



## **ANÁLISE DE UM TESTE CONCEITUAL DE MECÂNICA VOLTADO PARA ALUNOS DE UM CURSO DE NIVELAMENTO DE APRENDIZAGEM NAS ENGENHARIAS**

**Mayara Gonçalves Costa** – mayaracosta33@yahoo.com.br

**Marcos Lopes de Sousa Brito** – marcoslopez17@gmail.com

**José Benício da Cruz Costa** – benicio.fisica@gmail.com

**Alexandre Guimarães Rodrigues** – alexgr@ufpa.br  
Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia  
Campus Universitário Guamá  
Rua Augusto Corrêa, nº 01  
66075-110 – Belém – Pará

**Resumo:** Neste trabalho, fazemos a apresentação de um instrumento de coleta de dados utilizado na modalidade pré-teste/pós-teste no curso de nivelamento de Física Elementar do Programa de Cursos de Nivelamento de Aprendizagem em Ciências Básicas das Engenharias (PCNA) na Universidade Federal do Pará. O objetivo deste trabalho é, por meio do pré-teste, identificar o nível de entendimento sobre os principais conceitos de mecânica newtoniana e, através do pós-teste, avaliar a eficiência do curso em combater as concepções intuitivas reveladas no pré-teste. O instrumento de coleta de dados é composto majoritariamente por questões utilizadas em questionários validados em pesquisas nacionais e internacionais. Os resultados revelaram que houve evolução de 30% no índice de acerto do pós-teste em relação ao pré. Entretanto, a análise do pós-teste revelou inconsistências diversas no entendimento do alunado, como dificuldades com questões envolvendo gráficos, o que provavelmente também está relacionado à falta de um entendimento mais profundo dos conceitos cinemáticos. Tais inconsistências trazem dificuldades para o entendimento da mecânica newtoniana no contexto da dinâmica. O mapeamento das dificuldades de entendimento conceitual é importante para que o docente busque novas práticas e combine diversos recursos metodológicos a fim de provocar conflitos cognitivos com vista a promover ao aluno uma visão newtoniana consistente para apreender os fundamentos da mecânica.

**Palavras-chave:** Concepções intuitivas; Entendimento Conceitual; Questionário; Mecânica.

### **1. INTRODUÇÃO**

O curso de Física Fundamental I faz parte da ementa de todos os cursos de engenharia do Instituto de Tecnologia (ITEC) da Universidade Federal do Pará (UFPA), e, na maioria deles é ofertado ainda no primeiro semestre. Tradicionalmente, nesses cursos, a disciplina de “cálculo I” é oferecida em paralelo à disciplina de “física I” e, muitas vezes, a esse fato se atribui a culpa pelo fracasso de parte dos alunos na aprovação em física. Porém, deve-se atentar para o fato, de que, além do conhecimento das ferramentas de cálculo para o sucesso do aluno em um curso de física no ensino superior também é preciso o domínio dos conceitos básicos que são explorados pela disciplina, como a habilidade para interpretar e criar gráficos (BARBETA & YAMAMOTO, 2002). No entanto, os autores ainda apontam que,

Organização



Promoção





infelizmente, a interpretação de gráficos não é a única lacuna trazida por esses alunos ao ensino superior. Os conceitos básicos de mecânica, explorados no curso de “física I”, também não se mostram dominados por grande parte dos ingressantes.

A literatura, há décadas, mostra que essa falta de afinidade com concepções físicas e científicas é, em parte, causada pela existência de concepções alternativas fundamentadas no senso comum. E, para muitos, algumas destas noções são fortemente incorporadas a sua estrutura cognitiva, tornando-se resistentes à instrução (ZYLBERSZTAJN, 1983). E na formação do engenheiro, sendo o maior desafio promover o desenvolvimento global do indivíduo através do desencadeamento de todas as suas potencialidades, é necessário que a percepção da realidade pelo aluno seja feita com base em conceitos científicos e não intuitivamente.

