

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto de Física

O PAPEL DA OBSERVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE UM MODELO CIENTÍFICO

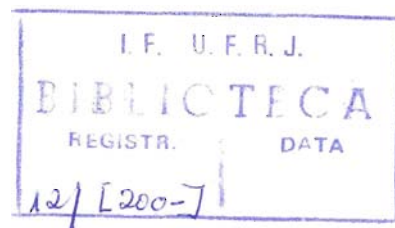
Vídeo: A Flutuação dos Corpos

Valdeci Telmo

Monografia realizada sob
orientação das Professoras
Maria Antonieta Teixeira de
Almeida e Susana de Souza
Barros

Apresentada ao Instituto de
Física da UFRJ em
preenchimento dos
requisitos para obtenção do
título de Licenciatura em
Física

12/[200-]



ÍNDICE

I. RESUMO	03
II. INTRODUÇÃO	04
III. JUSTIFICATIVA	07
a) A contribuição do vídeo didático como estratégia em sala de aula	
b) Papel do vídeo didático.	
IV. REFERENCIAL	09
Modelo científico	
Fenomenologia para aprendizagem da física	
V. DESENVOLVIMENTO DE UM VÍDEO DIDÁTICO	12
i. Conteúdo (histórico, teoria)	
ii. Escolha das demonstrações	
iii. Roteiro	
iv. Produção , filmagem e edição	
v. Informações para os usuários	
a. Orientação para o uso em sala de aula professor	
b. Caderno de observação para os alunos	
vi. Resultados (comentário resumido dos anexos)	
VI. ESTUDO PILOTO E AVALIAÇÃO DA EXIBIÇÃO DO VÍDEO E USO DOS CADERNOS PARA ALUNOS	31
VII. CONCLUSÕES	45
VIII. ANEXOS	46
Anexo I. Vídeo Produzido	
Anexo II. Caderno do professor	
Anexo III. Caderno do aluno	
Anexo IV. Uma outra explicação para o Empuxo	
IX. BIBLIOGRAFIA	55

O PAPEL DA OBSERVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE UM MODELO CIENTÍFICO: A FLUTUAÇÃO DOS CORPOS

What we teach ...and what they learn (L.McDermott)¹

I. RESUMO

Neste trabalho buscamos introduzir no ensino de Física da escola secundária, por meio de um vídeo didático de modelagem para o fenômeno do Empuxo, o conceito de Método Científico. A idéia é que através de elementos concretos presentes na observação, passemos à experimentação, à elaboração de hipóteses, testagem e posteriormente à generalização, quando então é possível que cheguemos a um nível de abstração que permita ao aluno, no futuro, discutir o fenômeno onde quer que ele esteja presente.

Tendo como ponto de partida a observação da flutuação de diferentes corpos, são apresentadas de forma explícita as diversas etapas que estruturam o que é conhecido como *método científico*, e como a sua utilização pode nos auxiliar na construção do conhecimento. Trata-se da produção completa de um vídeo didático num referencial que busca enfatizar o desenvolvimento do modelo científico e é uma suposição de que a ciência, quando tratada numa linguagem simples, é capaz de promover de forma satisfatória o desenvolvimento intelectual do aluno, podendo ainda funcionar como estímulo à descoberta, à compreensão dos fenômenos da natureza e do desenvolvimento de suas estruturas de raciocínio.

II. INTRODUÇÃO

Será que um dia teremos a certeza de que nossos alunos estarão aprendendo o que desejamos que eles aprendam? Muitos professores têm dedicado esforços e tempo na busca de resposta e o fazem, produzindo materiais didáticos ou estabelecendo procedimentos visando melhorar a qualidade do ensino de Física oferecido nas instituições de ensino de todos os níveis.

