

Licenciatura em Física
Instituto de Física
UFRJ

Projeto de Instrumentação de Ensino

Avaliação Diagnóstica: Força e Movimento

Aluno: Edson da Rocha Cardoso
Orientador: F. Arthur Chaves

Banca
F. Arthur Chaves
Roberto Affonso Junior (CAP/UFRJ)
Susana de Souza Barros

10/[200-]

I. F. U. F. R. J.	
BIBLIOTECA	
REGISTR.	DATA
10/[200-]	

Licenciatura em Física
Instituto de Física
UFRJ

Projeto de Instrumentação de Ensino

Avaliação Diagnóstica: Força e Movimento

**Aluno: Edson da Rocha Cardoso
Orientador: F. Arthur Chaves**

**Banca
F. Arthur Chaves
Roberto Affonso Junior (CAP/UFRJ)
Susana de Souza Barros**

AVALIACÃO DIAGNÓSTICA: FORÇA E MOVIMENTO

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO -----	1
2 - DESENVOLVIMENTO -----	2
2.1 - Definindo avaliação: -----	2
2.2 - A avaliação e os objetivos educacionais: -----	3
2.3 - A presença de conhecimentos intuitivos e científicos na avaliação	
2.3.1 - Do conhecimento científico: -----	4
2.3.2 - Do conhecimento intuitivo: -----	5
2.3.3 - Os conhecimentos científico e intuitivo e o processo de avaliação: -----	5
2.4 - Do sucesso ou fracasso escolar: -----	5
2.5 - A avaliação diagnóstica e sua importância: -----	6
2.6 - Pontos abordados na elaboração das questões: -----	8
2.7 - Como foi aplicado o teste: -----	8
2.8 - Análise das questões:	
Análise da questão 1 -----	9
Análise da questão 2 -----	9
Análise da questão 3 -----	14
Análise da questão 4 -----	15
Análise da questão 5 -----	17
Análise da questão 6 -----	18
Análise da questão 7 -----	20
Quadro de resultados gerais -----	23
3 - CONCLUSÃO -----	23
4 - BIBLIOGRAFIA -----	26
5 - ANEXO 1 -----	27

1. INTRODUÇÃO:

O tema força e movimento tem grande importância no ensino de física do nível médio. É o assunto mais cobrado nas provas (de física) dos vestibulares¹. Isto faz com que aumente o interesse dos alunos pelo assunto. É uma parte da física que está muito próxima dos alunos no seu cotidiano, por isto é mais fácil que eles "visualizem" as situações apresentadas pelos professores, ao contrário do que acontece com óptica, termodinâmica e eletricidade. O tema é vasto e chega a ocupar vários capítulos dos livros didáticos, por isso este trabalho fez uma seleção de tópicos essenciais e conceitos científicos fundamentais, os quais os alunos "não" poderiam concluir o ciclo médio sem tê-los incorporados. *Sim*

Prerequisitos
A avaliação diagnóstica, pode ser aplicada em diversas etapas do processo do ensino. Tem como objetivo verificar se o aluno possui o conhecimento necessário para iniciar uma nova fase da aprendizagem. Tem como outro objetivo verificar até que ponto, após uma etapa de ensino, as concepções dos alunos foram transformadas, ou se simplesmente "seus conceitos" intuitivos coexistem com os conceitos científicos trabalhados pelo professor. Os conceitos intuitivos são aqueles adquiridos pelos alunos em seu relacionamento com o meio em que vive. O conhecimento científico é o desenvolvido pela ciência no decorrer da história. *construídos!*

?
Neste trabalho apresento uma pesquisa no qual discuto alguns tópicos relacionados diretamente com o assunto avaliação, tais como: os objetivos educacionais, a participação dos conceitos intuitivos e científicos nas respostas dos alunos e a influência dos fatores sociais na formação do conhecimento do estudante.

Este trabalho se propõe a aplicar um teste diagnóstico sobre os conceitos de força e movimento nas turmas de 1.º ano do Cap-UFRJ (Colégio de Aplicação da UFRJ) e analisar os resultados obtidos. A aplicação do teste e a análise dos resultados são os pontos principais deste trabalho. Este teste diagnóstico verificou também os tipos e as características dos erros conceituais. A aplicação foi no final da realização do meu estágio (180 horas) no ano de 1999.

Este trabalho seria aplicado inicialmente no início da aprendizagem, no entanto como o período de aplicação do teste foi na segunda quinzena de novembro, ele foi adaptado para diagnosticar as dificuldades que persistiram no entendimento de força e movimento.

¹ Dados:

Vestibular 1998 da UERJ, UENF, EsFAO-CBMRJ e EsFO-PMERJ - Somando as questões das provas objetiva e discursiva, temos 18 questões (13 e 5 respectivamente). Na 1ª fase, prova objetiva, foram 1 questão sobre força, 2 sobre movimento e 2 sobre força e movimento simultaneamente, ou seja um total de 5 (38,5%). Na 2ª fase houve 1 questão sobre movimento (20%).

Vestibular 1998 da UFRJ - Somando as questões das provas das 1ª, e 2ª fases, temos 17 questões, todas discursivas (7 e 10 respectivamente). Na 1ª fase foram 1 questão sobre força e 1 sobre força e movimento, totalizando 2 questões (28,6%). Na 2ª fase foram 1 questão sobre movimento e 2 questões sobre força e movimento (30%).

Obs.: Na contagem das questões não se considerou as que envolviam força e movimento relacionados a energia, hidrostática (pressão), corpo extenso e colisões.

2 - DESENVOLVIMENTO

Neste tópico, não se pretende fazer um profundo estudo sobre avaliação, mas sinalizar para os elementos e os assuntos em que me baseei.

Inicialmente busquemos definir o conceito de avaliação.

2.1 Definindo avaliação:

Entre diversas definições existentes de avaliação, podemos destacar duas:

H. Taba²: *“A educação é um processo que visa modificar a conduta dos estudantes: essas mudanças constituem os objetivos da educação. (...) A avaliação é o processo para determinar em que consistem essas mudanças e estimá-las com relação aos valores representados nos objetivos da educação, para descobrir se atingem os objetivos da educação. (...) É parte integrante da elaboração do currículo que começa com o interesse pelos objetivos e termina quando se estabelece se estes foram alcançados.”*

Ralph W. Tyler²: *“O processo de avaliação consiste essencialmente em determinar se os objetivos educacionais estão sendo realmente alcançados pelo programa do currículo e do ensino. No entanto como objetivos educacionais são essencialmente mudanças nos seres humanos - em outras palavras, como os objetivos visados consistem em produzir certas modificações desejáveis nos padrões de comportamento do estudante - a avaliação é o processo mediante o qual determina-se o grau em que estas mudanças estão realmente ocorrendo”.*

Sobre as funções da avaliação:

A Professora Sandra Zákia² em seu estudo sobre avaliação envolvendo diversos autores, concluiu três funções básicas a partir da análise dos objetivos atribuídos à avaliação. São elas:

- **diagnosticar**: *visa à caracterização do aluno no que diz respeito a interesses, necessidades, conhecimentos e ou habilidades, previstos pelos objetivos educacionais propostos, e a identificação de causas de dificuldades de aprendizagem;*

- **retroinformar**: *busca a verificação de uma etapa do processo ensino aprendizagem, para replanejar o trabalho com base nas informações obtidas;*

- **favorecer o desenvolvimento individual**: *é atribuída à avaliação a possibilidade de atuar como fator que estimula o crescimento do aluno, para que se conheça melhor e desenvolva a capacidade de auto avaliar-se.”*

A Professora Ana Salgueiro³, em sua publicação, propõe três funções básicas para avaliação: de diagnosticar, de controle e de classificação. Em detalhes:

- **diagnóstica**: *é aquela que apresenta segundo a autora, os dois objetivos seguintes: “O primeiro é de determinar a presença ou ausência de habilidades e ou pré-requisitos para que o estudante possa acompanhar o ensino e o segundo é identificar as causas de dificuldades na aprendizagem”*

- **controle**: *“A função de controle tem como objetivo tanto informar o professor e o estudante sobre o rendimento a aprendizagem durante o desenvolvimento das*

² Souza, Sandra Zákia Lian. “Revisando a Teoria da Aprendizagem”. Avaliação do Rendimento Escolar. Souza, Lian e outros. Papyrus editora. 4.ª edição. p.30. 1995

³ Caldeira, Ana Maria Salgueiro. “Avaliação e processo de ensino-aprendizagem”. Presença Pedagógica set/out, p.53-61, 1997.

atividades escolares, como também localizar deficiências na organização do ensino, de modo a possibilitar que o mesmo seja reformulado”.