O objetivo deste trabalho é identificar o nível de entendimento sobre os principais conceitos de mecânica por meio de um pré-teste realizado no primeiro dia de aula (em 03/08/2015) de um curso de nivelamento de física elementar do PCNA (Programa de Cursos de Nivelamento da Aprendizagem em Engenharias) (RODRIGUES *et al.*, 2012) - respondido por alunos ingressantes nos cursos de engenharia da UFPA. Por meio da análise dos resultados do pós-teste realizado no último dia de aula de nivelamento, a pesquisa intenta ainda avaliar a eficiência do curso de nivelamento em combater as concepções intuitivas reveladas no pré-teste.

## 2. INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS E MÉTODO AVALIATIVO: O PRÉ-TESTE E O PÓS-TESTE

O pré-teste e o pós-teste aplicados no curso de Física Elementar do PCNA são questionários que contêm adaptações do “*Mechanics Baseline Test*” (MBT) (HESTENES e WELLS, 1992), do “*Force Concept Inventory*” (FCI) (HESTENES, WELLS e SWACKHAMER, 1992) e de questões conceituais do livro “Física Conceitual” (FC) (HEWITT, 2011).

Os testes contêm as mesmas questões. Recebem as denominações de pré e pós-teste em virtude de terem sido passados em momentos diferentes do curso (no início e no fim, respectivamente). No total, são 20 questões conceituais. Cada questão tem cinco alternativas, e em todas apenas uma está correta. A alternativa “não sei responder” (alternativa “E”) está presente em todas as questões.

Portanto, os testes tiveram grande relevância para o curso de nivelamento, como um método avaliativo. O pré-teste avaliou a compreensão dos alunos ingressantes na universidade sobre os conceitos fundamentais da mecânica e o pós-teste avaliou a eficiência da abordagem desses conceitos realizada pelos monitores nas aulas de nivelamento.

Na Tabela 1 apresenta-se a distribuição das questões do pré e pós-teste, segundo os assuntos e conceitos newtonianos explorados em cada questão. Na coluna mais a direita é mostrada a sua procedência e ao lado, entre parênteses, o número da questão correspondente nos testes originais. A intenção dessa coluna é possibilitar ao leitor condições de encontrar a maioria das questões utilizadas nos testes, uma vez que o formato de publicação não permite anexar o teste em si (por questão da delimitação do número de páginas). Tampouco seria possível uma descrição detalhada questão a questão, item a item.

Também há questões que foram elaboradas pela própria equipe de monitores do Curso de Nivelamento, mas que se assemelham muito a questões conceituais recorrentes em provas de mecânica. Essas questões estão identificadas com um asterisco (\*).



Tabela 1 - Cada questão explora o conceito indicado. Obs.: Na coluna mais à direita os números entre parênteses são para indicar a questão correspondente nos testes originais.

Teste	Assunto (s)	Conceito Newtoniano explorado	Fonte
Q1	Gravitação	Aceleração independe do peso	FCI (1)
Q2	Gravitação	Aceleração independe do peso	FCI (3)
Q3	Cinemática	Aceleração constante em movimento linear	MBT (1)
Q4	Cinemática/Dinâmica	Primeira Lei em equilíbrio dinâmico	MBT (2)
Q5	Cinemática/Dinâmica	Segunda Lei	MBT (3)
Q6	Cinemática	Aceleração tangencial em mov. curvilíneo	MBT (4)
Q7	Forças específicas	Queda livre gravitacional	MBT (6)
Q8	Dinâmica	Princípio da superposição	MBT (7)
Q9	Cinemática/Dinâmica	Aceleração normal em movimento curvilíneo	MBT (8)
Q10	Forças específicas	Queda livre gravitacional	FC
Q11	Dinâmica	Terceira Lei	FC
Q12	Dinâmica	Terceira Lei para forças impulsivas	FCI (2)
Q13	Dinâmica	Primeira Lei	FC
Q14	Dinâmica	Princípio da superposição	*
Q15	Cinemática/Dinâmica	Primeira Lei em equilíbrio dinâmico	*
Q16	Dinâmica	Segunda Lei	*
Q17	Dinâmica	Primeira Lei	*
Q18	Dinâmica	Primeira Lei em equilíbrio dinâmico	*
Q19	Dinâmica	Primeira Lei em equilíbrio dinâmico	*
Q20	Dinâmica	Segunda Lei	*

