprendido.

3 METODOLOGIA

Com base na análise das ementas dos cursos de graduação do CEUNES/UFES, notamos que todas as disciplinas de Física I, Física Geral e Fundamentos da Mecânica Clássica, apresentavam uma interseção em praticamente todos os tópicos relacionados ao ramo da mecânica. Diante destas análises, ficou decidido que um único teste seria aplicado as turmas de Engenharia Química, Engenharia de Petróleo, Licenciatura em Física, Licenciatura em Química, Licenciatura em Matemática e Licenciatura em Ciências Biológicas e Bacharelado.

Após as escolhas das turmas, o teste foi confeccionado em formato de livreto. Juntamente com cada teste foi anexado o termo de consentimento, no qual o aluno foi convidado a participar como voluntário do projeto/estudo, tendo seus dados pessoais e outras informações mantidas em sigilo. Os participantes tiveram em cada uma das 26 questões 6 opções de alternativas para marcar no gabarito, dentre elas a opção “F”, que corresponde à alternativa “não sei responder”. Cabe ressaltar, que nos cartões-resposta os alunos não eram identificados.

3.1 APLICAÇÃO DO MBT

A primeira aplicação do MBT ocorreu no início do segundo semestre letivo de 2014, quando estavam sendo ministradas as disciplinas de Física I, Física Geral e Fundamentos da Mecânica Clássica. Nessa etapa o MBT foi aplicado inicialmente no primeiro mês de aula para os cursos de Engenharia Química, Engenharia de Petróleo, Licenciatura em Física, Licenciatura em Química, Licenciatura em Matemática e Licenciatura em Ciências Biológicas e Bacharelado, totalizando 133 amostras.

Uma nova aplicação do MBT foi proposta para os alunos ingressantes dos cursos de Engenharia de Petróleo, Engenharia Química, Engenharia de Computação e Bacharelado em Ciências Biológicas, logo na segunda semana de aula dos alunos na universidade, no início do primeiro semestre letivo de 2015. A segunda aplicação do teste obteve 139 amostras, totalizando assim 272 amostras, com á do semestre anterior.

Durante as duas aplicações do teste, foi solicitado aos estudantes que respondessem todas as questões. Não foi permitido o uso de calculadoras, uma vez que eventuais cálculos envolviam apenas conhecimento algébrico. Também foi informado aos alunos que o resultado do teste não traria qualquer benefício ou prejuízo para eles na obtenção da promoção na disciplina, sendo a participação no teste opcional.

4 ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Após a aplicação e tabulação dos resultados, faremos um breve comentário dos resultados obtidos na aplicação do MBT. De acordo com o Quadro 1, temos um panorama geral das porcentagens de respostas marcadas para cada um dos seis itens presentes nas vinte e seis questões do MBT, destacando em azul as alternativas corretas. Observa-se que algumas questões apresentam uma pequena porcentagem de respostas em branco, enquanto as questões 9, 11, 12 e 18 apresentam consideráveis índices de respostas para a alternativa “F” (Não sei responder). De modo geral, a solução dessas questões, além de envolver conceitos físicos bem definidos, espera que o aluno seja capaz de usar corretamente as expressões relativas à força de atrito, aceleração centrípeta, conservação da energia cinética e potencial e a segunda lei do movimento de Newton. Verifica-se que outras questões que apresentam algum tipo de cálculo para a sua solução tiveram apreciáveis porcentagens para a alternativa “F”, destacando também que algumas dessas questões necessitavam de interpretação gráfica.

Quadro 1 - Porcentagem global de respostas marcadas em cada alternativa das 26 questões do Mechanics Baseline Test.