- **classificação:** “(...) visa classificar os estudantes no fim de um semestre, ano, curso ou unidade, segundo níveis de aproveitamento. A essa avaliação corresponde a avaliação somativa, que ocorre ao final de um semestre, ano letivo, curso ou unidade de ensino”.

De uma forma geral, avaliar significa determinar se os objetivos educacionais escolhidos foram sendo alcançados.

Para que seja feita uma avaliação, faz-se necessário que antes de se iniciar o processo de ensino aprendizagem se trace quais são os objetivos educacionais, em seguida se planeje o processo e, só então, com base nesse planejamento, se deve pensar em elaborar uma avaliação. Isto porque não faz sentido avaliar sem ter com clareza o que se está avaliando, e esta “informação” é fornecida pelos objetivos educacionais. Por este motivo, vamos antes de dar prosseguimento ao assunto avaliação propriamente dito, estudar os “**objetivos educacionais**”.

2.2 A avaliação e os objetivos educacionais:

Os objetivos educacionais, são definidos (elaborados) em diferentes níveis “hierárquicos”. São definidos pelo governo, pela escola e pelo professor.

O governo regulamenta os objetivos comuns a todas as escolas. A escola, relaciona os objetivos educacionais definidos pelo governo, com os seus objetivos educacionais específicos e sua proposta pedagógica. O professor possui sua proposta “pessoal” de ensino e a “interage” com a proposta definidas pela escola.

O artigo 2º. da Lei nº 9.394, de 20.12.96 (Nova LDB)⁴ define:

“A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”.

O governo no artigo acima define e apresenta o objetivo geral da educação. Para que os objetivos educacionais se cumpram, o governo estabelece normas e procedimentos administrativos e educacionais e um programa comum contendo as disciplinas (Língua Portuguesa, Matemática, Física, etc..) a serem aplicadas, e por sua vez, cada disciplina possui um conteúdo de assuntos a serem cumpridos.

Os estabelecimentos de ensino para que se caracterizem como tal, devem respeitar as normas comuns que são estabelecidas pelo governo a todos os estabelecimentos. Normas que estabelecem o conteúdo programático e os procedimentos administrativos e de funcionamento, entre outras. Os estabelecimentos tem a incumbência de elaborar e executar sua proposta pedagógica, e esta proposta terá como características os pensamentos ideológicos dos que controlam a instituição. Pública, particular, particular religiosa ou

⁴ Brzezinski, Iria organizadora. LDB Interpretada: diversos olhares se entrecruzam. Cortez Editora. Pág 209. (1997)

filantrópica entre as mais comuns, cada uma com suas diferentes matizes e ramificações, elaborará a sua proposta pedagógica.

Os professores são os elementos que tem o contato direto com os alunos. São eles os maiores responsáveis pela execução da tarefa. Mesmo que de forma utópica, vale mencionar que o professor deveria trabalhar em uma instituição de ensino que tivesse uma proposta pedagógica igual ou próxima a sua. O professor deve, antes de iniciar o seu trabalho com uma turma de alunos, planejar e traçar seus objetivos. Deve determinar, em concordância com a instituição de ensino, os conteúdos, os métodos, o tempo e espaço disponíveis para a educação escolar. O professor deve ter clara qual será a ação pedagógica e a importância desta ação no processo. Ter em evidência que:

“O fundamental não é decidir se o plano será redigido no formulário x ou y, mas assumir que a ação pedagógica necessita de um mínimo de preparo, mesmo tendo o livro didático como um dos instrumentos comunicados no trabalho escolar em sala de aula.” (José Cerchi Fusan)⁵

No decorrer do processo de ensino-aprendizagem, o professor deve estar aberto a adaptar seu método de trabalho em função das dificuldades e da realidade apresentada pela turma de alunos. É o professor que deve ter a capacidade de se adaptar a realidade da turma, isso em função de que o seu trabalho realmente ocorra com “sucesso” (o cumprimento do objetivo educacional). Deve-se ter bem claro que a escola existe em função do aluno, e que ele é razão dela existir.

De uma forma geral o objetivo da educação é dar ao aluno a oportunidade e os meios para que ele desenvolva suas potencialidades a fim de que possa se integrar em plenitude na sociedade.

*“O conhecimento não se dá a margem da prática social”*³ (Barbosa Franco, 1991-p.23-24)

Na prática a integração plena do aluno como cidadão à sociedade, aos olhos da própria sociedade como um todo, é caracterizada por vários sinais. Alguns desses sinais são: a inserção no mercado de trabalho, a constituição de família com condições dignas de sobrevivência, e ainda em uma visão mais sólida, pelo fato de como cidadão “consciente” cumprir suas “obrigações civis” fazendo também simultaneamente com que se cumpram os seus direitos e os da coletividade como um todo.

2.3 A presença de conhecimentos intuitivos e científicos na avaliação:

2.3.1 - Do conhecimento científico:

“O conhecimento científico é uma conquista recente da humanidade: tem apenas trezentos anos e surgiu no século XVII, quando Galileu revolucionou o método científico introduzindo a experimentação e a matematização. (...)”

De um modo geral, o que caracteriza a ciência é a delimitação de um objeto a ser estudado e a utilização de linguagem e método rigorosos que permitam a descoberta de

⁵ Idéias, n.º 8, 1990. “O Planejamento do Trabalho Pedagógico: Algumas Indagações e Tentativas de respostas”.

regularidades que existem em determinados fatos, até estabelecer as leis gerais dos fenômenos observados" ⁶

2.3.2 - Do conhecimento intuitivo (ou conhecimento espontâneo):

*"Chamamos senso comum a esse conhecimento espontâneo que é o resultado da herança fecunda de um grupo social e das experiências atuais que continuam sendo efetuadas. Não devemos necessariamente entender o senso comum como forma inferior do conhecimento, mas é preciso lembrar que os membros de uma sociedade devem ter iguais oportunidades de elaborar a herança recebida, transformando o senso comum em bom senso"*⁶

2.3.3 - Os conhecimentos científico e intuitivo e o processo de avaliação:

O conhecimento científico utilizado é muitas vezes deixado de lado pelos alunos. Super-valorizar a avaliação faz com que eles se preocupem em decorar as questões e as fórmulas. Principalmente aquelas que cairão nas provas. O entendimento científico do "porque das coisas" é deixado à parte. O aluno passa a fazer a função de um gravador, que reproduz sem saber cientificamente o que está fazendo. A boa nota, deve ser consequência da construção-transformação do conhecimento. A avaliação deve visar verificar esta transformação. A avaliação não deve ser tomada, tanto pelo professor como pelo aluno, como objetivo principal do ensino levando os alunos a uma imensa preocupação não em aprender o assunto, mas os leva para a preocupação em "tirar" uma boa nota, um bom grau.

Não devemos deixar escapar a oportunidade, que a escola oferece ao aluno de através de nós professores, de apresentarmos, oferecermos e tornarmos atraente e interessante todo o conhecimento científico acumulado e aperfeiçoado por gerações anteriores a nós. Até porque, o aluno será o agente que dará continuidade neste processo para as próximas gerações.

O conhecimento intuitivo se faz presente freqüentemente de forma espontânea. O professor deve estar aberto a acolher este raciocínio do aluno.

Se o conhecimento intuitivo do aluno o leva à compreensão científica do assunto, o professor deve incorporá-lo como uma nova opção a ser trabalhada, e se este raciocínio o afasta do conhecimento científico, o professor deve saber até que ponto pode ser aproveitado, e conhecendo seus pontos de deficiência trabalhá-lo a fim de transformá-lo no científico. Ou seja, abrir-se a entender o "como" o aluno chegou aquela resposta, seja ela "correta" ou "errada". Surge também aí, a importância de, no caso de provas escritas, estimulá-los a não deixar "questões" em branco, pois só se eles expressarem o que pensam é que poderemos trabalhar "seus pensamentos". O professor deve promover aulas em que os alunos sejam participativos, pois no conteúdo das falas dos alunos, o professor pode avaliar a formação de conceitos.

2.4 - Do "sucesso" ou "fracasso" escolar:

O "sucesso" ou "fracasso" do aluno, não é simplesmente responsabilidade dele. Há outros elementos envolvidos. Muitos fatores podem ter influenciado o resultado. O processo avaliativo não deve existir por si só, mas deve estar integrado a todo o **processo**

⁶ Aranha, Maria Lúcia de Arruda. Filosofia da Educação. São Paulo, Ed. Moderna (1989).

pedagógico. No resultado da avaliação dos alunos estão fatores produzidos pela instituição de ensino, pelo professor, pela família e pelo planejamento pedagógico ou seja por todo o meio que os rodeia. Estes fatores devem ser estudados e a partir dos resultados obtidos traçar estratégias para corrigi-los, mantê-los ou para torná-los ainda melhores.