### 3. CARACTERIZAÇÃO DO ESPAÇO AMOSTRAL E COLETA DE DADOS

A amostra analisada neste trabalho é um recorte de um universo extremamente heterogêneo, pois, mesmo se tratando de ingressantes em engenharia, há discrepâncias quanto ao nível da formação básica desses alunos antes de adentrar à universidade e que tem reflexos na formação superior. Entretanto, o formato da cadeira de “física I” no ITEC é praticamente igual para todas as engenharias, o que torna viável a utilização desse espaço amostral para os fins dessa pesquisa. Ele é composto por alunos que responderam tanto o pré quanto o pós-teste. No total, 58 alunos atenderam a esse requisito e é garantido que a nenhum deles foi informado que o pré-teste e o pós-teste continham as mesmas questões.

Por razão econômica optou-se por expor as questões em formato de apresentação em *PowerPoint* por meio de um projetor. Foram impressos apenas os cartões-resposta onde os alunos indicavam qual das alternativas eles consideravam correta em cada questão (podendo admitir que não sabia responder marcando a alternativa “E”).

Os testes tiveram duração de 1 hora, sendo dividido em dois momentos: no primeiro o aluno teve 2 minutos para cada questão e no segundo as questões foram repetidas, porém ficaram projetadas em um tempo menor, somente 1 minuto por questão.

Foi permitido que o aluno entregasse o teste logo após o término do primeiro momento (40 minutos), porém nenhum aluno o fez. O aluno teve a chance de mudar de resposta na segunda vez em que as questões foram projetadas. Desse modo, não se considerou rasura na folha de resposta como condição para anular a resposta, desde que o aluno indicasse claramente qual era a resposta definitiva assinalada na questão. Em caso de questão em que nenhuma alternativa foi marcada considerava-se a efeito de correção a alternativa “E” como escolhida pelo aluno. Isso ocorreu em 4 questões no pré-teste e novamente em 4 questões no pós-teste, mas não com as mesmas questões.



#### 4. METODOLOGIA

Os resultados obtidos com a correção dos testes foram apresentados na Tabela 2 que mostra os percentuais para cada alternativa escolhida tanto no pré-teste quanto no pós-teste. A partir disso e com o auxílio da Tabela 1 foi possível identificar o nível de entendimento sobre os principais conceitos de mecânica com que os alunos ingressam na Universidade e, ainda, avaliar se há discrepâncias significativas entre as questões quanto aos percentuais de acerto apresentados por cada uma delas.

Com os dados referentes às alternativas corretas determinamos a variação no percentual de acerto do pós-teste em relação ao pré-teste feita com base na equação (1), denominada como uma medida de “evolução”.

$$\text{Evolução} = \left( \frac{\% \text{ acerto no pós}}{\% \text{ acerto no pré}} - 1 \right) \times 100 \quad (1)$$

As discrepâncias foram avaliadas ponderando-se o grau de dificuldade que cada uma delas apresenta e os recursos de aprendizagem oferecidos pelo PCNA durante o nivelamento.

#### 5. RESULTADOS

Na Tabela 2 têm-se os resultados dos testes. Nela, são mostrados os índices percentuais para cada alternativa escolhida, destacando-se as alternativas corretas. E na coluna mais à direita estão as “evoluções”.

Tabela 2 - Percentagens das alternativas escolhidas. Obs.: Os destaques são para indicar as percentagens das alternativas corretas a partir das quais as evoluções foram calculadas.