PORCENTAGEM GLOBAL DE RESPOSTAS MARCADAS								
	A	B	C	D	E	F	Branco	Conceitos "Newtonianos explorados"
1	32	57	4	1	3	3	0	Aceleração constante
2	6	11	9	45	20	8	0	Aceleração constante, Primeira Lei de Newton
3	8	14	10	29	24	16	0	Aceleração constante, Segunda Lei de
4	1	2	65	18	13	1	0	Aceleração tangencial
5	6	48	14	6	22	3	0	Aceleração centrípeta; Princípio da superposição
6	2	26	40	7	21	4	0	Queda livre
7	1	3	13	69	5	8	0	Princípio da superposição
8	12	17	22	17	16	16	0	Aceleração centrípeta, Segunda Lei de
9	5	17	6	11	7	51	1	Uso da expressão $a = v^2/r$, Segunda Lei, atrito
10	45	6	14	7	25	3	0	Conservação de energia
11	15	11	10	13	8	40	1	Conservação de energia
12	18	14	6	5	18	40	0	Aceleração normal, 2ª e 3ª Lei de Newton e Uso da expressão $a = v^2/r$
13	24	23	13	23	4	12	1	Terceira lei, princípio da superposição
14	22	46	5	10	5	12	0	Terceira lei, princípio da superposição
15	13	6	8	15	35	18	4	Conservação do momento linear
16	28	42	5	4	14	6	0	Impulso-momento linear
17	1	4	47	29	4	14	0	Dependência com massas
18	11	11	15	10	16	33	3	Aceleração média, Segunda Lei de Newton
19	12	22	28	15	10	12	0	Princípio da superposição
20	29	39	17	6	2	8	0	Trabalho – energia
21	66	12	13	4	1	4	0	Dependência com massas
22	21	29	28	6	3	14	0	Impulso-momento linear
23	11	18	18	25	11	17	0	Aceleração média
24	22	11	18	7	27	14	0	Deslocamento por integração
25	24	18	11	10	21	17	0	Velocidade média
26	10	10	21	35	11	14	0	Queda livre

Os conteúdos relacionados à cinemática escalar, abordados no MBT nas questões 1, 2, 3, 4, 18, 23, 24, 25 e 26, tiveram uma média de acertos de apenas 31%. Um fato importante que deve ser observado é que todas as questões (exceto a

18) envolvem análise de gráficos. Neste sentido, estes resultados indicam que existe uma dificuldade de relacionar um problema físico à linguagem gráfica, ou seja, os alunos não compreendem o gráfico como uma forma “alternativa” de se representar um fenômeno físico.

Os conteúdos relacionados à cinemática vetorial, mais especificamente aceleração tangencial e aceleração centrípeta, são relativos ao grupo de questões 4, 5, 9 e 12, do MBT e tiveram uma média de acertos igual a 22%. Esse resultado ruim nos

mostra o quanto os conceitos de aceleração centrípeta e aceleração tangencial não são compreendidos pela maioria dos estudantes.

Ao analisar o grupos de questões, que envolvem a temática dinâmica, verifica-se na questão 7 o maior índice de resposta marcadas erradas (69%) para o mesmo distrator (“D”). Esse resultado nos chama a atenção para a concepção errada de que o módulo da força normal de contato é “sempre” igual ao da força peso; tal situação é observada em diversos alunos dos mais variáveis níveis escolares. Esta concepção equivocada induz o aluno a considerar a decomposição de forças apenas na direção horizontal, indicando que o aluno aplica o princípio da superposição de forma mecanizada.

A lei da conservação da energia é mostrada nas questões 10, 11 e 20. Nessas questões o percentual médio de acertos foi igual a 18%, que nos mostra o quanto esse tópico é deficitário para a maioria dos estudantes. Na questão 10 apenas 25% dos alunos responderam corretamente o item “E”, sendo que 45% preferiram a alternativa incorreta “A”. Tal fato indica que os alunos associaram o formato do escorregador que apresenta uma inclinação mais brusca no item “A”, se comparado com as demais questões, como por exemplo, o item “D”, em que a curva não é tão brusca, tendo apenas 7% de resposta. Nessa questão 3% dos alunos responderam o item não sei responder, ou seja, não foram capazes de perceber o conceito abordado.