Das três citações à seguir as duas primeiras mostram que a causa do “fracasso” escolar pode não estar diretamente no aluno e a terceira citação nos mostra que são vários os conceitos envolvidos no processo educacional.

“O conceito de avaliação da aprendizagem que tradicionalmente tem como alvo o julgamento e a classificação do aluno necessita ser redirecionado, pois a competência ou incompetência do aluno resulta, em última instância, da competência ou incompetência da escola, não podendo, portanto a avaliação escolar restringir-se a um de seus elementos, de forma isolada.” (Sandra Zákia L. Souza)²

“A função de controle tem como objetivo tanto informar o professor e o estudante sobre o rendimento da aprendizagem durante o desenvolvimento das atividades escolares, como também localizar deficiências na organização do ensino, de modo a possibilitar que o mesmo seja reformulado.” (Anna M^a S. Caldeira)³

“A atividade do professor pressupõe, como necessidade iniludível, uma percepção clara e explícita das referências existenciais de todos os sujeitos que estão envolvidos no processo educacional” (Antônio Joaquim Severino)⁷

Atualmente o MEC (Ministério da Educação e Cultura), está aplicando o exame do ENEN (exame nacional para o ensino médio). Não é obrigatório, é facultativo. Com o estímulo de utilizar a pontuação obtida pelo candidato no ENEN para “ajudar” na classificação do vestibular, vem atraindo a cada ano um número maior de participantes. Essa participação só não é maior porque ao contrário do “Provão” (realizado para o nível superior), que é gratuito, no ENEN o aluno tem que pagar uma taxa de inscrição. O objetivo principal do ENEN, segundo o que divulga o governo, não é avaliar o aluno, mas através do aluno, avaliar a instituição de ensino com suas propostas pedagógicas. Tem como função principal ser uma prova “classificatória”⁸ para as escolas.

Quanto ao “sucesso” das escolas, nos sentimos tentados a ter a visão de que a escola de nível médio boa é aquela que tem um alto índice de aprovação nos vestibulares, ou no caso daquelas que são profissionalizantes, escola “boa” é a que leva seus alunos ao mercado de trabalho fazendo com que recebam os melhores salários ou simplesmente pelo fato de conseguir inseri-los nele. Os pais ficam satisfeitos, aquelas instituições passam a ser mais procuradas; as públicas aumentam a quantidade de candidatos a seus concursos de seleção; as particulares com o aumento da procura pelos pais, aumentam as suas mensalidades. Os professores daquelas instituições com melhores índices de aprovação passam a ser mais procurados e tem seu serviços mais valorizados.

⁷ Severino, Antônio Joaquim. Pensando em subsídios Filosóficos para a Formação do Educador. FEUSP

⁸ Tem por objetivo classificar os alunos comparativamente no final de uma unidade ou do curso. Neste caso, tem por objetivo classificar comparativamente as escolas em função das notas obtidas pelos alunos.

2.5 - A avaliação diagnóstica e sua importância

Nos tópicos anteriores fizemos alguns rápidos comentários sobre a avaliação diagnóstica. Agora abordaremos um pouco mais sobre o assunto.

De algumas publicações podemos destacar:

De Sandra Zákia²:

“- diagnosticar: visa à caracterização do aluno no que diz respeito a interesses, necessidades, conhecimentos e ou habilidades, previstos pelos objetivos educacionais propostos, e à identificação de causas de dificuldades de aprendizagem;”

De Ana Maria Salgueiro³:

“- A função diagnóstica apresenta dois objetivos. O primeiro é determinar a presença ou ausência de habilidades e/ou pré-requisitos para que o estudante possa acompanhar o ensino. E o segundo é identificar as causas de dificuldades na aprendizagem. A esses objetivos corresponde uma modalidade de avaliação, denominada avaliação diagnóstica, que pode ocorrer no início do processo de ensino para verificar, como já dissemos, a presença ou ausência de habilidades ou pré-requisitos, ou durante o ensino, para diagnosticar dificuldades.”

Por que deve-se fazer a avaliação diagnóstica se o público alvo de uma determinada escola possui "sempre" características semelhantes? Lidamos com seres humanos e conseqüentemente, cada ser, cada grupo traz consigo as suas particularidades. A avaliação diagnóstica, aplicada no ingresso dos alunos visa traçar o seu perfil com suas particularidades.

A avaliação deve ser um processo contínuo, e só tem sentido se visar transformações. Deve estar presente em todas as etapas do processo ensino aprendizagem. O próprio relacionamento do aluno com a coletividade deve ser utilizado para se traçar estratégias de ação.

Observamos no cotidiano, que o professor ao iniciar o programa no início do ano letivo, pressupõe que todos os alunos possuem os pré-requisitos e/ou habilidades necessários para acompanhar o assunto. Raramente este instrumento valioso que é a avaliação diagnóstica é aplicado. Além de identificar quais são dificuldades, a avaliação diagnóstica pode e deve ser utilizada para verificar até que ponto os conceitos científicos estão bem “enraizados”, e até que ponto os conceitos intuitivos coexistem com os conceitos científicos.

É importante que o professor, sem deformar os conceitos científicos, saiba conduzir o seu raciocínio de modo a ser entendido pelo aluno. É como conseguir pegar a ponta de uma linha enrolada em um carretel. Esta linha representa o pensamento do aluno e conseguir “desenrolá-lo” é interagir com ele. Como construir esta interação sem saber que conceitos os alunos trazem consigo? A avaliação diagnóstica pode e deve ser produzida de forma a identificar, estes conceitos, sejam eles “certos” ou “errados”. O aluno não é uma tela em branco a ser pintada. Ele relaciona-se com a natureza, com os outros, e tem o conhecimento adquirido na experiência das séries anteriores.

Devemos ter bem claro que os objetivos de uma prova diagnóstica e de uma prova classificatória são bem diferentes. O objetivo da diagnóstica não é emitir um conceito numérico ou de grau. O objetivo como já descrito anteriormente é muito mais amplo e profundo. O seu resultado vai indicar se o método inicialmente pré-determinado é adequado,

ou se deve ser adaptado as dificuldades ou potencialidades dos alunos. Temos uma ferramenta valiosa e devemos utilizá-la.

2.6 Pontos abordados na elaboração das questões

Na elaboração das questões procurei ter clareza na exposição do conteúdo, para que o aluno não viesse a se confundir; da mesma forma que não utilizei dos chamados “pulos do gato”, que não verificam se o aluno sabe o conteúdo solicitado e só servem para causar confusões. Não foram utilizados cálculos matemáticos, somente conceitos e seus fundamentos.

As questões foram elaboradas cuidadosamente e aplicadas diretamente aos alunos porém não foram testadas anteriormente a fim de se verificar se o objetivo de cada uma era cumprido satisfatoriamente.

O tema força e movimento é extensamente tratado nos livros de 2 grau (parte de Mecânica), por isso alguns conceitos básicos foram escolhidos. As questões foram elaboradas levando em conta a dificuldade que os alunos tem em assimilar o seu conteúdo ou em outros casos simplesmente por serem conceitos importantes.

As questões 5 e 7 tiveram como modelo uma prova classificatória, do terceiro bimestre (1999), Colégio Aplicação da UFRJ (Prof. Roberto Affonso Jr.).

Os principais pontos abordados nas questões foram:

- Identificação dos conceitos de peso e massa e a 1ª L. de Newton (Inércia) (Q.1).
- O movimento acelerado (constantemente) para um corpo em queda próximo a superfície da Terra e sua dependência ou independência do formato dos corpos e da resistência do ar (Q.2 / Q.4).
- Aplicação da 1ª Lei de Newton em uma situação “real” (Q.5).
- Aplicação da 3ª Lei de Newton em uma situação “real” (Q3).
- Aplicação da 3ª Lei de Newton: Pares ação-reação de forças aplicadas a um corpo “escorregando” sobre um plano inclinado (Q.7).
- Ação da força peso na trajetória de projéteis (Q6).

2.7 Como foi aplicado o teste:

- O teste foi aplicado a 50 alunos pertencentes a três turmas de 1º ano do colégio Aplicação da UFRJ. Cada turma tem em média 23 alunos.
- O teste foi aplicado no dia 07/12/1999, com duração média de 30 minutos.
- A identificação do aluno com o nome e a turma nos testes foi facultativa. Por este motivo cada prova recebeu um número (aleatório) de identificação.
- Pedimos que evitassem conversar para que o teste tivesse um caráter individual. Em média +/- 12% dialogavam entre si.
- No final, após recolhidos os testes, comentamos com os alunos as respostas esperadas.
- O programa curricular do 1º ano já havia sido cumprido.

