

**DIAGNÓSTICO DE DIFICULDADES CONCEITUAIS EM FÍSICA
APRESENTADAS POR ACADÊMICOS INGRESSANTES EM CURSOS DA UFGD.****DIAGNOSIS OF CONCEPTUAL DIFFICULTIES IN PHYSICS PRESENTED BY
STUDENTS IN COURSES OF UFGD.****Fernando Cesar Ferreira, Anderson Rodrigues Lima Caíres, Adão Antônio da Silva,
Samuel Leite de Oliveira**

UFGD, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, fernandoferreira@ufgd.edu.br

UFGD, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, andersoncaires@ufgd.edu.br

UFGD, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, adaosilva@ufgd.edu.br

UFGD, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, slo@ufgd.edu.br

RESUMO

Este trabalho apresenta os primeiros resultados de uma pesquisa em andamento. Através da aplicação de um teste desenvolvido por D. Hestenes e M. Wells, mapearemos o nível de entendimento de conceitos de mecânica que os alunos ingressantes nos cursos de Engenharia de Produção, Engenharia de Alimentos, Matemática e Química da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). O teste explora conceitos fundamentais de Mecânica, não exigindo um alto grau de conhecimento matemático, onde o aluno será levado a responder as questões apenas fazendo uso do seu senso comum e da sua experiência pessoal. Esse teste é conhecido como "Mechanics Baseline Test", e vem sendo aplicado com este propósito em várias universidades americanas (Harvard University, Arizona State University, etc), e recentemente também foi aplicada aqui no Brasil na UNIFEI por V. B. Barbeta e I. Yamamoto.

Palavras-chave: mecânica clássica; diagnóstico; "Mechanics Baseline Test".**Abstract**

This work presents the first results of a research in progress. By applying a test developed by D. Hestenes and M. Wells, we survey the level of understanding of physics shown by freshmen in Engineering, Mathematics and Chemistry at Universidade Federal University da Grande Dourados (UFGD). The test explores fundamental concepts of mechanics, not requiring a high degree of mathematical knowledge. The student will be taken to answer the questions using only their common sense and personal experience. This test is known as the "Mechanics Baseline Test," and has been used for this purpose in several American universities (Harvard University, Arizona State University, etc), and recently also been applied in Brazil by the UNIFEM V. B. Barbeta and I. Yamamoto.

Keywords: classical mechanics, diagnosis, mechanics baseline test.

INTRODUÇÃO

A grande maioria dos cursos ligados à área de ciências exatas e tecnológicas contém na sua estrutura curricular os cursos de física básica. Os conceitos da física básica abordados no ensino superior são os mesmos conceitos que os alunos aprendem no ensino médio, o que difere um curso do outro, é basicamente, o ferramental matemático que cada um utiliza.

Em certos cursos, como por exemplo, nas Engenharias, o acadêmico inicia a disciplina de física e de cálculo simultaneamente, o que implica que antes dele ter a possibilidade de aprender alguns conceitos no cálculo ele já é obrigado a utilizá-los na disciplina de física. Isso sem dúvida compromete o acompanhamento e desenvolvimento do curso pelo aluno. Esse fato leva a seguinte afirmação: O baixo índice de aprovação dos alunos em física no ensino superior se deve ao despreparo dos alunos em manipular as ferramentas matemáticas.

Com o objetivo de verificar se realmente era esse o maior problema enfrentado pelos alunos que ingressavam em universidades americanas, Hestenes e Wells desenvolveram um teste diagnóstico, chamado de “Mechanics Baseline Test” (HESTENES e WELLS, 1992).

Esse teste é baseado apenas em conceitos fundamentais da física básica, onde os alunos são levados a resolver o teste utilizando apenas o seu senso comum e sua experiência pessoal, ou seja, não é necessário o conhecimento de um ferramental matemático mais elaborado.

