

---

## LABORATÓRIO DIDÁTICO DE FÍSICA COMO PRODUÇÃO CIENTÍFICA

---

*N. Priante Filho*  
*C. Rinaldi*  
Depto. de Física -ICET -UFMT  
Cuiabá –MT

### **Resumo**

*A dificuldade na articulação de idéias em um texto escrito, o desconhecimento de normas para a elaboração de um trabalho científico, a não utilização dos recursos de informática disponíveis na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e a dificuldade que os alunos têm de articular os conceitos que possuem com os trabalhados nas diversas disciplinas de seu curso, bem como a dificuldade na construção dos mesmos, foram constatados em alunos de semestres avançados dos cursos de Licenciatura Plena em Física e de Engenharia Elétrica da referida Universidade.*

*O objetivo deste trabalho é propor uma metodologia que facilite a avaliação de relatórios de aulas experimentais de física, no sentido de que estes sigam o modelo de um trabalho científico e que ao mesmo tempo propicie a construção de conceitos em óptica geométrica e motive os alunos a utilizarem os recursos existentes na UFMT.*

*O laboratório didático foi o locus escolhido para desenvolver as atividades durante um semestre letivo, com alunos dos cursos de Licenciatura Plena em Física e de Engenharia Elétrica, cursando a disciplina Física IV (Óptica geométrica), nas quais baseou-se as análises e conclusões.*

*Da análise dos resultados pode-se observar que a metodologia proposta foi aprovada pelos alunos, apesar da resistência inicial, que foi superada ao longo dos trabalhos. Facilitou a construção dos conceitos de reflexão, difração e refração, bem como a concepção que envolve o modelo holístico de propagação de imagem, dentre outros.*

## I. Introdução

As pesquisas têm demonstrado que as concepções alternativas, nos diferentes campos da física, estão presentes em um grande número de alunos e, algumas delas resistem há anos de educação formal como mostram trabalhos de pesquisadores como: Viennot, 1979; Closset, 1983; Rinaldi, 1989; Zylberzstajn, 1983; Rinaldi e Ure, 1994; entre outros. Um exemplo paradigmático é a persistência de noções semelhantes às teorias medievais da antiperistasis, mesmo entre alunos que estudaram as leis de Newton.

A óptica, como a mecânica, é uma ciência antiga. Para explicar os fenômenos ópticos formularam-se teorias e modelos que, segundo Pesa e Cudmani (1993), constituem mais que teorias científicas da luz, análises descritivas da natureza e esquemas explicativos especulativos.

Para Pesa et al. (1995), o núcleo estrutural mais profundo das concepções alternativas na óptica é o modelo holístico de propagação da imagem. Segundo essa idéia, os conceitos se estruturam sem dissociar nem discriminar a física da luz dos fenômenos perceptivos. Têm significado e coerência, do ponto de vista desse modelo, concepções tais como: “a luz se vê”; “a luz só pode chegar a uma distância finita”; ou “de cada ponto de uma fonte se emite um só raio” [...].

Porém, para o dia-a-dia não é necessário, em geral, questionar a respeito da luz como entidade física que viaja do objeto luminoso ou iluminado ao olho. Na sala de aula, quando o professor fala de luz o contexto a que se refere é totalmente diferente daquele da vida diária. O estudante não percebe e não extrapola as noções “aprendidas” em sala de aula para este contexto.

É comum na universidade exigirem-se dos alunos, durante as aulas experimentais, apenas anotações de eventos com intuito de provar e comprovar teorias. Desta maneira, não é comum trabalhar as normas para a elaboração de um trabalho científico e de critérios objetivos para a discussão dos resultados de experiências, bem como a dificuldade na articulação de idéias e de conceitos em um texto escrito. Estes constituem-se problemas para os alunos de diversos semestres dos cursos de graduação em Licenciatura e Bacharelado, problemas estes freqüentemente comentados em reuniões e em salas de professores de física.

Segundo Lotti et al (1988), o relatório de laboratório a ser entregue ao professor nem sempre se justifica, pelos seguintes motivos:

- sua validade como instrumento de avaliação da aprendizagem é limitada por ser, na maioria das vezes, cópias de livros ou de trabalhos de colegas;

- o estímulo da nota não é essencial para motivar os alunos. A motivação está presente desde o momento em que o experimento esteja ligado à programação geral do curso como estratégia de construção de conceitos, e interessa automaticamente aos alunos.

Geralmente existem nas estruturas dos diferentes cursos, disciplinas tais como “Metodologia Científica” e “Introdução Científica”, cujos objetivos principais referem-se aos aspectos acima identificados como problemas. Entretanto, muitas vezes os alunos já concluíram estas disciplinas mantêm-se com as mesmas dificuldades, pois não são incentivados a usarem os recursos da informática, e, com isto, seguem com deficiências mesmo após formados (Rinaldi, 1989).

Por outro lado, além de constatados esses problemas nos relatórios referentes à primeira experiência realizada na disciplina “Física Geral IV” (Óptica geométrica), dos Cursos de Licenciatura Plena em Física e Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT (94/1), identificou-se que 70% dos alunos pesquisados não sabiam usar micro-computadores, inclusive para edição de textos.

Priante (1991), discorrendo sobre os ideais da educação no Brasil, cita a problemática da Educação na pedagogia de Platão, que se baseia na aptidão para aprender e no interesse de quem está em condições de ensinar (professor). A aptidão para aprender surge da necessidade interior de conhecer-se a si mesmo. Conhecer a própria ignorância é praticar a refutação, é exercitar o diálogo, é a arte de partejar as idéias, num processo maiêutico, que liberta o espírito dos erros para prepará-lo à contemplação da verdade. O professor deve ser humilde e, ao mesmo tempo que ensina, deve ter paixão por aprender. O interesse do aprendiz surge da confiança, da fé em seu mestre e do sentimento de que não está sendo enganado.