2.8 ANÁLISE DAS QUESTÕES:

Obs.: Os números colocados entre parênteses ao lado das respostas dos alunos correspondem ao número dado para cada prova pois a identificação dos alunos nos testes foi facultativa.

ANÁLISE DA QUESTÃO 1

QUESTÃO 1

Objetivo: Verificar se o aluno é capaz de recordar os conceitos de peso e massa e a 1.ª Lei de Newton completando os espaços deixados em branco com as palavras-chave dadas.

Preencha as lacunas:

[Utilize somente as palavras: maior - menor - corpo - massa - força - peso]

- O peso de um corpo na Terra será sempre _____ do que na Lua pois a aceleração da gravidade na Lua é _____ do que na Terra.
- O valor da (o) _____ de um corpo medido (a) na Terra é sempre o mesmo em qualquer planeta, o que muda é o valor da (o) _____ em função da aceleração da gravidade de cada Planeta.
- Todo _____ tende a permanecer em repouso ou em movimento retilíneo uniforme ao menos que uma _____ seja aplicada a ele alterando o seu estado de movimento.

Resposta Esperada: 1.º) maior - menor / 2.º) massa - peso / 3.º) corpo - força

Distribuição das respostas:

Frase	Acertos	Erros	Em branco
1ª	49 (98%)	1 (2%)	0 (0%)
2ª	48 (96%)	2 (4%)	0 (0%)
3ª	50 (100%)	0 (0%)	0 (0%)

[número e percentual de alunos que acertaram]

Comentário: É uma questão de nível de dificuldade fácil, pois apresenta "as frases" com os "conceitos" e a 1.ª Lei de Newton e o aluno tem somente de identificá-los completando com as palavras chaves dadas (maior, menor, massa ou peso). Os alunos tiveram um excelente desempenho nesta questão. Demonstraram saber identificar os conceitos de peso e de massa e a definição da 1.ª Lei de Newton, cumprindo satisfatoriamente o objetivo da questão. 98%, 96% e 100% dos alunos acertaram os itens 1, 2 e 3 respectivamente.

ANÁLISE DA QUESTÃO 2

QUESTÃO N. 02

Objetivo: Verificar se o aluno é capaz de dizer qual dos corpos chegará primeiro ao solo relacionando o formato dos corpos com a resistência do ar sofrida por cada um. São seis corpos soltos dois a dois.

Obs.: Em toda a questão 2 (itens a, b e c), algumas justificativas são imprecisas, por isso em alguns casos elas não foram levadas em consideração, pois cada uma delas mereceria uma análise em particular e uma análise mais rigorosa a tornaria inválida.

Querendo saber como se comportam os corpos em queda, Pedro solta do alto do edifício em que mora alguns objetos a fim de observá-los. Ele os solta quando ninguém passa em baixo. Solta no mesmo instante dois objetos. Justificando sua resposta, diga qual objeto chegará primeiro quando:

“Item a)”

- a) Ele solta dois blocos do mesmo tamanho e formato. Um é de chumbo e o outro é de madeira.



Resposta esperada: A ação da resistência do ar não será igual para os dois corpos pois apesar de possuírem tamanho e formato iguais possuem pesos diferentes (pois são de materiais diferentes). O bloco de chumbo chegará primeiro.

Distribuição das respostas:

Acertos	Erros	Em branco
27 (54%)	23 (46%)	0 (0%)

[número e percentual de alunos que acertaram]

Comentário: Nível de dificuldade médio-alto, pois o aluno deve relacionar a sua prática cotidiana com o conhecimento científico de aceleração da gravidade e com a presença da resistência do ar e dizer que o bloco de chumbo chegaria primeiro. Algumas justificativas são imprecisas, por isso em alguns casos, não foram levadas em consideração, pois cada uma delas mereceria uma análise em particular.

Algumas das respostas “corretas” dos alunos:

- “O de chumbo vai chegar no chão primeiro pois seu peso é maior.” (38)
- “O de chumbo chegará primeiro por causa da sua massa que é maior em relação ao cubo de madeira.” (13)
- “O bloco de chumbo chega antes porque é mais pesado e a resistência do ar fará menos efeito sobre ele. Se não houver resistência do ar chegariam juntos.” (41)
- “O de chumbo pois como seu peso é maior ele vai “agir” mais contra a resistência do ar.” (3)
- “O bloco de chumbo chegará primeiro pois é mais pesado (tem massa maior) e será atraído p/ o centro da Terra c/ mais intensidade.” (34)
- “O bloco de chumbo, pois a massa é maior fazendo com que caia + rápido (a aceleração da gravidade é sempre a mesma).” (35)
- “O bloco de chumbo chegará primeiro que o de madeira, porque como o chumbo possui uma massa maior que a madeira, a resistência do ar será menor.” (14)
- “O chumbo pois o chumbo pesa mais e assim não há resistência do ar.” (10)
- “O de chumbo chega primeiro, pois como é mais pesado, a resistência do ar influi mais.” (9)

Algumas das respostas “erradas” dos alunos:

- “Eles caem no mesmo tempo pois tem o mesmo tamanho e formato a resistência do ar fará com que os dois objetos, não importa seu peso nem o tamanho e o formato caiam ao mesmo tempo” (27)
- “Os 2 chegam ao mesmo tempo, pois a aceleração da gravidade é igual p/ todos os corpos.” (24)
- “Ambos caem com a mesma velocidade e ao mesmo tempo, pois a resistência do ar atuará igualmente neles.” (17)
- “Chegarão ao mesmo tempo, pois tem o mesmo formato, sofrendo a mesma resistência do ar e a mesma aceleração (gravidade).” (42)
- “Ambos caem ao mesmo tempo pois a força da gravidade sobre cada objeto é diretamente proporcional a seu peso.” (43)
- “Os dois chegarão ao mesmo tempo, pois a resistência do ar é igual devido ao seu tamanho e formato serem iguais.” (19)
- “Os dois chegarão no mesmo tempo, pois a razão do peso com a massa de um corpo é sempre igual.” (26)
- “Os dois chegarão ao mesmo tempo porque o que influencia na queda é a superfície e os dois blocos apresentam a mesma.” (18)
- “Chegarão ao mesmo tempo, já que mesmo o chumbo sendo mais pesado, a divisão de seu peso pela sua massa será sempre a mesma gravidade.” (4)
- “Ao mesmo tempo, pois a massa é igual e a superfície de contato é a mesma.” (20)

“Item b)”

b) Ele solta um bloco e um cone feitos do mesmo material e com o mesmo peso..



Resposta esperada: “O cone chegará primeiro, pois o seu formato facilita a “passagem” do ar diminuindo a resistência”.

Distribuição das respostas:

Acertos	Erros	Em branco
35 (70%)	14 (28%)	1 (2%)

[35 ⇒ O cone (acertos)

05 ⇒ O bloco (erros)

09 ⇒ Os dois juntos (erros)

01 ⇒ Disse não saber (análoga a questão em branco)]

[número e percentual de alunos que acertaram]

Comentário: O nível de dificuldade é fácil. 70% dos alunos acertaram a questão dizendo que o cone chegaria primeiro. Nesta questão o formato dos corpos é fundamental pois ambos possuem o mesmo peso. A queda de um cone não é algo usual no cotidiano por isso 28% dos alunos “erraram”, alguns dizendo que o cubo chegaria primeiro ou que os dois chegariam juntos. No segundo caso, os alunos confundiram a situação proposta com resistência do ar com a situação sem resistência.

Algumas das respostas "corretas" dos alunos (O cone).

- "O cone. Porque o cone sofre menor ação da resistência do ar devido ao seu formato." (33)
- "O cone chegará primeiro pois a resistência do ar no cubo é maior por ter uma área de contato maior." (34)
- "O cone cai + rápido, pois tem menor superfície, portanto sofre menor resistência do ar." (35)
- "Esse (o cone) chega primeiro, pois ele tem um formato tal que lhe permite "furar" mais o ar, lhe dando mais velocidade, pois a resistência do ar será menor do que no cubo, pois este tem uma superfície em contato c/o ar maior." (15)
- "O cone chegará primeiro pois o bloco sofrerá resistência e o cone devido ao seu formato anatômico superará a resistência do ar." (16)
- "O cone cairá primeiro, pois seu formato aerodinâmico atua como um "corta-vento", fazendo com que a resistência do ar diminua." (17)
- "O cone cairá primeiro porque a ponta do cone "fura" o ar, fazendo com que a resistência do ar seja menor." (18)
- "O bloco chegaria depois, pois sua resistência do ar é maior que a do cone." (19)
- "O cone cairá primeiro, pois sua aerodinâmica e formato propicia uma melhor queda, superando melhor a resistência do ar." (26)
- "O cone chegará primeiro, por possuir um formato que não lhe proporcionará tanta resistência do ar." (28)
- "O cone, pois neste a força de resistência do ar é menor." (29)
- "O cone chega antes, por ter menos área de contato com o ar e furá-lo." (32)

Algumas respostas "erradas" dos alunos:

"o bloco primeiro"

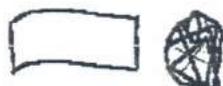
- "O bloco chega primeiro, pois no cone há mais resistência do ar." (50)
- "O bloco, pois o cone fica rodando enquanto cai por causa de sua forma." (13)
- "O quadrado cai + rápido, porque o cone fica rodopiando no ar e demora mais." (14)

"outras respostas"

- "Os dois chegam ao mesmo tempo, pois a resistência do ar em ambos os casos será a mesma." (9)
- "Os dois chegam juntos por possuir o mesmo peso." (8)
- "Os dois chegam ao mesmo tempo pois como o peso é igual a massa também é." (10)
- "Nenhum dos dois por causa da aceleração ser a mesma." (2)
- "Os dois cairão em tempos próximos, mas talvez o cone, pelo seu formato "deslize" melhor pelo ar." (3)

"Item c)"

c) Ele solta duas folhas de papel. Uma amassada em forma de "bola" e outra aberta.