Os pesquisadores aplicaram esse teste aos calouros da Universidade de Harvard e da Universidade Estadual do Arizona, e os resultados reportados mostraram certa deficiência no entendimento dos conceitos fundamentais da física básica. Recentemente, um grupo brasileiro [2], também aplicou esse mesmo teste na UNIFEI em São Bernardo dos Campos, e chegaram a conclusões similares, ou seja, os alunos ingressam no ensino superior sem realmente ter os conceitos físicos bem definidos.

Esses resultados mostraram que a falta de habilidade com as ferramentas matemáticas, no ensino superior, não é a única vilã no processo de aprendizagem dos acadêmicos. Alguns estudos já mostraram a grande deficiência que os alunos no ensino superior apresentam na interpretação de gráficos (BEICHNER, 1994; AGRELLO e GARG, 1999). Isso é um grande obstáculo, pois o entendimento dos gráficos é uma das ferramentas mais importantes nas interpretações de conceitos físicos.

Além do mais, o insucesso obtido pelos acadêmicos de determinados cursos, o de matemática na UFGD por exemplo, que cursam a disciplina de física básica após terem passado por disciplinas de cálculo diferencial e integral, vem colaborar com a tese da existência de uma grande dificuldade dos alunos em entenderem os conceitos básicos da física sem que necessariamente se atribua isso a falta de conhecimento matemático.

No entanto, com isso não estamos afirmando que a matemática não é necessária para a apropriação de conceitos físicos pelos acadêmicos, pois:

Ao concebermos a apreensão do real como fruto de um processo de interação dialética entre abstrato e concreto, entre teórico e empírico, não há como evitar o tratamento da Matemática como elemento que participa, com sua especificidade própria, do contexto da construção do conhecimento. Assim, um dos atributos essenciais ao educador com relação a esta questão é perceber que não se trata apenas de saber Matemática para poder operar as teorias Físicas que representam a realidade, mas de saber apreender teoricamente o real através de uma estruturação matemática. (PIETROCOLA, 2002, p. 105).

Mas que ela não deve ser considerada como o pré-requisito definitivo para o bom aproveitamento das aulas de física, e sim que ela deve ser vista como parceira (e não como ferramenta) na construção de conhecimentos científicos,

OBJETIVO

Diagnosticar o grau de entendimento dos conceitos básicos da mecânica newtoniana dos alunos ingressantes nos cursos de Engenharia de Produção, Engenharia de Energia, Engenharia de Alimentos, Matemática e Química da UFGD.

JUSTIFICATIVA

O baixo índice de sucesso nas disciplinas de Física obtido pelos acadêmicos ingressantes no ensino superior é universal. Este panorama nos mostra uma necessidade de avaliarmos qual é a causa desse insucesso. Será devido à falta de habilidade com o novo ferramental matemático utilizado na disciplina? Ou será que realmente é uma deficiência no entendimento dos conceitos fundamentais da Física?

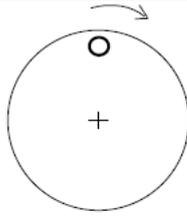
Acreditamos que os resultados obtidos por testes dessa natureza em diferentes centros de pesquisa e universidades pode contribuir de forma significativa para o mapeamento das dificuldades que os alunos levam do ensino médio para o ensino superior no que se refere a conceitos fundamentais de Mecânica Clássica. Além disso, contribui para o estabelecimento de estratégias que visem diminuir essas dificuldades. E por último, mas não menos importante, para que se possa reavaliar a imagem bastante difundida entre professores de ensino médio e superior que diz que *o aluno não aprende física por que não sabe matemática*. Obviamente não dominar ferramentas matemáticas básicas como cálculo diferencial e integral, por exemplo, implica em dificuldades de entendimento, mas não deve ser considerado o único obstáculo a ser escolhido como alvo. Não se deve esquecer da história que o aluno possui de anos de vida escolar antes de chegar ao ensino superior.