Partindo da proposta construtivista de que o conhecimento resulta das interações entre o sujeito consciente de si mesmo e de objetos constituídos (Piaget, 1995), e considerando-se os problemas acima citados, pode-se supor que estes aspectos têm sido negligenciados ao longo dos cursos de graduação.

A elaboração de pré-testes sobre conceitos necessários para o acompanhamento do conteúdo de uma disciplina colabora com o auto-conhecimento do aluno. Priante Filho e Rinaldi (1994) propõem um conjunto de questões para a avaliação do domínio cognitivo sobre conceitos básicos de física e matemática. Rinaldi (1989) e Rinaldi e Ure (1994), Ausubel et al. (1980), entre outros, ressaltam a importância de se conhecer as concepções dos alunos e, a partir daí, preparar material didático pedagógico para trabalhá-las.

Como hipótese de trabalho, supõe que uma das causas dos problemas apresentados seja a dificuldade que os professores têm de propiciar situações motivadoras e que estas possibilitem a interação dos alunos com o objeto de estudo de forma efetiva. Tais situações devem ser cuidadosamente planejadas no sentido de poderem desencadear desequilíbrios e que, na reequilibração sucessiva, possibilitem a construção do conceito desejado.

Objetiva-se neste trabalho propor uma metodologia que facilite a avaliação de relatórios de aulas experimentais de física, no sentido de que estes sigam o modelo

de um trabalho científico, associado à construção de conceitos de óptica geométrica. Esta foi a estratégia adotada durante um semestre letivo, com alunos dos cursos de Licenciatura Plena em Física e de Engenharia Elétrica cursando a disciplina Física IV (Óptica geométrica). Pretende-se com isto, introduzir o aluno à metodologia da produção científica e, desta forma transformar os relatórios em instrumento de avaliação mediadora (Hoffmann, 1994) e, ao mesmo tempo, orientar alunos e professores na construção de conceitos.

## II. Metodologia

A metodologia adotada baseou-se em um conjunto de ações articuladas a fim de propiciar um clima de seriedade, de disciplina e de respeito mútuo entre professor e aluno, clima este fundamental para o debate e para a aceitação dos resultados das avaliações. Esta experiência foi efetuada com 32 alunos matriculados na disciplina "Física Geral IV", do Curso de Licenciatura Plena em Física e de Engenharia Elétrica da UFMT (relação professor/aluno de 1/32).

A ementa desta disciplina se restringe ao estudo da Óptica Geométrica, sendo previstas 4 horas semanais de aula teórica e 2 horas semanais de aula de laboratório.

Como a estratégia adotada depende de uma intensa interação professor-aluno, o controle da presença nas aulas foi efetuado de forma rigorosa, através de assinatura de listas de presença.

No primeiro dia de aula, junto com a lista de presença, o aluno respondeu um questionário no qual foi argüido sobre quais disciplinas (Cálculos I, II e III) tinha concluído no Curso; se sabia operar editores de texto em microcomputadores e se pretendia continuar os estudos em cursos de pós-graduação *strictu sensu*. Nessa aula apresentou-se a ementa da disciplina, o critério de avaliação e, na preleção, deu-se ênfase às possíveis aplicações da Óptica em problemas ligados à Física e Engenharia Elétrica, aplicações estas identificadas em contatos com alguns físicos e engenheiros elétricos que lecionam nos referidos Cursos e com engenheiros da Empresa de Telecomunicações de Mato Grosso (TELEMAT). Para a avaliação da disciplina atribuiu-se o mesmo peso às notas de provas teóricas e às notas dos relatórios das experiências realizadas em laboratório.

Utilizou-se o questionário proposto por Priante Filho e Rinaldi (1994), para a identificação de possíveis dificuldades em conceitos elementares de física e de matemática no início do semestre (Anexo 1). Este mesmo teste foi aplicado no último dia de aula da disciplina, como parâmetro de comparação. Na Tabela 1 estão relacionados os números das questões pertencentes a cada um dos grupos de conceitos, referentes ao teste apresentado no Anexo I, bem como o número de perguntas utilizadas para cada grupo de conceitos.

Tabela 1. Grupo de conceitos explorados nas questões do teste do Anexo 1 e número de perguntas, referente a esses grupos de conceitos.

Grupo de Conceito	Números das questões	Número de perguntas
1. Geometria e trigonometria	1,2,3,4 e 7	27
2. Resolução de eq. de 1º e 2º graus	5,6,13,14	6
3. Aritmética e álgebra elementar	10 e 15	14
4. Transformações de unidade	16	6
5. Interpretação de gráficos	8 e 9	3
6. Conceitos de física	11,12,17,18,19,20,21,22,23 e 24	17

As experiências trabalhadas estavam articuladas com as aulas teóricas, sendo que a maior parte das experiências realizadas representaram aulas de coleta de dados medidos e trabalhados pelo próprio aluno. Para a realização das experiências, o aluno contou com um roteiro mínimo (laboratório com ênfase na estrutura do experimento, Moreira, 1983), porém sempre acompanhado pelo professor, em cada grupo.

Ao longo do semestre foram desenvolvidas 07 (sete) experimentos, no entanto, para efeito de pesquisa, elegeram-se três assuntos tratados no início da disciplina para se confeccionar os relatórios, que foram: reflexão da luz; dispersão da luz; distância focal de lentes convergentes e divergentes. A escolha de três experimentos deveu-se ao fato de que a estratégia utilizada gera um volume grande de trabalho, em outras palavras, tem-se que analisar detalhadamente e acompanhar os trabalhos de cada aluno, tanto na construção do texto como artigo científico quanto na construção dos conceitos envolvidos em cada relatório. A confecção desses foi extra classe, no entanto, reservou-se espaço em aulas para a globalização de idéias e generalizações de teorias e conceitos, de forma que o professor pudesse acompanhar e orientar individualmente cada aluno.