Resposta esperada: "A folha amassada chegará primeiro, pois a resistência do ar sobre ela é menor."

Distribuição das respostas:

Acertos	Erros	Em branco
49 (58%)	1 (2%)	0 (0%)

[número e percentual de alunos que acertaram]

Comentário: Nível de dificuldade muito fácil, pois a experiência cotidiana é bastante clara na elucidação da resposta. Mesmo sem conhecimento físico, é fácil respondê-la pois é o que observamos no dia-a-dia. O único aluno que errou a questão, suponho tenha sido porque o confundiu os casos de queda dos corpos com e sem resistência do ar. Onde sem a resistência do ar as folhas aberta e amassada chegariam juntas.

Algumas das respostas certas dos alunos:

- “A amassada chega primeiro pois há + resistência do ar na folha aberta, visto que sua superfície é maior.” (50)
- “A folha amassada, pois a folha aberta vai ficar voando um tempo.” (1)
- “A amassada porque devido ao seu formato ele tem menor resistência do ar do que o outro objeto”. (31)
- “A amassada cairá primeiro, pois a outra tem mais contato com o ar, tem superfície maior, gastando maior resistência do ar.” (4)
- “Quem chega primeiro é a amassada pois não sofre a resistência do ar.” (10)
- “A folha em forma de “bola” considerando a resistência do ar a folha de maior superfície sofrerá a influência maior do ar.” (7)
- “A amassada, pois o atrito com o ar é menor.” (23)
- “A em forma de bola porque a folha aberta vai sofrer mais resistência do ar.” (46)
- “A em forma de uma “bola” chegará primeiro, pois a sua área de contato com o ar é menor que a outra.” (32)
- “A aberta cairá depois pois possuirá maior resistência do ar.” (43)
- “A amassada porque a resistência do ar nesta é menor.” (29)

A única resposta errada:

- “Os dois vão cair juntos.” (6)

“Itens a), b) e c) em conjunto”**Distribuição das respostas:**

	Acertos	Erros
Item a) blocos de madeira e chumbo ▶	23 (46%)	27 (54%)
Item b) bloco e cone ▶	35 (70%)	15 (30%)
Item c) folha aberta e amassada ▶	49 (98%)	1 (2%)

[número e percentual de alunos que acertaram]

Obs.: Veja no ANEXO I agrupamento dos conceitos envolvidos nas respostas dos alunos.

"ANÁLISE DA QUESTÃO 3"**QUESTÃO N.3**

Objetivo: Verificar se o aluno é capaz de aplicar a terceira lei de Newton com a situação proposta, demonstrando que os dois podem sair do lago empurrando ao outro (ou outra situação similar a do empurrão que seja de criatividade do aluno e que satisfaça a situação).

Duas pessoas estão na superfície de um lago congelado (considere o atrito na superfície do gelo $\cong 0$), uma próxima a outra. Não conseguem andar pois o gelo escorrega muito. Como podem fazer para sair do lago?

Resposta esperada: "Podem sair do lago empurrando-se mutuamente." (ou qualquer outra resposta similar de mesmo efeito)

Distribuição das respostas:

Acertos	Erros	Em branco
28 (56%)	16 (32%)	6 (12%)

[número e percentual de alunos que acertaram]

Comentário: Tratando diretamente da 3.^a Lei de Newton, esta questão deu liberdade para o aluno utilizar sua criatividade. Permitiu que seus conceitos intuitivos fossem expostos de forma mais participativa. 56% dos alunos acertaram, 32% de erraram e 12% deixaram a questão em branco. Foi a questão que o maior número de alunos a deixaram em branco.

Algumas das respostas "certas" dos alunos:

- "Uma pessoa empurra a outra." (24)
- "Uma pessoa fica de frente para a outra e se empurram, assim cada uma vai para um lado." (11)
- "Um empurra o outro e como não tem atrito, eles chegam a borda " (25)
- "Se não há atrito elas podem se empurrar que irão deslizar continuamente até que o lago acabe." (31)
- "O indivíduo 1 empurra o indivíduo 2 de forma que haverá ação/reação e se o atrito for 0 (zero) os dois sairão até a beira do lago." (41)
- "Tirar suas roupas e jogá-las para uma determinada direção sempre, o que fará com que a reação desta força sempre aplicada, os "empurre" para um sentido oposto da força para que assim possam sair do lago." (26)
- "Já que é possível que as duas pessoas se toquem, basta que uma empurre a outra (não precisa haver empurrão mútuo já que o atrito é 0). As duas vão se repelir em velocidade c^{te} saindo do lago." (2)
- "As duas pessoas podiam fazer uma força, um sobre o outro na direção pra fora do lago simultaneamente. E de acordo com as leis de ação e reação, os indivíduos iriam sair do lago." (48)

- "As duas pessoas podem empurrar uma a outra e segundo o princípio de ação e reação, no instante que uma pessoas empurra a outra a primeira sofrerá uma força igual e de mesma intensidade que a segunda." (7)
- "Elas se seguram uma na outra e vão se puxando, já que não há atrito qualquer força que façam as tiraria do lugar." (45)
- "Uma pessoa empurra a outra e assim, de acordo com a 3ª lei de Newton (ação e reação), cada uma iria para uma lado do lago, pois quando a pessoa aplica uma força empurrando a outra existe também uma força que empurra a primeira para trás." (42)

Algumas das respostas "erradas" dos alunos:

- "Fazendo movimentos para a frente, pois assim, o gelo iria aplicar uma força de reação que iria jogá-las para trás e fazê-las sair do lago." (9)
- "Se uma "pusesse" o seu peso em cima da outra." (50)
- "Movimentando-se agachado." (8)
- "As duas pessoas poderiam encostar uma na outra de forma a fazer peso e equilibrar com a força do atrito." (3)
- "Ficarem paradas, pois começará a deslizar vagarosamente." (39)
- "Elas podem ir escorregando até encontrarem uma força que aja "contra" elas, ou seja, até se chocarem com a a margem do lago." (32)
- "Patinando!" (28)
- "Deitar no chão e ir deslizando." (23)
- "Para sair do lago elas podem patinar. Desta forma, deslizariam sobre o gelo, saindo do lago."

Veja as duas respostas abaixo :

- "Como uma pode tocar a outra, é só uma empurrar a outra, mas sem perder o contato com a pessoa empurrada." (44)
- "Uma pessoa vai dar a mão p/ outra e puxá-la, de forma que quando uma for para frente ela vai puxar a que ficou p/ traz e assim por diante." (6)

Obs.: A parte sublinhada representa o erro conceitual.

No ANEXO I, você tem um agrupamento dos conceitos presentes nas respostas dos alunos.

ANÁLISE DA QUESTÃO 4

QUESTÃO N.4

Objetivo: Verificar se o aluno é capaz de indicar que o movimento de queda próximo a superfície da Terra é constantemente acelerado, aumentando a distância entre as gotas com o decorrer do tempo (para intervalos de tempos iguais).

Em uma caverna, há uma goteira. As gotas caem em intervalos de tempos iguais. Qual das figuras abaixo melhor representa a posição das gotas em um determinado instante (fotos da goteira)?