MATERIAIS E MÉTODOS

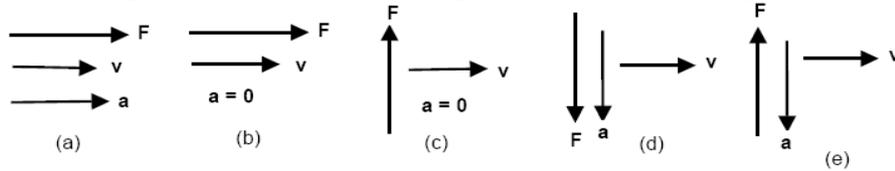
Para a avaliação dos alunos, utilizaremos uma adaptação do “Mechanics Baseline Test” (MBT), que foi desenvolvido por Hestenes e Wells. O teste constitui-se de 26 questões de múltipla escolha, das quais apenas 7 exigem a realização de algum tipo de cálculo matemático, mas nesses casos, os cálculos só envolvem conhecimentos de álgebra elementar. Cada questão possui seis alternativas de escolha. Cinco delas referem-se a possíveis soluções e a sexta alternativa permite que o aluno informe que não sabe a resposta para a questão. Abaixo incluímos, a título de exemplo, duas questões.

Portanto, as questões têm por objetivo verificar a bagagem conceitual dos alunos em física, sendo desnecessário o conhecimento de um ferramental matemático elaborado.

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>8. - <i>Um pequeno cilindro metálico repousa sobre uma plataforma horizontal circular, a qual gira com velocidade constante como ilustrado no diagrama a seguir.</i></p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

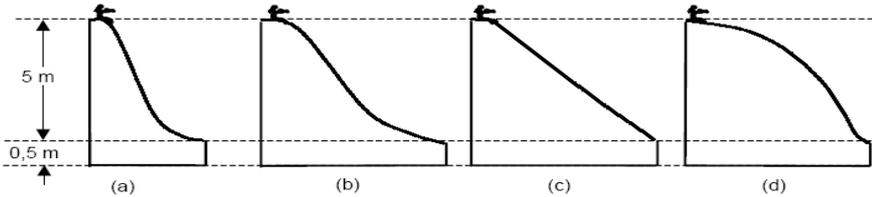


Qual dos seguintes conjuntos de vetores descreve melhor a velocidade, a aceleração e a força resultante agindo sobre o cilindro no ponto indicado no diagrama?



(f) Não sei responder

10. - Uma garota deseja escolher um dos escorregadores, abaixo ilustrados, que lhe dê a maior velocidade possível quando atingir o final do escorregador. Desprezando o atrito, qual dos escorregadores ela deverá escolher?



(e) Tanto faz, pois a velocidade será a mesma em qualquer um deles.

(f) Não sei responder.

A tabela abaixo mostra na primeira coluna os tópicos conceituais explorados no teste, e na segunda coluna está qual é a questão que aborda tais tópicos. As questões em parênteses, na segunda coluna, indicam que estão sendo explorados mais do que um conceito na mesma questão.

| ASSUNTO | QUESTÃO |
|--------------------------------|--------------|
| Cinemática | |
| Movimento linear | |
| Aceleração constante | 1, (2), (3) |
| Aceleração média | (18), 23 |
| Velocidade média | 25 |
| Deslocamento por integração | 24 |
| Movimento curvilíneo | |
| Aceleração tangencial | 4 |
| Aceleração normal | 5, (8), (12) |
| Uso da expressão $a_0 = v^2/r$ | (9), (12) |
| Princípios Gerais (Dinâmica) | |
| Primeira Lei | (2) |

| | |
|-------------------------------|-------------------------|
| Segunda Lei | (3), 8, (9), (12), (18) |
| Dependência com a massa | 17, 21 |
| Terceira Lei | (12), (13), 14 |
| Princípio da Superposição | (5), 7, (13), 19 |
| Trabalho-energia | 20 |
| Conservação da Energia | 10, 11 |
| Impulso-momento linear | 16, 22 |
| Conservação do momento linear | 15 |
| Forças Específicas | |
| Queda livre gravitacional | 6, 26 |
| Atrito | (9) |

Os alunos ingressantes nos cursos de Engenharia de Produção, Engenharia de Alimentos, Matemática e Química da FACET foram convidados a realizarem a adaptação do teste “Mechanics Baseline Test”. O teste foi realizado na semana inicial do primeiro semestre letivo de cada turma.