A correção e a devolução dos relatórios aos alunos foram efetuadas no menor prazo possível, não superando duas semanas, após recebimento. Procurou-se comentar por escrito em cada relatório, as deficiências, não somente referentes ao português, como também às metodologias, à coleta e ao tratamento de dados, às discussões e às conclusões tendo-se, como referencial, as normas exigidas para a elaboração de um trabalho científico como, por exemplo, observa-se na contracapa da Revista Brasileira de Armazenamento, de jun/dez 1992.

Aos relatórios foram atribuídos escores de 0 a 10. Embora de modo não muito rígido, esta nota foi distribuída da seguinte forma: 20% para a parte introdutória, 10% para o material e os métodos, 10% para a apresentação dos resultados, 50% para

discussão e conclusão e 10% para as referências bibliográficas. Caso alguns destes tópicos estivessem escritos de modo confuso, ou mesmo não fizessem parte do relatório, não era atribuída nota a esta(s) parte(s) do relatório, o qual era imediatamente devolvido ao aluno, motivando-o a reescrevê-lo.

O relatório da primeira experiência sobre as leis da reflexão e da refração foi elaborado sem orientação do professor, a fim de identificar as dificuldades dos alunos na elaboração. Os alunos foram convidados a se dirigirem à biblioteca a fim de pesquisar sobre, o assunto, durante a aula seguinte à realização da experiência. Após constatadas e devidamente corrigidas as deficiências nesse relatório, iniciou-se a introdução de conceitos estatísticos para tratamento de dados, tais como regressão linear e coeficiente de determinação, aplicados aos dados obtidos nesta primeira experiência, e a que conclusões poder-se-ia chegar com as análises estatísticas efetuadas. A introdução destes conceitos foi feita ao longo das aulas teóricas, e os cálculos realizados pelos alunos foram refeitos na aula seguinte de laboratório.

A partir daí, foram dadas novas oportunidades para que os alunos reapresentassem o relatório, juntamente com o anterior, que continha os comentários do professor. Este procedimento foi também adotado para os outros dois relatórios que compuseram este estudo.

Para a elaboração do segundo relatório referente à experiência sobre a dispersão da luz em um prisma e o cálculo dos índices de refração do acrílico, para a luz vermelha e para a luz azul, pediu-se ao aluno que seguisse as normas de uma revista científica, escolhida por ele, na seção de periódicos da biblioteca. Introduziram-se, no início das aulas teóricas, os conceitos estatísticos de média, desvio padrão, coeficiente de variação e intervalos de confiança, além da necessidade da utilização dos parâmetros da distribuição “T de Student” (Gomes, J. M., 1992), para amostras pequenas, sempre visando a aplicação aos dados obtidos no laboratório. Procurou-se reforçar a necessidade da utilização da estatística como ferramenta necessária para a elaboração de uma discussão objetiva, a respeito dos dados obtidos da experiência.

Neste caso o professor colocou-se na posição de um consultor técnico da revista exigindo, através de sucessivas sugestões, os requisitos mínimos para a aceitação do trabalho, inclusive no que se refere a contradições conceituais. Esta estratégia também foi utilizada para motivar os alunos a usarem um editor de texto eletrônico, pois uma das condições para a aceitação do relatório era que fosse digitado em microcomputador.

Utilizou-se de uma aula em laboratório de informática, para que os alunos pudessem usar o microcomputador, identificando os “drives”, o sistema operacional, o editor de texto (“Redator”) e algumas funções mínimas, tais como acentuar palavras, salvar e recuperar um arquivo e deletar caracteres.

Para o terceiro relatório, sobre a medida da distância focal de lentes convergentes e divergentes, o critério de avaliação foi análogo ao do segundo relatório,

porém não se exigiu que fosse digitado em microcomputador, devido à greve dos servidores da UFMT.

O desempenho dos alunos ao final do curso, com respeito à nota de laboratório, foi comparado, a partir da análise de variância e do método de Newman Keuls (Hicks, 1973), considerando-se três níveis de alunos, sendo do nível 1 aqueles que só concluíram Cálculo I, do nível 2 aqueles que somente concluíram Cálculo I e Cálculo II, e os demais, do nível 3.

Efetuararam-se também as correlações de Pearson (Hicks, 1973), entre as notas de laboratório e as provas tradicionais, com as porcentagens de acertos dos alunos nos diversos grupos de conceitos básicos de física e matemática, no pré-teste realizado no início do semestre.

Compararam-se, também através da análise de variância e do método de Newman Keuls (Hicks, 1973), as porcentagens de acertos dos alunos dos níveis 1,2 e 3, acima estabelecidos, nos testes aplicados no início e no fim do semestre, relativos aos conceitos básicos de física e de matemática.

Todas as análises estatísticas foram efetuadas com um nível de significância de 5%.

Na última aula, logo após a entrega das notas finais, solicitou-se aos alunos uma avaliação, por escrito e aberta, sobre a importância do critério de avaliação utilizado.

### III. Resultados e discussão

Na Tabela 2 estão apresentados os números de alunos que iniciaram e que participaram até o fim da disciplina Física Geral IV, em 94/01. Conclui-se, a partir desta tabela, que 69% dos alunos acompanharam a disciplina até o fim do semestre. Embora o tipo de avaliação adotada tenha exigido grande dedicação dos alunos, esta porcentagem não se diferenciou significativamente da porcentagem de alunos que terminaram o semestre nos anos anteriores, que variou de 69 a 80%.

Tabela 2. Número de alunos da disciplina Física Geral IV, em 94/01

	Números de Alunos				
	Total	Eng. Elétrica	Eng. Civil	Eng. Sanitária	Física
Início do semestre	32	25	3	2	2
Fim do semestre	22	17	3	-	2

A Tabela 3 apresenta as porcentagens médias de acertos e os respectivos coeficientes de variação para cada um dos grupos de conceitos no teste sobre conceitos elementares de matemática e de física, obtidos pelos alunos no início e no final do semestre letivo.