Teste	Pré-teste (%)					Pós-teste (%)					Evolução (%)	
	A	B	C	D	E	Teste	A	B	C	D		E
Q1	7	7	71	12	3	Q1	7	12	76	5	0	7
Q2	31	17	9	34	9	Q2	36	21	9	33	2	16
Q3	45	38	5	10	2	Q3	47	47	0	7	0	24
Q4	2	14	48	29	7	Q4	3	2	52	41	2	8
Q5	2	22	28	45	3	Q5	9	5	12	74	0	64
Q6	3	10	85	0	2	Q6	2	0	98	0	0	15
Q7	50	22	14	12	2	Q7	85	9	3	3	0	70
Q8	2	3	7	86	2	Q8	0	2	22	76	0	214
Q9	5	28	28	22	17	Q9	3	2	14	79	2	259
Q10	66	3	2	28	2	Q10	69	9	3	19	0	5
Q11	76	2	16	3	3	Q11	78	3	16	3	0	3
Q12	33	3	5	57	2	Q12	26	0	2	72	0	26
Q13	9	3	71	2	16	Q13	10	0	90	0	0	27
Q14	16	38	14	10	22	Q14	14	59	19	9	0	55
Q15	26	5	7	60	2	Q15	21	3	9	66	2	10
Q16	90	3	2	2	3	Q16	88	3	5	3	0	-2
Q17	29	16	40	12	3	Q17	71	9	17	3	0	145
Q18	7	3	40	45	5	Q18	2	3	48	45	2	20
Q19	0	10	10	78	2	Q19	2	22	2	72	2	120
Q20	17	10	69	2	2	Q20	14	12	71	3	0	3



## 6. DISCUSSÃO E ANÁLISE

### 6.1 Análise dos resultados do pré-teste

Os resultados expressos na Tabela 2 para o pré-teste são curiosos. Há discrepâncias quanto aos percentuais de acerto, havendo questões com um percentual de acerto expressivo e outras com percentual de acerto muito baixo. Também há questões com uma porcentagem de acerto mediana. E ainda, analisando-se visualmente a Tabela 1 vê-se que há questões que exploram os mesmos conceitos e que apresentam percentuais de acerto muito variados. A análise que será detalhada a seguir se propõe a avaliar esses percentuais individualmente para correlacioná-los.

Os primeiros dados que se destacam são os maiores percentuais de acerto que correspondem aos das questões 1 (71%), 6 (85%), 11 (76%), 13 (71%) e 16 (90%). Aparentemente, esses resultados indicam que em todas elas a grande maioria dos alunos compreende bem os seguintes tópicos:

Na questão 1 (conceito de gravidade) o aluno precisava saber que quando se despreza a resistência do ar o tempo em que dois objetos de pesos diferentes levam para atingir o solo é o mesmo para ambos quando largados de uma mesma altura;

A questão 6 (correlação entre velocidade e aceleração) exigia do aluno o entendimento pleno da definição de velocidade e aceleração e, portanto, a convicção de que nem sempre essas duas grandezas vetoriais possuem a mesma direção;

Na questão 11 (forças de ação e reação) o estudante foi desafiado a confirmar se a Terceira Lei trata especificamente da quantidade de força ou se trata ainda das acelerações e danos sofridos pelos corpos que interagem;

Na questão 13 (Primeira Lei), para assinalar a alternativa correta o aluno precisava conhecer a forma vetorial da condição de equilíbrio e que ela não se aplica somente a objetos em repouso;

E quanto a questão 16 (Segunda Lei), o que é força resultante e suas relações com a aceleração eram os pontos-chaves para o acerto dessa questão.