ANÁLISE PRELIMINAR

Esperamos identificar quais são as maiores dificuldades que os alunos apresentam na assimilação dos conceitos básicos da Física Newtoniana. Pretende-se identificar pontualmente os principais conceitos que os acadêmicos possuem maiores/menores dificuldades de compreender durante o processo de aprendizagem no ensino médio.

Nas tabelas (1) e (2) são apresentados os primeiros resultados coletados e tabulados. Em nossas primeiras análises verificamos o baixo índice de acertos na maioria das questões do teste com, no entanto, duas exceções marcantes: as questões 4 e 21. Essas questões tratam, respectivamente, de aceleração tangencial no movimento curvilíneo e da Segunda Lei de Newton. O segundo resultado pode ser entendido a partir da constatação de que a Segunda Lei de Newton é bastante trabalhada no ensino médio (ainda que de forma contundentemente mecanizada). Já o primeiro resultado mostra-se como incógnita para uma primeira interpretação se considerarmos que movimento circular não é um tópico trabalhado ao mesmo nível da Segunda Lei de Newton.

Já a opção F (quando o aluno não sabe o que responder) apresentou como constatação imediata os resultados para as questões 9, 12, 13 e 18. Interessante notar que se na Tabela 1 a questão 21 teve um bom índice de acertos, na Tabela 2 a questão 9, que também trata da Segunda Lei apresentou altos valores. Percebe-se que, em princípio, o aluno sabe aplicar a Segunda Lei em um contexto, mas ao mudar-se para outra situação já não parece perceber que o princípio continua válido.

| TABELA 1 - ACERTOS (%) | | | | | |
|-------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| | 1S07QUI | 1S08QUI | 2S07MAT | 1S08MAT | 2S07EA |
| 1 | 42,9 | 27,3 | 30,8 | 12,5 | 36,8 |
| 2 | 7,1 | 22,7 | 38,5 | 12,5 | 15,8 |
| 3 | 7,1 | 9,1 | 0,0 | 0 | 21,1 |
| 4 | 50,0 | 54,5 | 30,8 | 37,5 | 63,2 |
| 5 | 7,1 | 4,5 | 0,0 | 12,5 | 5,3 |
| 6 | 21,4 | 27,3 | 0,0 | 25 | 31,6 |
| 7 | 21,4 | 9,1 | 30,8 | 25 | 26,3 |
| 8 | 14,3 | 13,6 | 15,4 | 0 | 10,5 |
| 9 | 7,1 | 9,1 | 7,7 | 0 | 15,8 |
| 10 | 28,6 | 4,5 | 7,7 | 12,5 | 15,8 |
| 11 | 14,3 | 18,2 | 7,7 | 0 | 26,3 |
| 12 | 7,1 | 13,6 | 7,7 | 12,5 | 0,0 |
| 13 | 14,3 | 9,1 | 0,0 | 12,5 | 0,0 |
| 14 | 21,4 | 9,1 | 15,4 | 25 | 26,3 |
| 15 | 28,6 | 27,3 | 7,7 | 0 | 26,3 |
| 16 | 21,4 | 22,7 | 7,7 | 12,5 | 31,6 |
| 17 | 14,3 | 13,6 | 23,1 | 0 | 15,8 |
| 18 | 7,1 | 9,1 | 0,0 | 12,5 | 5,3 |
| 19 | 14,3 | 4,5 | 0,0 | 12,5 | 26,3 |
| 20 | 21,4 | 13,6 | 15,4 | 0 | 21,1 |
| 21 | 57,1 | 68,2 | 69,2 | 62,5 | 52,6 |
| 22 | 7,1 | 27,3 | 23,1 | 37,5 | 26,3 |
| 23 | 7,1 | 9,1 | 15,4 | 12,5 | 21,1 |
| 24 | 7,1 | 9,1 | 15,4 | 0 | 10,5 |
| 25 | 14,3 | 9,1 | 15,4 | 12,5 | 15,8 |
| 26 | 7,1 | 9,1 | 7,7 | 0 | 31,6 |
| Média | 18,1 | 17,5 | 15,1 | 13,5 | 22,3 |
| 2S07MAT: Matemática, 2º Semestre de 2007 | | | | | |
| 1S08MAT: Matemática, 1º Semestre de 2008 | | | | | |
| 1S07QUI: Química, 1º Semestre de 2007 | | | | | |
| 1S08QUI: Química, 1º Semestre de 2008 | | | | | |