Todo professor sabe que é preciso mais do que sólidos conhecimentos sobre os conteúdos específicos, que são o ponto de partida, quando se almeja alcançar eficiência na aprendizagem de seus alunos dentro da sala de aula. É necessário que o professor estabeleça de forma criteriosa seus objetivos, e a partir deles, organize e encaminhe ordenadamente os assuntos a serem abordados, em linguagem clara. É importante utilizar, sempre que possível, estratégias que favoreçam a discussão e o raciocínio dos estudantes, tornando-os capazes de estabelecer analogias, gerar suas hipóteses e testá-las na medida do possível, facilitando a compreensão e assimilação dos conceitos abordados e, portanto, a sua aprendizagem.

No entanto, são muitas as dificuldades enfrentadas por quem se dedica a lecionar Física do ensino básico, sobretudo na rede de escolas públicas de nível médio, dentre as quais podemos citar: a falta de laboratórios didáticos que possibilitem o desenvolvimento de atividades experimentais sistemáticas correlacionadas à Física ou às outras ciências; a diminuição progressiva da carga horária do ensino de Física; as condições de trabalho do professor; além da grande deficiência na aprendizagem da Matemática e de Português escrito e oral apresentadas pelos alunos.

Esses são apenas alguns dos problemas que aumentam as dificuldades no ensino de Física. Deste cenário advém o fraco desempenho de nossos estudantes nos exames vestibulares, fato evidenciado e divulgado nas estatísticas do MEC e de instituições de ensino superior.

Estas e muitas outras questões têm suscitado estudos à busca de soluções que possam servir como subsídio aos professores na elaboração de um projeto pedagógico mais eficiente e assim, promover a melhora da aprendizagem. Estes estudos apontam, quase em sua totalidade, para a necessidade de implementação de ações concretas,

através de atividades curriculares dinâmicas que englobem o uso de estratégias e abordagens educacionais ancoradas nas experiências e tecnologias presentes no cotidiano dos alunos, capazes de despertar neles o interesse pela disciplina e pela compreensão da natureza do mundo que os cerca.

Um desses indicadores diz respeito à utilização de metodologias próprias das ciências naturais em sala de aula visando, segundo DEVELAY (1990), *“dar aos alunos chaves essenciais permitindo-lhes responder a questões científicas e técnicas em sua vida cotidiana, e ao mesmo tempo desenvolver neles atitudes, métodos de pensamento que se aproximem dos que a ciência lança mão em seu laboratório”*. É indiscutível que o objetivo do professor é ensinar ao aluno para que este aprenda o que lhe foi ensinado. Esse objetivo final do educador é o fio condutor e o agente motivador na realização deste trabalho.

O objetivo é explorar um experimento simples que permita aos estudantes relacionarem o fenômeno com as grandezas físicas relevantes, desenvolvendo suas capacidades de argumentação crítica, verificação e previsão, para que, conforme as palavras de ZARO (1989) *“(...) explorar um experimento relativamente simples, relacionar uma série de dados e observações, e quem sabe atingir uma maior compreensão de certas Leis Físicas”*, colocando-os em condição de atores ativos na construção de seus próprios conhecimentos.

Neste trabalho discute-se o fenômeno das forças que agem sobre corpos quando imersos em fluidos, sujeitos à ação da gravidade, o *Empuxo*, utilizando-se conceitos adjacentes (massa, densidade), estabelecendo-os de forma gradual, por meio de demonstrações ordenadas e especialmente desenvolvidas com esse objetivo. Os estudantes são levados a pensar de maneira ativa cada etapa da construção deste conceito, seguindo a metodologia da pesquisa científica, calcada na *observação, hipótese, experiência, resultados, interpretação e conclusão*.

Porém, os desenvolvimentos de atividades experimentais sistematizadas deste porte, exigem recursos materiais (estrutura física, kits didáticos) e humanos (laboratoristas e equipe de manutenção) que a maior parte das escolas secundárias ainda não possuem, como já citado anteriormente, tornando difícil a implementação dessas idéias.