Outra questão que utiliza o conceito da segunda lei de Newton e o conceito de aceleração média é a questão de número 18, em que 11% registraram corretamente o item “B”. Este baixo índice, associado com o alto índice de alunos que marcaram a alternativa “F”, nos leva a um indício de que os alunos têm dificuldades em resolver questões com mais de um conceito com cálculos dependentes.

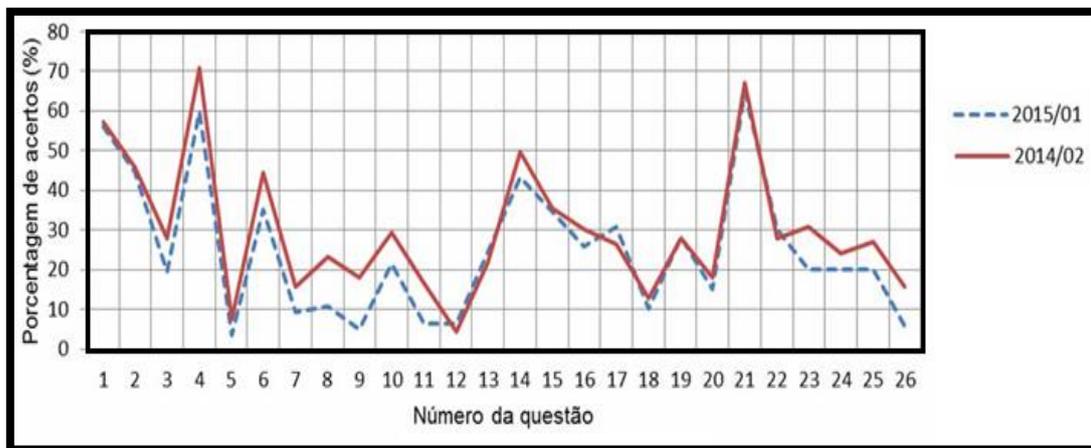
As questões 15, 16 e 22 envolvem tópicos relacionados à conservação do momento linear. Na questão 15 obtivemos um índice razoável de acertos, considerando o fato de que o conteúdo de momento linear não é necessariamente trabalhado no ensino médio. Já o resultado da questão 16, mais uma vez, reforça nossa suspeita de que os alunos confundem o comportamento pontual da velocidade com o comportamento da aceleração média; talvez seja necessário enfatizar o conceito de aceleração instantânea. No entanto, a distribuição de respostas atribuídas a questão 22 indica o quanto o conceito de momento linear ainda não

é claro para a maioria dos estudantes, já que as alternativas “A”, “B” e “C” tiveram praticamente as mesmas porcentagens de respostas. Na questão 22, as respostas mostram que não são claros para os alunos os conceitos de velocidade, força, aceleração, energia cinética e momento linear.

4.1 DESEMPENHO NO MBT APLICADO NO SEGUNDO SEMESTRE DE 2014 E PRIMEIRO SEMESTRE DE 2015

Através da análise da Figura 1, pode-se perceber que o índice de acerto das turmas que já tinham tido contato com a disciplina de cálculo e das turmas de alunos recém-chegados na universidade é praticamente igual; tal fato indica que os alunos de 2014/01 não utilizaram as ferramentas do cálculo para obter uma “vantagem” em relação à outra turma para a resolução do MBT; isto reforça a nossa suspeita de que os alunos avaliados possuem uma considerável dificuldade em correlacionar diferentes conteúdos na resolução de problemas. Tal realidade pode estar associada com o ensino tradicional que visa apenas à resolução de problemas, muitas vezes apenas pela substituição em fórmulas prontas.

Figura 1 - Gráfico comparativo do desempenho na aplicação do MBT entre 2015/01 e 2014/02, as linhas tracejadas são apenas guia para os olhos.



Fonte: Produzido pelo autor.