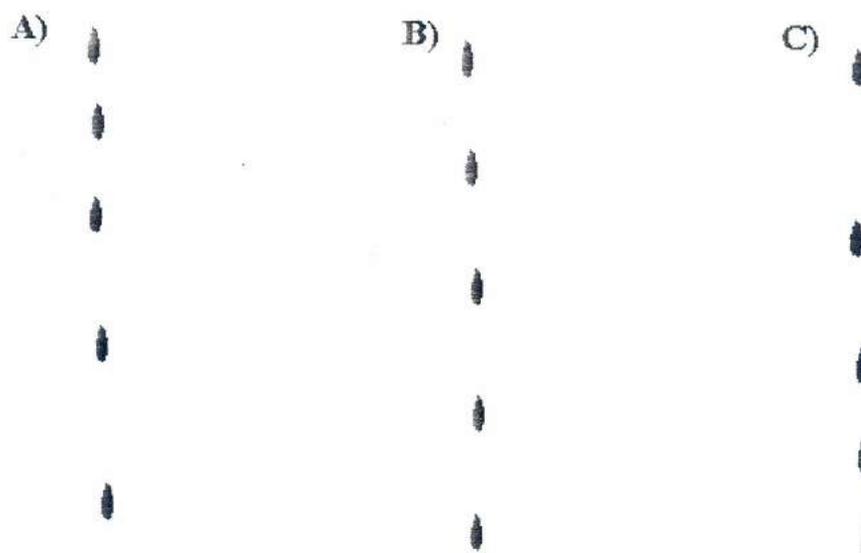
Diga o porque da sua opção: _____

(Figura na próxima página)

de tuame
gotas preferu

aluno

com frequência constante



Resposta esperada: Letra A). Porque a distância entre as gotas vai aumentando com o passar do tempo (para intervalo de tempos iguais) por se tratar de um movimento uniformemente acelerado.

Respostas obtidas:

A *	B	C	Em branco
15 (30%)	26 (52%)	8 (16%)	1 (2%)

[número e percentual de alunos que acertaram]

Distribuição das respostas:

Acertos	Erros	Em branco
15 (30%)	34 (68%)	1 (2%)

[número e percentual de alunos que acertaram]

Comentário: Considerei inicialmente, ao elaborar a questão, como fácil. O número baixo de acertos me surpreendeu. O conceito de movimento uniformemente acelerado para um corpo em queda próximo a superfície da Terra ($g = \text{constante}$) com o aumento da distância para intervalos de tempos iguais é muito importante e somente 30% dos alunos acertou a questão.

Algumas das justificativas dos alunos na opção "A":

- "Porque a cada instante a gota sofre a aceleração da gravidade e com isso sua velocidade aumenta." (46)
- "Letra A pois a gota vai ganhando velocidade gradativamente." (4)
- "A distância das gotas é aumentada pela sua aceleração." (48)

- "Há a presença constante da força da gravidade agindo sobre a gota o que faz com que sua velocidade aumente cada vez mais, o que iria distanciar as gotas nos pontos mais baixos." (43)
- "Já que as gotas estão submetidas a aceleração gravitacional elas passam a percorrer cada vez mais espaço em menos tempo. Por isso, no final as gotas estão mais distantes umas das outras." (42)
- "(a) pois as gotas estão espaçadas regularmente com o tempo, depois se separam devido à aceleração da gravidade." (45)
- "Porque a aceleração da gravidade aumenta conforme a queda da gota." (24)
- "(a). Quanto mais em cima, maior a pressão atmosférica." (50)

Algumas das justificativas dos alunos na opção "B":

- "Porque as gotas caem em intervalos de tempos iguais então a distância de uma para a outra será a mesma." (31)
- "Se elas caem ao mesmo tempo, a distância entre elas é igual." (25)
- "Letra "B", porque as gotas estão caindo na mesma velocidade, é constante, em intervalos de tempos iguais." (11)
- "Se elas caem em intervalos iguais a distância entre elas será igual também, já que elas caem c/ uma mesma velocidade." (15)
- "A letra B. Porque se todas saem (uma gota p/ outra) com diferença de segundos, elas terão de chegar no final assim também." (6)
- "Pois os intervalos de tempo são iguais." (5)

Algumas das justificativas dos alunos na opção "C":

- "Devido a aceleração da gravidade, as gotas vão se juntando nos instantes." (2)
- "De acordo com que o tempo passa a aceleração aumenta e conseqüentemente a velocidade também." (49)
- "Pq é acelerado." (40)
- "Porque a gota demora a se formar e enquanto isso as gotas ganham velocidade durante a queda." (13)
- "As gotas caem cada vez mais rápido, por causa da aceleração da gravidade." (1)
- "Por que a gota que está atrasada alcançará as outras e todas ficarão num mesmo intervalo de tempo." (3)

Obs.: No ANEXO I, você tem um agrupamento dos conceitos presentes nas respostas.

ANÁLISE DA QUESTÃO 5

QUESTÃO N.5⁹

Objetivo: Verificar se o aluno é capaz de relacionar a 1.^a Lei de Newton com o movimento do elevador, identificando que quando um corpo está em movimento retilíneo uniforme ou parado a resultante das forças que age sobre ele é igual a zero.

⁹ Extraída da prova do quarto bimestre das turmas de 1.^o ano (1999) - CAp, Prof. Roberto Affonso Jr.

Assinale a(s) alternativa(s) correta(s):

Uma pessoa pega o elevador no térreo de um edifício e sobe até o seu andar. A resultante das forças que agem no elevador é zero quando:

- () O elevador está em repouso no térreo.
 () O elevador começa a subir;
 () O elevador está no meio da subida, a uma velocidade constante;
 () O elevador começa descer;
 () O elevador efetivamente está parado no andar da pessoa.

Resposta esperada: 1 - (x) O elevador está em repouso no térreo. Antes de começar a subir.
 2 - () O elevador começa a subir;
 3 - (x) O elevador está no meio da subida, a uma velocidade constante;
 4 - () O elevador começa a parar;
 5 - (x) O elevador está efetivamente parado no andar da pessoa.

Distribuição das respostas:

100% de acerto Foram marcados os itens 1, 2, 3, 4 e 5	80% de acerto Foram marcados os itens 1, 2, 4 e 5	60% de acerto Foram marcados os itens 1, 2 e 4
46 alunos (92%)	3 alunos (6%)	1 aluno (2%)
(todos os outros)	(11, 28, 39)	(47)

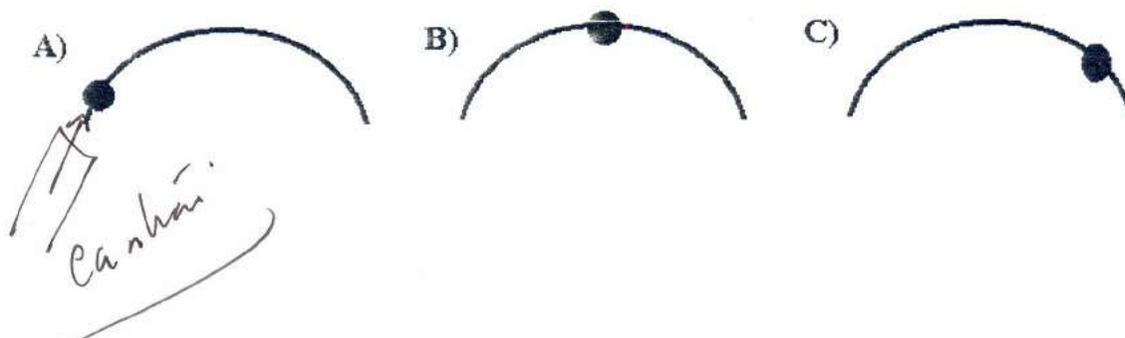
Comentário: Foi considerado como correto, tanto o fato do aluno marcar as alternativas corretas como também o fato dele não marcar as incorretas. Cada item, dos cinco que compõe a questão, corresponde a 20%. Esta questão foi extraída integralmente da prova avaliativa do 3.º bimestre e os alunos demonstraram recordar-se bem do assunto. Como a tabela de resultados gerais (pág.23) contempla erros e acertos, para compô-la considere que 49 alunos acertaram a questão.

ANÁLISE DA QUESTÃO 6

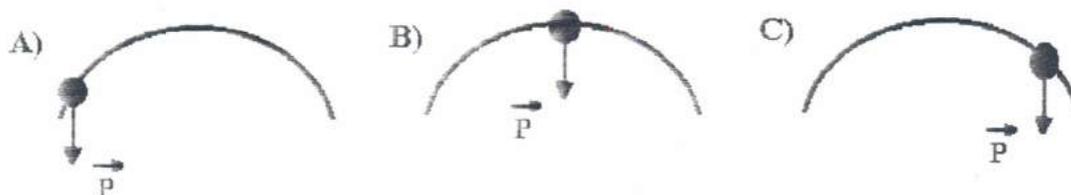
QUESTÃO N.6

Objetivo: Verificar se o aluno é capaz de identificar que a força peso é a única que age sobre a bola após lançada, desprezando-se a ação do atrito.