O grupo de questões que apresentaram percentuais intermediários de acerto composto pelas questões 7 (50%), 10 (66%), 12 (57%), 15 (60%) e 20 (69%) reafirmam que:

De fato, os alunos não fazem confusão com o conceito de gravidade em situações que tratam exclusivamente de queda livre, como é o caso das questões 1, 7 e 10, no entanto, isso pode só reforçar a constatação feita por Arden Zylbersztajn sobre a diversidade de ideias a respeito do papel desempenhado pela força gravitacional analisadas em questões de lançamento vertical, onde observou-se que para alguns estudantes a gravidade age durante todo o movimento, entretanto, para outros essa força age somente durante a queda (ZYLBERSZTAJN, 1983);

Os estudantes compreendem que forças de ação e reação possuem a mesma intensidade de força mesmo quando agem em corpos de massas diferentes, mas, apenas em determinadas situações, visto que, as questões 11 e 12 tratam da Terceira Lei em contextos específicos. No entanto, Zylbersztajn mostra que até estudantes mais velhos e com experiência em física acreditam que quando um sistema composto por dois corpos em interação está em movimento, a “ação” é maior que a “reação”, considera-se então que o entendimento da Terceira Lei ainda não é pleno (ZYLBERSZTAJN, 1983);

A maioria dos alunos entende que há equilíbrio em sistema sob movimento retilíneo uniforme, mas, que o equilíbrio deixa de existir quando apenas uma força passa a atuar sobre esse sistema, no entanto, as questões 15 e 20, que tratam respectivamente da Primeira Lei (em equilíbrio dinâmico) e Segunda Lei (sistema acelerado), assim como a maioria das outras



questões comentadas anteriormente, não são as únicas nos testes que exploram os conceitos informados.

As demais questões que também abordam esses conceitos, e que ainda não tiveram seus resultados analisados, são os dez menores percentuais de acerto e correspondem às questões 2 (31%), 3 (38%), 4 (48%), 5 (45%), 8 (7%), 9 (22%), 14 (38%), 17 (29%), 18 (40%) e 19 (10%).

Tais questões merecem destaque, pois, se revelaram como contraprova dos resultados positivos analisados até agora, uma vez que:

O resultado da questão 2 indicou que os alunos não compreendem bem o conceito de gravitação e também que a maioria deles não consegue ou apresenta muita dificuldade em relacionar conceitos físicos para a análise e solução de problemas, isso porque, muito semelhante à questão 1, a questão 2 envolve queda livre de corpos de pesos diferentes, porém, em uma situação onde também há movimento horizontal; E essa dificuldade de relacionar corretamente os vários conceitos da mecânica newtoniana fica ainda mais evidente nos resultados das questões 8, 14, 17, 18 e 19 que abordam, no geral, a Primeira Lei, mas, cada uma em um contexto diferente e ainda, exigindo a aplicação de mais de um conceito, como nas questões 8 e 14 - o princípio da superposição - , e nas questões 17, 18 e 19 - velocidade vetorial.

Os resultados das questões 3 e 4 poderiam, em uma análise mais superficial confirmar o que já é de consenso no ensino: a dificuldade dos alunos em interpretar gráficos. No entanto, uma visão mais crítica sobre isso infere que a dificuldade em interpretar gráfico Posição *versus* Tempo e relacioná-los com gráficos Velocidade *versus* Tempo ou Aceleração *versus* Tempo se justifica pelo entendimento deficiente da cinemática, mostrando que uma grande parte dos alunos não compreende plenamente as definições de posição, velocidade e aceleração. E as questões 5 e 9 apresentam resultados que só reforçam que essa deficiência no entendimento dos conceitos de velocidade e aceleração compromete a compreensão da Segunda Lei. Na questão 5 a relação entre velocidade, aceleração e força resultante é explorada graficamente, enquanto a questão 9 exige do aluno o domínio destes mesmos conceitos para representá-los corretamente sobre um corpo em movimento circular uniforme e, o que se infere dos resultados, é a tendência ao estabelecimento de uma relação intuitiva entre força e direção do movimento e a concepção de que a aceleração está relacionada apenas à variação do módulo da velocidade. Zylbersztajn supõe que a relação espontânea entre força e velocidade parece ser mediada por dificuldade com o conceito de aceleração (ZYLBERSZTAJN, 1983).

Apesar de, no geral, serem baixos os percentuais das alternativas “E” referentes às questões do pré-teste, esses resultados são de grande relevância por indicarem que há uma parcela de alunos que ingressam no ensino superior (para graduar-se em engenharia) desconhecendo os conceitos fundamentais da mecânica newtoniana.