O Quadro 2 apresenta o desempenho de todas as turmas participantes do MTB. Pode-se observar que nenhuma das turmas obteve um percentual médio de acertos iguais a 50%. Torna-se preocupante o número de questões com bom desempenho apresentados pelas turmas de 2014/02, pois se esperava um melhor desempenho no MBT, uma vez que elas já passaram por disciplinas de cálculo e tiveram contato com conteúdo de física durante o primeiro mês em que o MBT fora

aplicado. Por outro lado o número baixo de questões com bom desempenho das turmas ingressantes de 2015/01 reforça nossas suspeitas de que esses alunos continuam a chegar à universidade com dificuldades conceituais em física.

Quadro 02: Porcentagem global média de acertos nas 26 questões do *Mechanics Baseline Test* e número de questões com bom desempenho.

Curso	Semestre	Porcentagem global médio de acertos (%)	Número de questão com bom desempenho
Engenharia Química	2014/02	37	7
	2015/01	29	5
Engenharia de Petróleo	2014/02	39	8
	2015/01	28	2
Engenharia de Computação	2014/02	-	-
	2015/01	25	3
Ciências Biológicas	2014/02	19	2
	2015/01	18	2
Química/Matemática	2014/02	24	4
	2015/01	-	-
Física	2014/02	28	7
	2015/01	-	-

5 CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho, de qual participaram alunos dos cursos de Engenharias e Licenciaturas, e Ciências Biológicas do CEUNES/UFES, nos alertam que os alunos ingressantes na universidade apresentam concepções espontâneas sobre movimento e forças e grandes dificuldades conceituais com relação aos conceitos de velocidade, tipos de aceleração, soma vetorial e análises de gráficos e diagramas. Considerando, intuitivamente, que os alunos de 2014/02 chegaram ao CEUNES/UFES em igualdade de condições com os alunos de 2015/01, é possível indicar que as concepções espontâneas e as dificuldades conceituais trazidas do ensino médio por esses alunos persistem, mesmo após o início dos cursos introdutórios de mecânica (Fundamentos da Mecânica Clássica, Física I e Física Geral), no nível universitário. É possível sugerir que, embora esses alunos consigam resolver os problemas do MBT que envolvem cálculos matemáticos, assim como aquelas cobradas nas provas tradicionais, eles não dominam corretamente, ou dominam muito pouco, os conceitos de tópicos de mecânica.

Outro ponto importante a destacar é que a utilização dos testes conceituais, como ferramenta de investigação e implementação de ações mitigadoras do ensino conceitual, certamente provocará ainda uma melhoria do desempenho dos estudantes em problemas tradicionais. Tendo em vista que o professor poderá verificar em quais tópicos seus alunos apresentam maior dificuldade conceitual, para assim poder apontar possíveis soluções que venham a gerar as desejadas mudanças, minimizar as dificuldades conceituais e maximizar o processo de aprendizagem.

Finalmente, consideramos que o MBT constitui uma base sólida para a verificação das dificuldades conceituais em física na disciplina de Mecânica Introdutória.

REFERÊNCIAS

BARBETA, V.B.; YAMAMOTO, I. Dificuldades conceituais em física apresentadas por alunos ingressantes em um curso de engenharia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 24, n°3, 2002.

CUSTÓDIO, FAUSTO LIMA. A utilização de testes conceituais em Física básica. 2012. 118 f. Tese (Mestrado em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 2012.

F.C.FERREIRA, A.R.L.CAÍRES, A.A.SILVA e S.L.OLIVEIRA. Diagnóstico de dificuldades conceituais em Física apresentadas por acadêmicos ingressantes em cursos da UFGD. Encontro nacional de pesquisa em educação e ciências. Florianópolis – 2009.

HESTENES, D e WELLS, M. e Swackhamer, G. Force Concept Inventory. *The Physics Teacher* v.30, n.3, p.141-158, 1992

HESTENES, D. e WELLS, M. A Mechanics Baseline Test. *The Physics Teacher* v.30, n.3, p.141-158, 1992.

ZYLBERSZTAJN, A. Concepções Espontâneas em Física: Exemplos em Dinâmica e Implicações para o Ensino. *Revista Ensino de Física*, v. 5, n. 2, p.3-16, 1983.