Ao longo das aulas teóricas e de laboratório, antes de se utilizar aqueles conceitos elementares nos quais surgiram maior dificuldade no pré-teste aplicado, foram efetuadas revisões, com duração média de 2 minutos cada uma, sobre o assunto. O tempo destas revisões tomou por base as sugestões de Priante Filho e Rinaldi (1994). Estas revisões incluíram também a utilização de calculadoras. Esta técnica de “reconhecer” ou “recordar” os conceitos básicos, como ferramentas para a construção de novos conceitos ou para a manipulação dos dados experimentais, serviu para despertar o interesse e para motivar o aluno a compreendê-los (criaram-se “situações motivadoras”).

Tabela 3. Porcentagem de acertos médios e respectivos coeficientes de variação obtidos pelos alunos no teste de conceitos elementares de física e de matemática (Questionário anexo 1).

	Início do semestre *		Fim do semestre **	
	Media (%)	CV (%)	Média (%)	CV (%)
1. Geometria e trigonometria	71,5	26	80,8	17
2. Resolução de eq. de 1º e 2º graus	83,3	24	84,7	19
3. Aritmética e álgebra elementar	65,6	38	76,8	28
4. Transformações de unidades	65,4	46	69,4	30
5. Interpretação de gráficos	52,5	54	66,6	42
6. Conceitos de Física	37,5	49	53,4	37

\* - Número de alunos que realizaram o teste = 26.

\*\* - Número de alunos que realizaram o teste=12

A partir do teste T de Student (Gomes, J. M., 1992), não se observou diferença significativa entre as porcentagens de acertos médios dos alunos no início e no fim do semestre. Isto possivelmente se deve ao fato de existir uma grande variabilidade nas porcentagens de acertos, como indica os coeficientes de variação indicados na Tabela 3. Os dados desta tabela mostram uma tendência ao aumento da porcentagem de acertos e a diminuição do coeficiente de variação no fim do semestre.

Por outro lado, a partir das respostas às perguntas do pré-teste aplicado no início do semestre, existiu um aumento significativo das porcentagens de acertos para os grupos de conceitos, referentes aos alunos dos níveis 2 (que já fizeram Cálculos 1 e 2) e 3 (que já fizeram todos os Cálculos), em relação aos alunos do nível I (que só fizeram Cálculo 1), como mostra a Tabela 4. Não se observou diferença significativa

entre as porcentagens de acertos dos alunos dos níveis 2 e 3. Isto indica que, somente após realizados dois semestres de cálculo, os alunos conseguem superar suas dificuldades em termos de conceitos elementares de matemática. O teste de Bartlett (Gomes, J. M., 1992) não indicou a homogeneidade de variância para a porcentagem de acertos dos 3 níveis, para os grupos de conceitos 4, 5 e 6. Sendo assim, não se efetuou a comparação estatística entre as médias obtidas dos três níveis, para estes grupos. Nota-se, entretanto, que a média de acertos dos alunos dos três níveis para estes últimos grupos de conceitos, é equivalente, indicando assim que, mesmo após ter freqüentado três semestres de seus cursos, os alunos permanecem com as mesmas dificuldades relativas a esses conceitos.

Considerando-se que o nível das perguntas efetuadas no pré-teste é elementar e que há heterogeneidade entre os alunos em relação às porcentagens de acertos, sugere-se que deva ser solicitado freqüentemente nas diversas disciplinas dos cursos acima mencionados, um maior número de problemas e de exercícios referentes ao conteúdo ministrado e, conseqüentemente se dedique especial atenção às concepções alternativas, referentes aos grupos de conceitos identificados na Tabela 1.

Tabela 4. Resultados das comparações das porcentagens médias de acertos para questões referentes aos grupos de conceitos da Tabela 1, para três níveis de alunos.

Nível	Num. Alunos	Grupo 1 (%)	Grupo 2 (%)	Grupo 3 (%)	Grupo 4 (%)	Grupo 5 (%)	Grupo 6 (%)
2	7	81,5 A	90,5 A	74,5 A	69,0	47,6	24,4
3	9	70,0 AB	88,9 A	57,9 AB	51,8	48,1	35,2
1	2	20,3 B	50,0 B	25,0 B	58,3	50,0	29,4

Na Tabela 5 estão indicadas as correlações de Pearson (Gomes, J.M., 1992), entre as médias finais das provas teóricas tradicionais e as porcentagens de acerto (primeira linha), e as correlações entre as médias finais dos relatórios e as porcentagens de acerto (segunda linha) para cada um dos grupos de conceitos, referentes ao teste aplicado no início do semestre. Observa-se nesta tabela a existência de uma correlação significativa entre as porcentagens de acertos dos grupos 1, 3 e 5 com as notas médias finais dos relatórios. Este fato reforça a necessidade de se motivar os alunos a construírem estes conceitos ao longo das disciplinas, através de “situações motivadoras”. Os resultados do teste de Lilliefors (Gomes, J. M., 1992) indicaram a existência de normalidade para todos os parâmetros estudados, com exceção dos valores das porcentagens de acertos para os Grupos 2 e 5. Mesmo assim, considerou-se a correlação indicada na Tabela 5, já que esta foi significativa.

Tabela 5. Correlações de Pearson (Gomes, J. M.1992), das porcentagens de acertos para os grupos de conceitos referentes ao teste aplicado no início do semestre com as notas médias dos alunos nas provas teóricas (T) e com as notas médias obtidas nos relatórios (L).