## 6.2 Comparação dos resultados do pré-teste e do pós-teste

Analisando-se a Tabela 2 nota-se que o percentual de escolha das alternativas incorretas (aquelas que não estão destacadas) para cada questão no pré-teste, em sua maioria, diminuiu no pós-teste, e algumas diminuíram significativamente. No entanto, houve alternativas (incorretas) que apresentaram aumento no percentual de escolha quando comparados os resultados do pré com o pós-teste. Com o detalhamento dessas alternativas, feito a seguir, também é possível avaliar que esses aumentos são muito pequenos, quase insignificantes, porém, não deixam de indicar que mesmo depois de participar de um curso de nivelamento

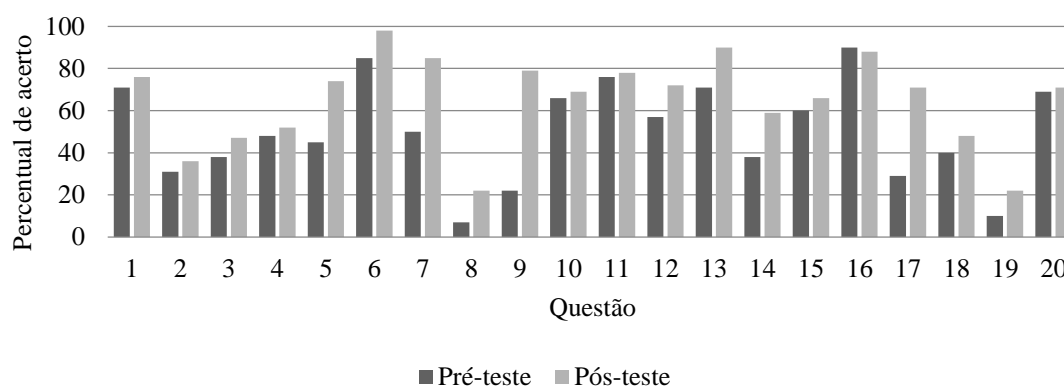


que dispõem de inúmeros recursos para combater determinadas concepções espontâneas há uma parcela de alunos que ainda opta por confiar no senso comum.

Essas exceções são: a alternativa B da questão 1 (de 7 para 12%) que expressa uma proporção ou relação entre o tempo de queda de cada corpo com seu peso; a alternativa B da questão 2 (de 17 para 21%) que, assim como a questão 1, busca relacionar a distância horizontal com o peso do corpo numa situação de queda livre; a alternativa A da questão 3 (de 45 para 47%) que relaciona incorretamente a inclinação da reta no gráfico velocidade *versus* tempo com a variação da posição pelo tempo; as alternativas A e D da questão 4 (de 2 para 3% e de 29 para 41%, respectivamente) que também relacionam incorretamente a inclinação da reta no gráfico velocidade *versus* tempo com a posição da reta no gráfico aceleração *versus* tempo; a alternativa A da questão 5 (de 2 para 9%) que mostra que um gráfico força *versus* tempo tem o aspecto igual a um gráfico velocidade *versus* tempo; a alternativa B da questão 10 (de 3 para 9%) que afirma que um objeto em queda livre experimenta um aumento de aceleração; a alternativa B da questão 11 (de 2 para 3%) que trata da Terceira Lei como um princípio que relaciona acelerações dos corpos em interação; a alternativa A da questão 13 (de 9 para 10%) que restringe o equilíbrio à corpos em repouso; a alternativa C da questão 14 (de 14 para 19%) que aplica incorretamente o princípio da superposição; a alternativa C da questão 15 (de 7 para 9%) que afirma que a “ação” é diferente da “reação” para um sistema em movimento; as alternativas C e D da questão 16 (de 2 para 5% e de 2 para 3%, respectivamente) que relacionam incorretamente a direção da força resultante com a direção da aceleração; a alternativa A da questão 19 (de 0 para 2%) que, mais uma vez, expressa a relação direta entre velocidade e força; e as alternativas B e D da questão 20 (de 7 para 12% e de 2 para 3%, respectivamente) que expõem situações em que o equilíbrio se mantém mesmo na atuação de uma única força.