| Intervalo de Acertos | Quantidade. de Questões |
|-----------------------------|--------------------------------|
| 0-25 % | 99 |
| 25,1-50 % | 24 |
| 50,1-100 % | 07 |

| TABELA 2 - RESULTADOS PARA A OPÇÃO F (%) | | | | | |
|-------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| | 2S07MAT | 1S08MAT | 1S07QUI | 1S08QUI | 2S07EA |
| 1 | 23,1 | 0,0 | 7,1 | 4,5 | 5,3 |
| 2 | 15,4 | 12,5 | 28,6 | 18,2 | 21,1 |
| 3 | 15,4 | 12,5 | 28,6 | 9,1 | 0,0 |
| 4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 9,1 | 0,0 |
| 5 | 0,0 | 12,5 | 14,3 | 4,5 | 5,3 |
| 6 | 7,7 | 25,0 | 21,4 | 4,5 | 0,0 |
| 7 | 7,7 | 12,5 | 7,1 | 4,5 | 0,0 |
| 8 | 23,1 | 37,5 | 14,3 | 13,6 | 10,5 |
| 9 | 46,2 | 50,0 | 71,4 | 50,0 | 47,4 |
| 10 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,5 | 0,0 |
| 11 | 15,4 | 50,0 | 57,1 | 18,2 | 10,5 |
| 12 | 46,2 | 62,5 | 78,6 | 40,9 | 42,1 |
| 13 | 38,5 | 25,0 | 50,0 | 27,3 | 26,3 |
| 14 | 30,8 | 12,5 | 42,9 | 18,2 | 31,6 |
| 15 | 15,4 | 37,5 | 14,3 | 13,6 | 15,8 |
| 16 | 15,4 | 12,5 | 7,1 | 4,5 | 5,3 |
| 17 | 15,4 | 25,0 | 14,3 | 18,2 | 15,8 |
| 18 | 46,2 | 62,5 | 71,4 | 36,4 | 52,6 |
| 19 | 30,8 | 12,5 | 14,3 | 9,1 | 5,3 |
| 20 | 23,1 | 37,5 | 21,4 | 13,6 | 15,8 |
| 21 | 0,0 | 0,0 | 7,1 | 0,0 | 0,0 |
| 22 | 7,7 | 25,0 | 14,3 | 9,1 | 10,5 |
| 23 | 15,4 | 0,0 | 50,0 | 13,6 | 5,3 |
| 24 | 15,4 | 25,0 | 35,7 | 18,2 | 10,5 |
| 25 | 7,7 | 25,0 | 50,0 | 22,7 | 21,1 |
| 26 | 7,7 | 0,0 | 14,3 | 4,5 | 5,3 |
| Média | 18,0 | 22,1 | 28,3 | 15,0 | 14,0 |

| Intervalo de Acertos | Quantidade de Questões |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 0-25 % | 97 |
| 25,1-50 % | 26 |
| 50,1-100 % | 07 |