Notas	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
Relatórios	0,528	0,395	0,495	0,206	0,586	0,390
Provas	0,394	0,355	0,228	0,110	0,450	0,269

A nota média, referente ao primeiro relatório, efetuado sem a orientação do professor, foi de 5,5 com um coeficiente de variação de 37,2%. Ressalta-se que neste relatório não foi possível adotar com rigor o critério anteriormente descrito, uma vez que os alunos não tinham ainda tal conhecimento. Entretanto, todas as deficiências, tanto conceitual quanto de estrutura de texto, foram comentadas por escrito em cada um dos relatórios, tomando-se por base o critério estabelecido ao longo do semestre. Dos matriculados, 29% refizeram este relatório, visando a melhora da nota.

As notas médias e os respectivos coeficientes de variação referentes ao segundo e ao terceiro relatórios foram respectivamente 3,97 e 66,7%, 3,46 e 93% na primeira entrega. Após as correções efetuadas, as notas médias relativas a estes relatórios foram 4,69 e 5,14. Os altos coeficientes de variação demonstram a heterogeneidade dos alunos, com respeito à elaboração dos relatórios e à construção e de conceitos. As porcentagens de alunos que refizeram estes relatórios foram respectivamente 35% e 52%.

Inicialmente percebeu-se que os alunos resistiam em aceitar este método de avaliação da disciplina. A maior parte dos alunos somente começou a se empenhar na elaboração dos relatórios após os baixos escores na prova teórica. Mesmo assim, percebeu-se que houve reações contrárias quanto a reescrevê-los, como mostram os percentuais dos alunos que refizeram os relatórios iniciais.

O fato de se exigir o segundo relatório digitado em microcomputador, após efetuado um treinamento em editoração de texto em uma aula de 2 horas, propiciou aos alunos a interação com a máquina, diminuindo assim a resistência à utilização deste recurso.

Percebeu-se ainda que uma das causas principais da inconsistência das discussões e das conclusões dos relatórios, além da dificuldade da expressão escrita, foi o desconhecimento pelo aluno de conceitos estatísticos e suas aplicações bem de como o domínio da síntese. Embora também tenha ocorrido uma reação inicial por parte de alguns alunos, o fato de se ter utilizado algumas aulas de teoria para a introdução destes conceitos de forma aplicada às experiências, e as sucessivas discussões e correções

sobre as dificuldades mais comuns encontradas pelos alunos, serviram de situações motivadoras (desequilíbrios) e fizeram com que continuassem o trabalho.

A exigência da confecção de relatórios, respeitando os padrões aceitos para publicação em revista científica, gerou um processo contínuo de correções e adaptações que, por sua vez, produziu nos alunos situações de desequilíbrios sucessivos. As fases gradativas de ajustamento conduziram a uma flexibilidade e a uma modalidade das peças, tanto maior quanto mais estável o equilíbrio, até que se atingisse uma versão considerada adequada para publicação.

Como os relatórios foram corrigidos e entregues aos alunos sempre após um curto espaço de tempo, a avaliação da disciplina serviu como um processo de construção constante que exigia dedicação por parte dos alunos. Assim, aos poucos identificaram-se os mais interessados, e aqueles que não conseguiram acompanhar o ritmo, deixaram de freqüentar as aulas, após a metade do semestre. Com este critério, 73% dos alunos que acompanharam as aulas até o final do semestre foram aprovados. Este número, entretanto, representou uma aprovação de 42% em relação aos alunos matriculados, mas foi constituído por aqueles que realmente atingiram os objetivos propostos pelo trabalho.

Na avaliação final, foi perguntado aos alunos que freqüentaram as aulas até o fim do semestre, sobre esta metodologia de trabalho e eles foram unânimes em afirmar sua importância para a construção de conceitos referentes à disciplina óptica e à estatística, a introdução da utilização de microcomputadores, bem como à orientação para a redação de trabalhos científicos.

Para o sucesso deste tipo de proposta, além de dominar os estudos sobre construção de conceitos, é fundamental que o professor tenha participado de projetos de pesquisa, e que já tenha produzido publicações em revistas ou em anais de congressos científicos. Estas são algumas das condições básicas para que este possa avaliar, segundo o critério aqui apresentado, de modo objetivo, os relatórios de experiências de física, transformando-os em instrumentos de avaliação mediadora e construção de conceitos.

#### **IV. Conclusões**

A maior parte dos alunos que iniciaram a disciplina Física Geral IV tiveram dificuldade em relacionar os conceitos trabalhados nas diversas disciplinas de seus cursos. Através dos relatórios das experiências de laboratório de Física Geral IV, pode-se propiciar ao aluno situações motivadoras (desequilíbrio) para incentivar o estabelecimento destas relações.

As situações motivadoras propiciaram ajustes que conduziram a uma flexibilidade e uma mobilidade na construção dos conceitos em óptica geométrica, bem como na construção dos textos (relatórios) nos moldes de trabalhos científicos.

Os resultados mostraram que a nota é um dos pontos que motivaram os alunos a refazerem suas tarefas estudantis, no caso em epígrafe, os relatórios das aulas práticas de laboratório, até o ponto de apresentarem as características de um trabalho científico.

Revisões constantes ao longo das aulas sobre conceitos básicos identificados como deficiências dos alunos, mostraram-se uma ferramenta indispensável para assegurar a construção de conceitos e a superação de desafios.

O critério trabalhado contou com a aprovação dos alunos que concluíram a disciplina Física IV (Óptica Geométrica), facilitando a construção de conceitos que envolvem a reflexão, a difração e a refração, bem como a concepção que envolve o modelo holístico de propagação de imagem, dentre outros.