Quanto às alternativas corretas, a análise foi feita com base nos valores de evolução no percentual de acerto para cada questão do pré ao pós-teste. Na Tabela 2 tem-se o resultado dessas evoluções, porém, para uma comparação visual que justifique e auxilie a análise das evoluções elaborou-se o Gráfico 1 que mostra, em barras, o percentual de acerto para cada questão.

Gráfico 1 - Percentual de acerto por questão no pré e pós-teste.



Ao contrário do que foi feito com a análise dos resultados do pré-teste, os primeiros dados a serem destacados são as questões que apresentaram as menores evoluções.

Através do Gráfico 1 percebe-se que as quatro primeiras questões não tiveram evoluções significativas, especialmente as questões 3 e 4 por exigirem dos alunos a compreensão de conceitos fundamentais para a mecânica (velocidade e aceleração) e, por isso, terem influência direta nos resultados das demais questões.



As pequenas evoluções das questões 3 (24%) e 4 (8%) provavelmente são justificadas pelo fato da cinemática durante o curso de nivelamento ter sido abordada em um capítulo denominado de “Cálculo diferencial e integral aplicado à cinemática” em que foram abordados os conceitos de posição, deslocamento, velocidade e aceleração em caráter informativo acompanhados de conceitos até então novos para os alunos ingressantes, como Derivada e Integral e, ainda, tudo isso, em apenas 2 horas de aula.

A suspeita das causas dos resultados para as questões 3 e 4 é confirmada quando se analisa o resultado da questão 5 (64%), que apesar de não se tratar de uma evolução tão baixa, acredita-se que esse resultado não se deva à abordagem feita para cinemática, pois as questões 3, 4 e 5 mostram gráficos que normalmente são trabalhados no contexto de cinemática, porém, na questão 5 conceitos de dinâmica também são relacionados. E os tópicos sobre Leis de Newton são trabalhados em, no mínimo, 12 horas de aula.

No entanto, o fato do conteúdo de cinemática ter sido abordado no curso de nivelamento por um período muito curto e de forma tradicional, ou seja, sem o uso de recursos didáticos que estimulasse mais os alunos a “participar” e não apenas “assistir” a aula, teve implicações sérias em dinâmica, uma vez que um dos pré-requisitos para a compreensão satisfatória da definição de força resultante e suas implicações é ter os conceitos de velocidade e aceleração muito bem assimilados. As evoluções das questões 1 (7%), 2 (16%), 6 (15%), 7 (70%), 10 (5%), 11 (3%), 12 (26%), 13 (27%), 14 (55%), 15 (10%), 16 (-2%), 18 (20%) e 20 (3%) são fortes indicadores que quando isso não acontece o progresso do aluno fica comprometido.

Por outro lado, os resultados das tentativas do PCNA de inovar no ensino de física para engenharia levando para a sala de aula recursos didáticos digitais foram surpreendentes. As maiores evoluções foram apresentadas pelas questões 8, 9, 17 e 19, respectivamente, 214%, 259%, 145% e 120%. O que essas questões têm em comum, além do fato de todas no pré-teste terem obtido percentual de acerto extremamente baixo por de fato apresentarem um apelo conceitual muito forte e específico, é que os pontos críticos levantados por elas foram discutidos pelos monitores através de simuladores que tem o papel de levar para a sala de aula a simulação de práticas que só poderiam ser desenvolvidas em laboratório ou até mesmo fora dele. Verdadeiros laboratórios digitais.