Para completar a análise falta aplicar o teste nos cursos de Engenharia de Produção e Engenharia de Energia. Nesse primeiro estágio da pesquisa os dados ainda não foram submetidos a nenhum tratamento estatístico detalhado das respostas. Seja por conta do número ainda pequeno de amostras seja por estar em discussão a seleção das ferramentas estatísticas que melhor se prestam a análise dos dados brutos, de forma a apresentar um quadro em que seja possível afirmar as correlações que existem, ou não, entre os diferentes grupos de alunos.

Porém, a reflexão sobre os resultados preliminares dos testes leva ao reconhecimento de um problema maior: que componentes históricas afetam a construção do conhecimento científico escolar pelo indivíduo? Inúmeras foram as possibilidades levantadas, mas a única sobre a qual é possível a universidade pública efetivamente atuar é sobre as estratégias para a formação de professores (FREITAS e VILLANI, 2002).

Nesse sentido, considerando que a maioria dos alunos que ingressam todos os anos nos cursos da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da UFGD são provenientes de Mato Grosso do Sul e nesse universo os alunos da região da Grande Dourados – formada por cerca de 30 municípios – predominam, é razoável conceber que as dificuldades que os acadêmicos

apresentam na compreensão de conceitos básicos de mecânica têm entre suas fontes a forma como seus professores de ensino médio trataram esses conceitos. Sendo assim, é de vital importância estender a análise dos resultados para a comunidade de professores da região da Grande Dourados de forma a possibilitar:

- A partir do mapeamento das dificuldades dos acadêmicos, proceder ao levantamento de concepções dos professores sobre esses mesmos conceitos básicos de mecânica a partir de uma perspectiva didático-pedagógica;
- O estabelecimento de ações de formação continuada que assegurem a reflexão em um processo compartilhado de construção de saberes para a docência.

Trata-se, portanto, em uma perspectiva mais ampla. Não somente determinar o grau de compreensão de conceitos básicos de mecânica de alunos ingressantes em cursos de exatas, mas de ir além e obter um diagnóstico de como os professores vêem e elaboram relações didáticas para esses mesmos conceitos. Portanto, estendendo a análise para os cursos faltantes, essa perspectiva se apresenta como etapa seguinte na continuidade desse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRELLO, D. A. e GARG, R. **Compreensão de gráficos de cinemática em Física introdutória.** Rev. Bras. Ens. Fis. 21 (1), 103 (1999).

ASTOLFI, J., DEVELAY, M. **A didática das ciências.** Campinas: Papyrus, 2006

BARBETA, V. B. e YAMAMOTO, I. **Dificuldades conceituais em Física apresentadas por alunos ingressantes em um curso de engenharia.** Rev. Bras. Ens. Fis. 24 (3), 324 (2002).

BEICHER R. J. **Testing student interpretation of kinematics graphs.** Am. J. Phys. 62 (8) August 1994, pp. 750-762

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências.** Cad. Bras. Ens. Fís., v. 19, n.3: p.291-313, dez. 2002.

FREITAS, D. de e VILLANI, A. **Formação de professores de ciências: um desafio sem limites.** Investigações em Ensino de Ciências V7(3): 215-230, 2002.

HESTENES, D. e WELLS, M. **A Mechanics Baseline Test.** The Physics Teacher 30:3 (1992) 159-166.

MALDANER, O. A. & SCHNETZLER, R. P. **A Necessária Conjugação da Pesquisa e do Ensino na Formação de Professores e Professoras.** In: CHASSOT, A. e OLIVEIRA, R. J. (organizadores). Ciência, ética e cultura na educação. São Leopoldo, Ed. UNISINOS, 1998.

PIETROCOLA, M. **A matemática como estruturante do conhecimento físico.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 19, n. 2, 2002.