## Referências

- AUSUBEL, D.P., NOVAK, J. D. E HANESIAN, H.; Psicologia Educacional. Interamericana, Rio de Janeiro, 1989.
- CLOSSET, J.L. Le Raisonnement Séquentiel em Eletrocinetique. These de 3<sup>ème</sup> cycle. Université de Paris VII. Paris, 1983.
- GOMES, J.M. Manual de Sistema de Análises Estatísticas e Genética: UFV, "CPD", abril 1992.
- HICKS, C.R. Fundamental Concepts in the Design Experiments: New York; Holt, Richardt and Winston, 1973.
- HOFFMANN, J.; Avaliação Mediadora; Educação & Realidade; Porto Alegre; 1994.
- LOTTI, N.G.R. et. ai. Laboratório Básico Polivalente de Ciências: FAE, 3<sup>a</sup> Ed. Rio de Janeiro, 1988.
- MOREIRA, M. A.; e LEV ANDOWSKI, C. E. Diferentes Abordagens ao Ensino de Laboratório; Ed. da Universidade -URGS, Porto Alegre; 1983.
- PIAGET, J. SEIS ESTUDOS DE PSICOLOGIA; Forense Universitária, 21 ed., Rio de Janeiro; 1995.
- PESA, M.; CUDMANI, L.C. de; BRAVO, S. Formas de Razoniamentos Associadas a los Sistemas Preconceptuales sobre Natureza y Propagación de la Luz: Resultados de una Experiencia Piloto. Cad. Cato Ens. Fis., V. 12, n. 1: p. 7 -16, abr., 1995.

- PRIANTE, J. C. História dos ideais da Educação -a perda da perspectiva utópica nos Pioneiros da Educação Nova no Brasil. Porto Alegre: UFRGS, (Dissert. De Mestrado).1991.
- PRIANTE FILHO, N. e RINALDI, C. Domínio Cognitivo dos alunos de Engenharia Florestal da UFMT quanto a conceitos básicos de Matemática e Física: Atas do III Seminário Paradigmas em movimento, UFMT, de 20 a 23 de set/1994.
- REVISTA BRASILEIRA DE ARMAZENAMENTO. Viçosa: CENTREINAR, v.17, n.1 e 2, Contracapa, jun./dez.1992.
- RINALDI, C. e DIBAR URE, M.C., Entrevistas sobre eletricidade com adultos alfabetizando. Revista de Educação Pública, editora ufmt, vol. 3 (3) -pg 139 a 144 - junho 1994.
- RINALDI, C. Concepções Alternativas em Eletricidade Básica, Dissertação de Mestrado,UFF. Niterói, 1989.
- VIENNOT, L. Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire, Ia. ed. Hermann, Paris, 1979.
- ZYLBERSZTAJN, A. Concepções Espontâneas em Física: Exemplos em dinâmica e implicações para o Ensino. Rev.de Ens. de Física. V. 2, n 5, 1983.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

PRÉ-TESTE SOBRE CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE MATEMÁTICA E FÍSICA

Disciplina: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Semestre: \_\_\_\_\_

ALUNO: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

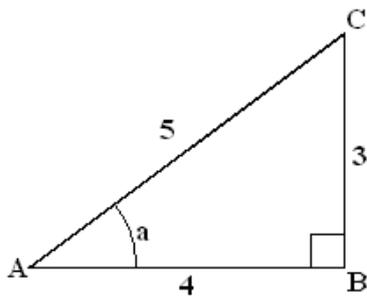
Este teste **não** será considerado para a avaliação final do aluno nesta disciplina. Seu objetivo é o de identificar possíveis dificuldades referentes a conceitos básicos, que são utilizados normalmente, para que estas possam ser sanadas através de estudos ou exercícios complementares.

PROCURE RESOLVER AS QUESTÕES COM O MÁXIMO DE ATENÇÃO, SEM MENOSPREZÁ-LAS. **NÃO UTILIZE CALCULADORA.**

1) Resolver:

- |                                  |                                  |   |                                |
|----------------------------------|----------------------------------|---|--------------------------------|
| a) $\cos^2 x + \sin^2 x =$       | b) $\sin 90^\circ =$             | c) $\cos 90^\circ =$                          | d) $\sin 90^\circ =$           |
| e) $\cos 0^\circ$                | f) $\operatorname{tg} 0^\circ =$ | g) $\sin \pi/4 =$                             | g) $\operatorname{tg} \pi/4 =$ |
| i) $\operatorname{arc} \sin 0 =$ | j) $\operatorname{arc} \cos 0 =$ | k) $\operatorname{arc} \operatorname{tg} 1 =$ | k) $\cos 60^\circ =$           |

2) Indique os valores das relações trigonométricas abaixo, no seguinte triângulo retângulo:



- |                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| a) $\sin a =$                | b) $\cos a =$                 |
| c) $\operatorname{cotg} a =$ | d) $\sec a =$                 |
| e) $\operatorname{tg} a =$   | f) $\operatorname{cosec} a =$ |

3) Expresse a fórmula para se calcular:

- |  |   |
|--|---|
| a) Área de um retângulo de lados $\underline{a}$ e $\underline{b} =$       | b) Área de um círculo de raio $\underline{r} =$   |
| c) Área de um triângulo de base $\underline{b}$ e altura $\underline{h} =$ | d) Volume de uma esfera de raio $\underline{r} =$ |
| e) Volume de um cilindro de raio $\underline{r} =$                         | f) Área de uma esfera de raio $\underline{r} =$   |
| g) Perímetro de uma circunferência de diâmetro $\underline{d}$             |   |
| =  |   |

4) Quanto vale a soma dos ângulos internos de um triângulo?