A média dos percentuais de acerto no pré-teste foi de 50%. No pós-teste foi de 65%. Houve, então, uma evolução, no geral, de 30%. Esse resultado é expressivo quando se pondera que em apenas três semanas de aulas de nivelamento, com o desafio de abordar grandezas físicas, unidades de medida, análise vetorial, Leis de Newton e cálculo diferencial e integral aplicado à cinemática, foi possível incorporar recursos que contribuíram para minimizar os conflitos entre as concepções espontâneas e científicas.

## 7. CONCLUSÕES

Analisando os resultados obtidos com a aplicação do pré-teste verificamos que o conceito físico correto não faz parte da maneira com que o aluno ingressante em um curso de engenharia interpreta o mundo. E, portanto, a falta de ferramentas matemáticas não é a única barreira para à instrução desse aluno. O pré e o pós-teste exigiam apenas o conhecimento dos principais conceitos da mecânica newtoniana.

Por outro lado, com os resultados do pós-teste identificamos que a aprendizagem desses conceitos pode ser potencializada com a simples utilização de recursos que simulam as práticas desenvolvidas em laboratório ou realidades cotidianas, ampliando e aprofundando a visão do aluno sobre as concepções físicas apresentadas.





Recomendamos que um estudo mais aprofundado pode ser feito comparando os resultados aqui obtidos para cada aluno que compôs nosso espaço amostral e, com isso, extrair dos resultados percentuais de erros e acertos a quantidade de alunos que permaneceram nos mesmos percentuais tanto no pré quanto no pós-teste, mapear a tendência de cada aluno com o término do curso de nivelamento.

Enquanto isso, o PCNA, com esse trabalho e com a tradição de incorporar sempre mais práticas ativas de ensino-aprendizagem às suas ações, almeja contribuir ainda mais para a melhoria do ensino de Física nas engenharias.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, p.324-341, 2002.

HESTENES, D.; WELLS, M. A Mechanics Baseline Test. The Physics Teacher, v.30, p.159-166, 1992.

HESTENES, D.; WELLS, M.; SWACKHAMER, G. Force Concept Inventory. The Physics Teacher, v.30, p.141-154, 1992.

HEWITT, Paul G. Física conceitual. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 195 p, il.

RODRIGUES, A. G.; TAVARES, A. S.; SOUSA, H. K. S.; BATISTA, R. S.; JESUS, M. A.; SOUZA, T. A.; GRANGEIRO, L. C.; ARAÚJO, A. J. S. Curso de nivelamento de física elementar: um projeto inovador de aprendizagem na engenharia. Anais: XL – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Belém: UFPA, 2012.

ZYLBERSZTAJN, A. Concepções espontâneas em física: exemplos em dinâmica e implicações para o ensino. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.5, n.2, p.3-16, 1983.

## ANALYSIS OF A MECHANICS CONCEPTUAL TEST AIMED AT STUDENTS OF A LEARNING LEVELLING COURSE IN ENGINEERING

**Abstract:** *In this work, we make a presentation of a data collection instrument used in the pre-test/post-test mode in elementary physics course of Leveling Courses Learning Programme in Basic Sciences of Engineering (PCNA) in the Federal University of Pará. The objective of this work is to identify the level of understanding of the main concepts in newtonian mechanics by means of the pre-test and, And, through the post-test, evaluate the effectiveness of the course in counteracting the intuitive conceptions revealed in the pre-test. The instrument of data collection was mainly composed by questions used in questionnaires validated in national and international research. The results revealed that was an increase of*

Organização



Promoção





*30% success rate of post-test compared to pre-test. However, analysis of the various post-test revealed inconsistencies in the understanding of the students, like difficulties with troubles involving graphics, this is probably also associated to the deficiency of a deeper understanding of the kinematic concepts, these inconsistencies also bring difficulties to the understanding of newtonian mechanics in the context of dynamics. However, the mapping of conceptual understanding of difficulties it is important for teachers seek new practices and combine several methodological resources to cause cognitive conflicts to promote the student a newtonian view consistent to apprehend the fundamentals of mechanics.*

**Key-words:** *Intuitive Conceptions; Conceptual Knowledge; Questionnaire; Mechanics.*

Organização



Promoção