Um canhão lança uma bola, conforme figura. Desprezando-se a ação do atrito, identifique as forças que agem sobre a bola nas diferentes posições indicadas no desenho.



Resposta esperada:



Distribuição das respostas da letra A:

Certas	Erradas	Em branco
14 (28%)	32 (64%)	4 (8%)

[número e percentual de alunos que acertaram]

Distribuição das respostas da letra B:

Certas	Erradas	Em branco
12 (24%)	31 (62%)	7 (14%)

[número e percentual de alunos que acertaram]

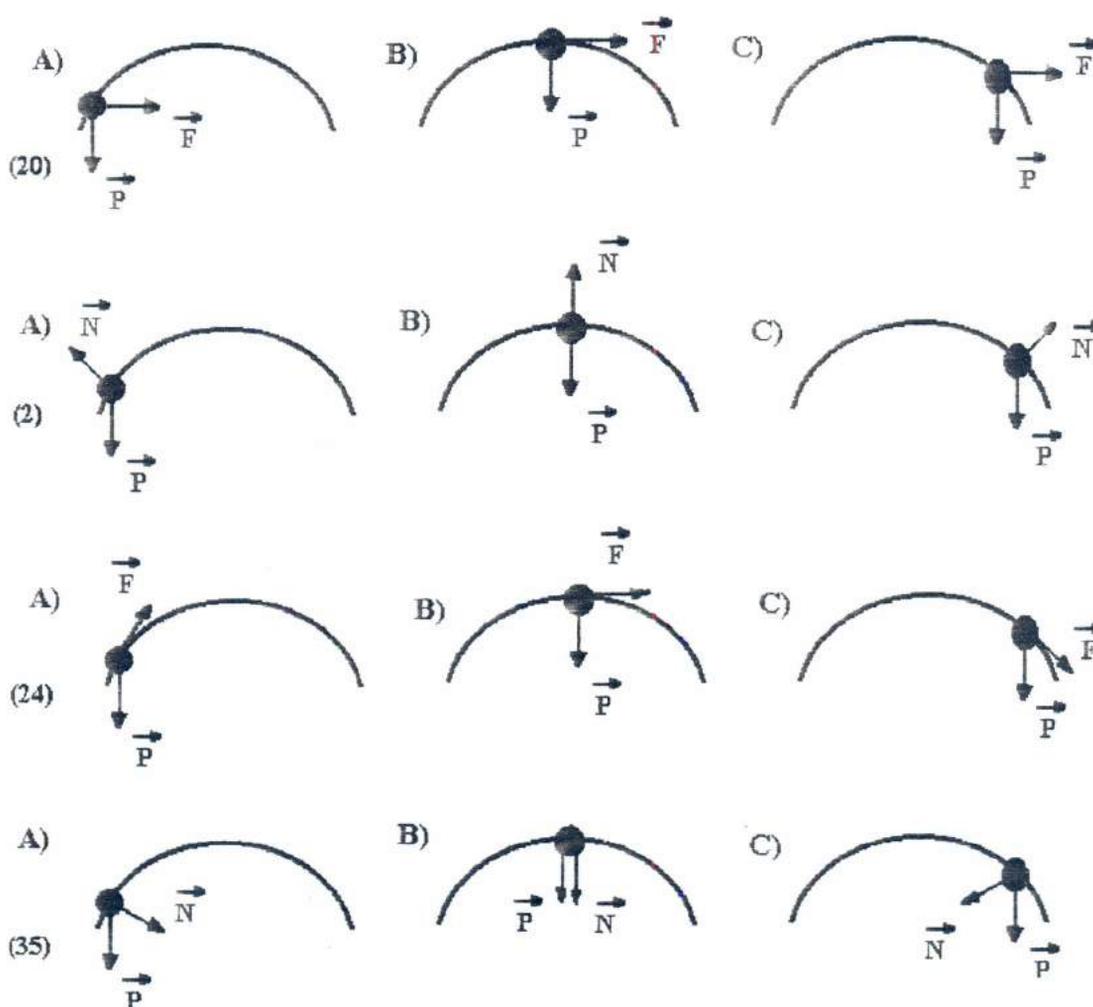
Distribuição das respostas da letra C:

Certas	Erradas	Em branco
17 (34%)	29 (58%)	4 (8%)

[número e percentual de alunos que acertaram]

Comentário: Houve um percentual de acerto de 28%, 24% e 34% nos itens A, B e C respectivamente. Há uma tendência dos alunos em, além da força peso (P), colocarem uma força F tangente a trajetória, confundindo o vetor velocidade com esta força F , demonstrando acreditar que para haver movimento, deve existir sempre a aplicação de uma força no sentido do movimento. Em outros casos, os alunos incluíram a força normal (N) a qual só existe quando o corpo está apoiado sobre uma superfície, demonstrando associá-la a presença da força peso, independente de haver uma superfície de contato. Ainda ocorreram outros casos. Os mais repetitivos estão representados em "algumas das respostas "erradas" dos alunos" que é o próximo item.

Algumas das respostas "erradas" dos alunos:

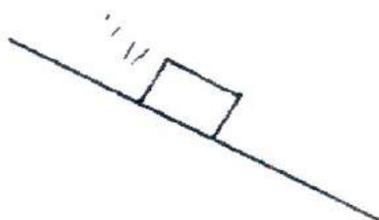


ANÁLISE DA QUESTÃO 7

QUESTÃO N.7 °

Objetivo: Verificar se o aluno é capaz de indicar no desenho as forças que agem sobre o livro em movimento e seus pares ação e reação. P (força com que a Terra puxa o livro), $-P$ (força com que o livro puxa a Terra), N (força que a superfície faz sobre o livro), $-N$ (força de "apoio" do livro sobre a superfície).

Um livro está escorregando sobre uma superfície inclinada. Identifique as forças que agem sobre o livro e caracterize seus pares ação-reação.



Resposta esperada:

P = Força com que a Terra atrai o livro.

$-P$ = Força com que o livro atrai a Terra.

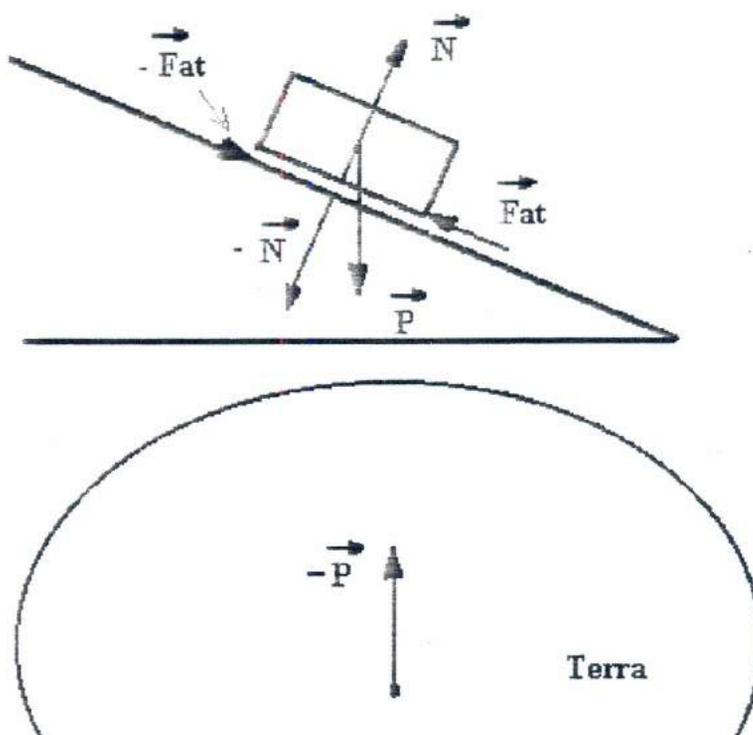
N = Força que a superfície do plano inclinado faz sobre o livro.

$-N$ = Força que a superfície do livro faz sobre a superfície do plano inclinado.

"Não obrigatório"

Fat = Força de atrito que a superfície do plano faz sobre o livro.

$-Fat$ = Força de atrito que a superfície do livro faz sobre a superfície do plano.



Comentário: Não foi obrigatória a colocação da força de atrito, pois no problema não foi especificada a sua existência.

A força $-P$ poderia também ser "colocada" (vetorialmente) no livro, desde que o aluno especificasse que ela era a força com que o livro atrai a Terra.

Verificamos que grande parte das respostas que classificamos como "erradas", assim o estavam por não atenderem o que foi pedido pela questão que era representar as forças que agiam no livro e indicar os pares ação-reação, porém verificamos, que a maioria dos alunos aplicou corretamente as forças peso (P) e normal (N).