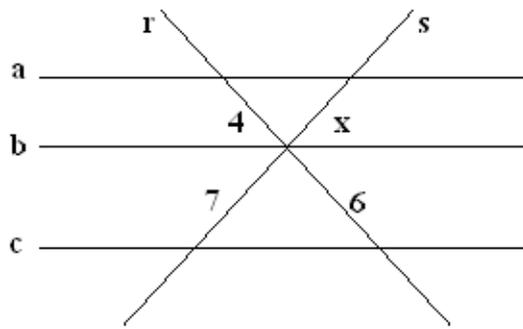
5) Na equação  $y = -10 + 2x$  :

- |                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| a) Quanto vale y para $x = 2$ ? | Resposta y = |
| b) Quanto vale x para $y = 4$ ? | Resposta x = |

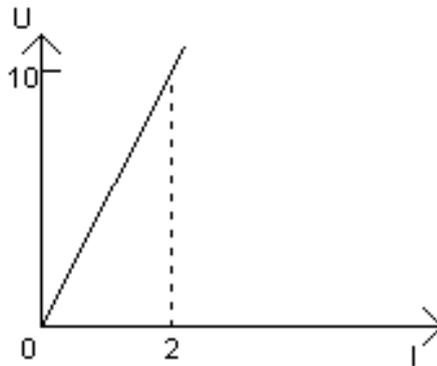
6) Na equação  $v = 5 + t/2$

- |                                  |              |
|----------------------------------|--------------|
| a) Quanto vale v para $t = 4$ ?  | Resposta v = |
| b) Quanto vale t para $v = 10$ ? | Resposta t = |

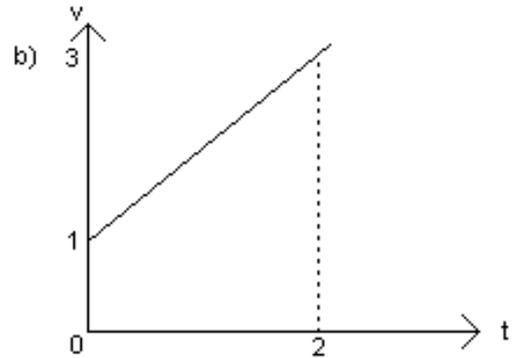
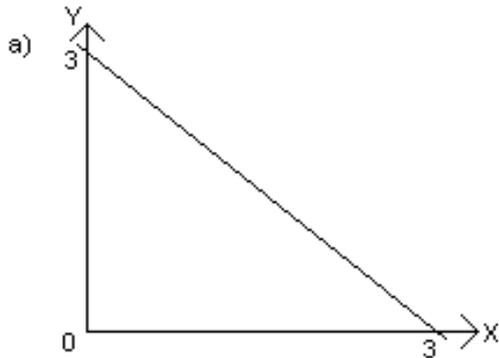
7) Na figura abaixo, sendo  $a \parallel b \parallel c$  e  $r$  e  $s$  transversais, calcule o valor de  $x$ :



8) A equação que representa a reta abaixo é  $U = R I$ . Determine o valor de  $R$ .



9) Escreva as equações que representam as retas abaixo:



10) Resolver

a)  $\frac{1}{10} - \frac{1}{100} =$

b)  $\frac{1}{5} - \frac{1}{500} =$

c)  $\frac{1}{20} + \frac{1}{200} =$

d)  $\frac{1}{2} + \frac{1}{200} =$

e)  $\frac{25 \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 10^3} =$

f)  $\frac{0,2 \cdot 10^{12}}{2 \cdot 10^{-9}} =$

g)  $\sqrt{40 \cdot 10^3} =$

h)  $\sqrt{3 \cdot 10^3} \cdot \sqrt{3 \cdot 10} =$

i)  $5 \cdot 10^{-9} \cdot 6 \cdot 10^{23} =$

j)  $-4 \cdot 10^{-19} \cdot 7 \cdot 10^{-10} =$

k)  $4,01 \cdot 10^{-4} + 3,1 \cdot 10^{-5} =$

l)  $-5,2 \cdot 10^4 + 73,02 \cdot 10^3 =$

11) Represente graficamente o vetor resultante dos vetores  $F_2$  e  $F_1$  abaixo:



12) Na figura abaixo,  $|\mathbf{E}_1| = 3$  e  $|\mathbf{E}_2| = 4$ . Quanto vale o módulo do vetor resultante  $|\mathbf{E}|$  ?



13) Calcule os valores de  $t$  que satisfazem a equação  $t^2 - 4t - 5 = 0$ .

14) Ache as raízes da equação  $-2x^2 + 4x - 2 = 0$ .

15) Ache os valores de  $\underline{a}$  e de  $\underline{b}$ , sabendo-se que:

a)  $2a + 3b = 6$   
 $a - b = 8$

b)  $-9b = 2a + 3$   
 $5b = 20$

16) Efectua as transformações de unidades:

a)  $1\text{m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$

b)  $1\text{cm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{m}$

c)  $1\text{s} = \underline{\hspace{2cm}} \text{min}$

d)  $1\text{km/h} = \underline{\hspace{2cm}} \text{m/s}$

e)  $1\text{cm}^2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{m}^2$

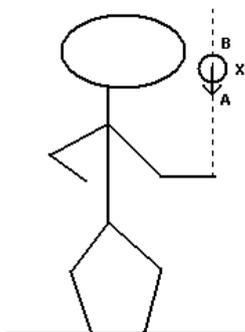
f)  $1\text{m}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{cm}^3$

17) Um automóvel gastou 2 min para ir do km 452 ai km 456 da estrada Cuiabá-Campo Grande. Qual a velocidade média deste automóvel, neste trecho da estrada?

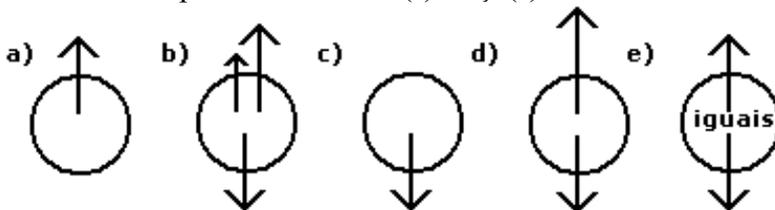
18) Um automóvel, inicialmente em repouso, atingiu a velocidade de 36 km/h em 1s. Qual a sua aceleração?

As questões 19 e 20 referem-se ao enunciado seguinte:

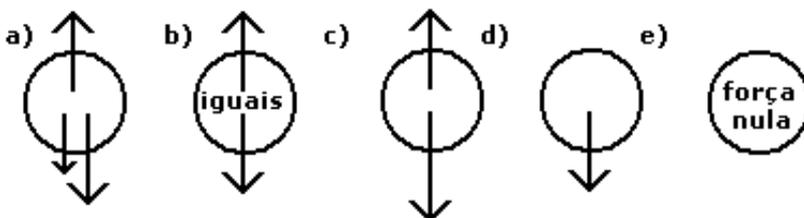
Um menino lança verticalmente para cima uma bola. Os pontos A, B e C identificam algumas posições da bola após o lançamento. (B corresponde ao ponto mais alto da trajetória). É desprezível a força resistiva do ar sobre a bola.



19) as setas abaixo simbolizam as forças exercidas sobre a bola. No ponto A, quando a bola está subindo, qual dos desenhos representa melhor a(s) força(s) sobre a bola?

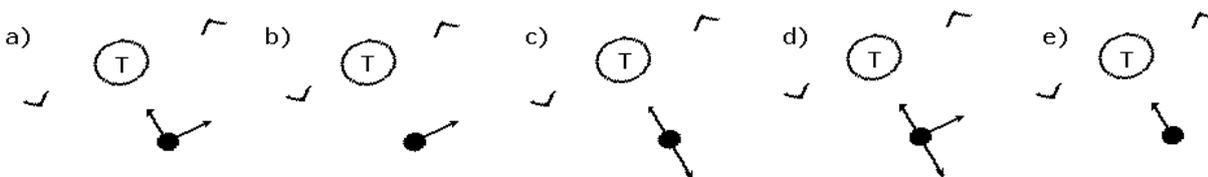


20) No ponto B, quando a bola atinge o ponto mais alto da trajetória, qual dos desenhos melhor representa a(s) força(s) sobre a bola?

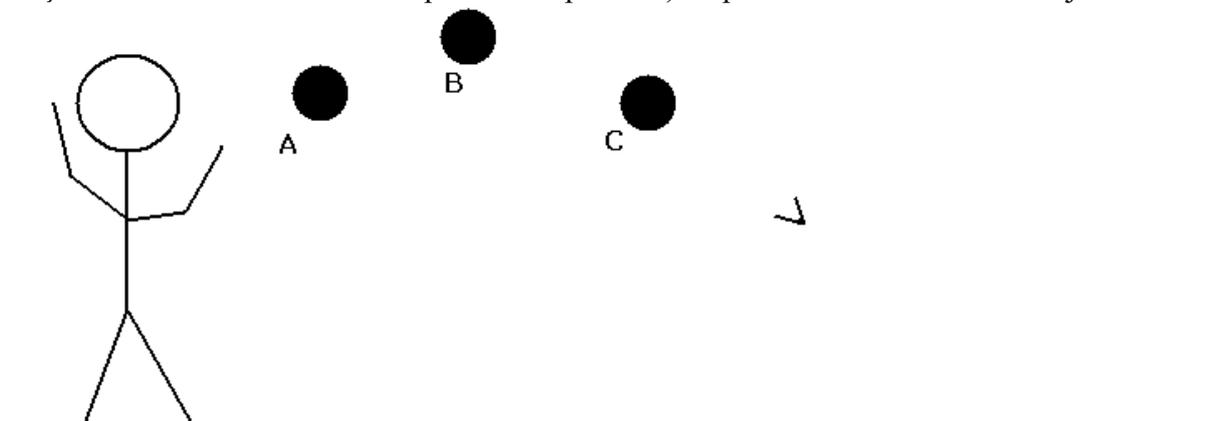


21) a) Quais as partículas que compõem o átomo?  
 b) Qual delas possui a maior massa?

22) As figuras a seguir, referem-se a um satélite descrevendo um movimento circular uniforme em torno da Terra (T). As setas simbolizam as forças exercidas sobre o satélite. Qual das figuras melhor representa a(s) força(s) sobre o satélite?



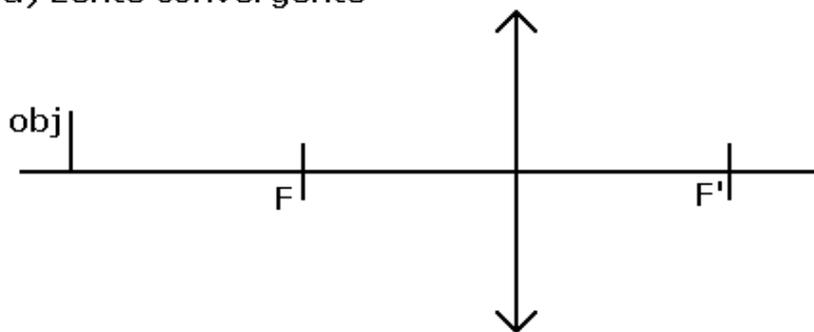
23) Um menino lança uma pedra que descreve uma trajetória igual à representada na figura (a força de resistência do ar sobre a pedra é desprezível). O ponto B é o mais alto da trajetória.



- Represente, nos pontos A e C, os vetores velocidade da pedra.
- Represente as projeções do vetor velocidade nas direções vertical e horizontal, no ponto B.
- Existe alguma força na direção horizontal, aplicada sobre a pedra, na posição A?
- Existe alguma força na direção vertical, aplicada sobre a pedra, na posição B?
- A componente horizontal do vetor velocidade nos pontos A e B é diferente?
- A componente vertical do vetor velocidade é diferente nos pontos A, e C?

24) Nas figuras abaixo, obtenha graficamente as imagens formadas pelas lentes:

a) Lente convergente



b) Lente divergente