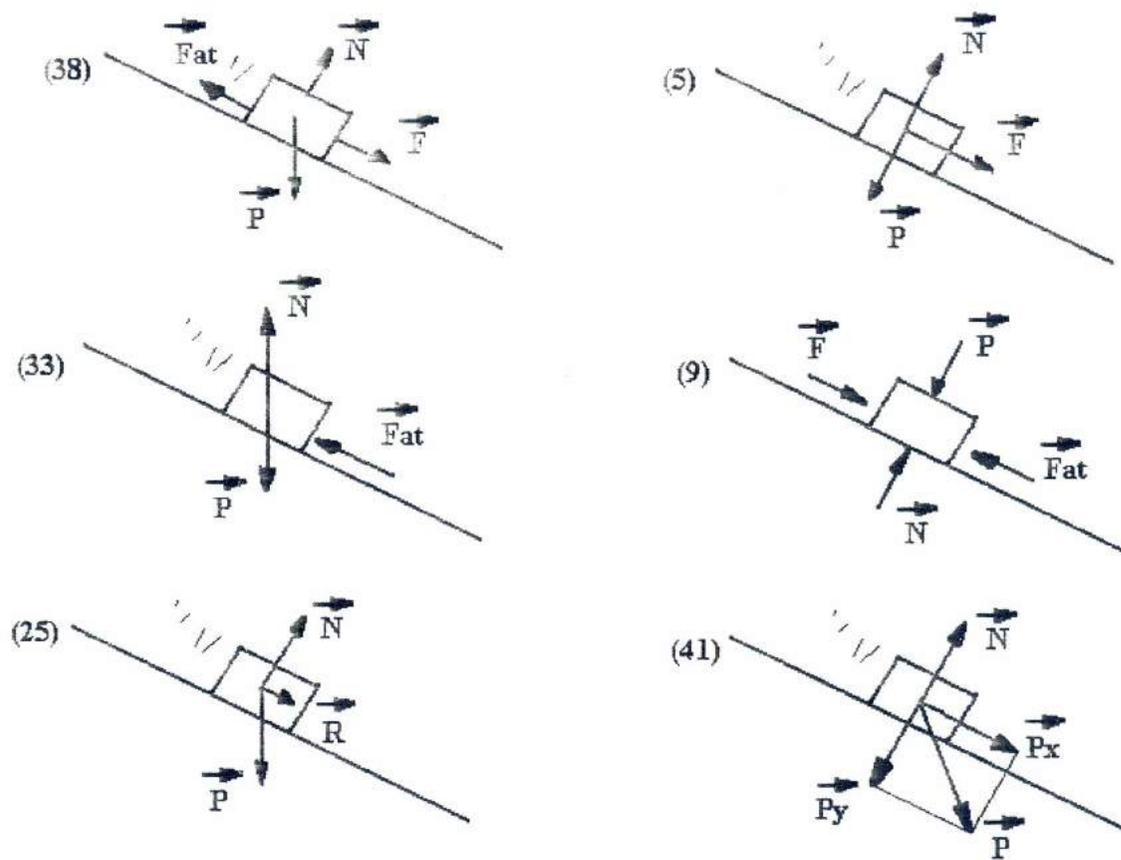
Em sala de aula um ponto muito importante na aplicação da terceira lei de Newton é o professor deixar claro que a "ação e reação" envolve sempre corpos diferentes.

Distribuição das respostas:

Certas	Erradas	Em branco
14 (28%)	36 (72%)	0 (0%)

[número e percentual de alunos que acertaram]

Algumas das respostas "erradas" dos alunos:



Quadro de Resultados Gerais

Questão	Acertos	Erros	Em branco
1 item 1	49 (98%)	1 (2%)	0 (0%)
item 2	48 (96%)	2 (4%)	0 (0%)
item 3	50 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
2 item a	27 (54%)	23 (46%)	0 (0%)
item b	35 (70%)	14 (28%)	1 (2%)
item c	49 (98%)	1 (2%)	0 (0%)
3	28 (56%)	16 (32%)	6 (12%)
4	15 (30%)	34 (68%)	1 (2%)
5	46 (92%)	4 (8%)	0 (0%)
6 letra A	14 (28%)	32 (64%)	4 (8%)
letra B	12 (24%)	31 (62%)	7 (14%)
letra C	17 (34%)	29 (58%)	4 (8%)
7	14 (28%)	36 (72%)	0 (0%)

[quantidade de alunos (% correspondente)]

Para recordar das questões:

(a fim de ajudar na visualização dos resultados da tabela)

Questão 1 - Identificação dos conceitos de peso e massa e da 1ª L. de Newton;

Questão 2 - Queda dos corpos. Bloco x bloco (a), bloco x cone (b) e folha aberta x amassada (c);

Questão 3 - Duas pessoas no lago de gelo escorregadio;

Questão 4 - Goteiras que caem em uma caverna em intervalos de tempo iguais (três opções de queda);

Questão 5 - Movimento do elevador;

Questão 6 - Bola de canhão lançada abliquoamente. Identificação das forças que agem em três posições diferentes;

Questão 7 - Plano inclinado. Identificação das forças.

Vale mencionar que o trabalho do professor com a turma foi muito bom. Ele se utilizou de trabalhos em grupo, de experimentos e de dinâmicas de integração, bem como, de trabalhos em grupo fora da sala de aula (Metrô e Terra Encantada). Houve também uma boa utilização dos estagiários (licenciandos). Os alunos não tiveram aulas constantes durante o primeiro bimestre devido motivo de saúde do professor. Este fato teve conseqüências carregadas por isso foi feito um grande esforço em suprir as deficiências.

Foi possível observar a importância da avaliação diagnóstica. Ela indicou pontos que podem ser trabalhados no próximo ano, tanto para os alunos que foram para o segundo ano e carregaram consigo algumas deficiências como indiretamente para os novos alunos das novas turmas de primeiro ano.

4 - BIBLIOGRAFIA:

SOUZA, Clariza Prado; Depresbitéris, Léa; Franco, Maria L. P. Barbosa e Rosa, Sandra Záquia Lian. "Avaliação do Rendimento Escolar". 4ª edição. editora Papyrus, 1995.

CALDEIRA, AMS. "Avaliação e processo de ensino aprendizagem". Presença Pedagógica 3 (17) set/out. (p 53-61). 1997.

FUSAN, José Cerchi; "O Planejamento do Trabalho Pedagógico: Algumas Indagações e tentativas de Respostas". Idéias, n.º 8, p44-53. 1990.

AFFONSO JR., ROBERTO. Prova do 3.º bimestre (1999). Colégio aplicação da UFRJ.

" ANEXO I "

Consta neste anexo, um agrupamento dos tipos de respostas ou dos conceitos nelas envolvidos. Estes são fornecidas pelos alunos nas questões 2, 3 e 4, pois nestas, eles tiveram que justificar as respostas.

Agora a soma das quantidades, das respostas dos alunos, não será igual a 50 - número total dos alunos - pois um aluno pode utilizar mais de um "conceito" para justificar a sua resposta.

QUESTÃO 2

Letra a)

Dos que responderam que o *bloco de chumbo* chegaria primeiro, constatamos nas suas respostas os seguintes assuntos como justificativas:

- 13 peso;
- 8 massa;
- 4 resistência do ar;
- 1 atração para o centro da Terra;
- 1 aceleração da gravidade.
- (5 não justificaram a resposta)

Dos que responderam que *os dois corpos* chegariam juntos, constatamos nas suas respostas os seguintes assuntos como justificativas:

- 7 aceleração da gravidade
- 5 formatos iguais
- 4 tamanhos iguais
- 4 peso
- 3 massa
- 3 resistência do ar
- 2 superfície de contato
- 1 velocidade
- (8 não justificaram a resposta)

Nenhum aluno respondeu que o bloco de madeira chegaria primeiro.

Letra b)

Dos que responderam que *o cone* chegaria primeiro, constatamos nas suas respostas os seguintes assuntos como justificativas:

- 23 resistência do ar
- 09 formato
- 06 aerodinâmica
- 04 superfície de contato
- 02 peso
- 01 massa
- 01 velocidade
- (02 não justificaram as respostas)

letra C)

Dos alunos que responderam a letra C (veja desenho ao lado) agrupando as suas respostas constatamos, de uma forma geral, as seguintes justificativas:

Foram 7 alunos que optaram pela letra C, e cada um deles deu uma resposta com combinação de "itens" diferentes, porém pelo que pude perceber, de uma forma geral, eles tem a idéia que:

"... a aceleração da gravidade faz com que a gota que é solta depois ganhe mais velocidade e venha a alcançar a gota solta anteriormente e por isso elas tendem a se juntar "mais a frente".

Dois dos setes alunos responderam simplesmente:

".. por causa da aceleração da gravidade"