Um vídeo permite, entre outras coisas, substituir atividades difíceis de serem realizadas no cotidiano de professores e alunos, além de ser tecnologicamente acessível. Por isso, a proposta contida nesse trabalho é, aproveitando as facilidades de utilização de um vídeo didático em ambientes escolares, mostrar uma das formas de construção do conhecimento utilizadas pelo homem. O vídeo foi desenvolvido e produzido com essa finalidade. O Método Científico é introduzido a partir do vídeo “A FLUTUAÇÃO DOS CORPOS”, através do estudo do fenômeno do empuxo.

Este vídeo pode ser utilizado pelo professor, de forma flexível, dentre as muitas estratégias possíveis e passíveis de serem aplicadas em sala de aula, seja como ação motivadora, formadora ou informadora.

Não se deseja, contudo, que os alunos passem a pensar e agir como cientistas. O que se almeja é mostrar aos alunos, primeiramente, como se dá o processo de construção do conhecimento da natureza dos eventos físicos, a partir da sistematização de nossas ações na busca de respostas aos questionamentos demandados pelos nossos sentidos. Segundo, como todo processo transcorre de forma ordenada e natural, desmistificar a idéia de que apenas algumas poucas pessoas privilegiadas são as pré-destinadas a pensar e erguer o edifício do conhecimento científico por toda humanidade e capazes de se posicionarem criticamente diante dos problemas. Se conseguirmos, contudo, despertar neles a sua curiosidade para as coisas da ciência, já terá sido um grande passo, pois como escreveu FEYNMAN (1973), “a curiosidade exige que formulemos perguntas”.

Todos nós somos capazes e devemos refletir na tentativa de compreender os mecanismos que governam o mundo físico que nos rodeia e as relações que nele se processam, pois assim, estaremos aprendendo de fato a dominá-los e a respeitá-los.

III. JUSTIFICATIVA

A contribuição do vídeo didático como estratégia em sala de aula

Um dos objetivos do ensino é despertar o interesse em como funcionam as coisas. Quando se tem curiosidade, emerge o desejo de se ir além da superfície aparente dos eventos. À medida que são exploradas mais profundamente explicações e relações, os estudantes desenvolvem habilidades analíticas e críticas para aplicá-las criativamente a novos eventos com que eles venham a se defrontar, dentro ou fora da escola.

Um outro objetivo importante é encorajar o pensamento criativo. Mas como motivar a aprendizagem ou a descoberta de conceitos científicos quando o ambiente escolar não demanda um tipo de análise mais elevado (HORTON, 1967), inquirindo do aluno apenas o conhecimento necessário para passar de nível? A questão que se apresenta é que para introduzir este tipo de abordagem no ensino de crianças e adolescentes são necessários níveis mais altos de compreensão e análise por parte dos alunos.

Discussões em sala de aula sobre a identificação e definição de problemas científicos mediados por vídeo podem, nesse contexto, ser uma alternativa viável para que os objetivos citados acima possam ser alcançados.

São atributos de um vídeo, segundo FILIPECKI e BARROS (2001):

- i. *Refletir organização e compreensão dos fenômenos abordados (conhecimento de conteúdo);*
- ii. *Ter clareza de comunicação (linguagem oral, escrita e sua adequação visual);*
- iii. *Desenvolver aplicações que evidenciem a compreensão dos conceitos físicos (explicação científica);*
- iv. *Obedecer a uma seqüência lógica (ordenamento de idéias);*
- v. *Ser auto-explicativo (autonomia conceitual);*

São estes atributos que os professores buscam desenvolver em seus alunos e, portanto, uma estratégia que utilize, de forma organizada, os vídeos didáticos, poderá oferecer relevante contribuição para essa aprendizagem.

Papel do vídeo didático

No vídeo “A flutuação dos corpos”, estão presentes elementos intuitivos (originados na observação e no senso comum) e a sistematização proposital, organizada com vistas a dar continuidade ao projeto pedagógico encontrado em grande parte dos ambientes escolares, isto é, a sequência de cenas foram idealizadas de forma que não ocorressem rupturas com o padrão normalmente utilizado nas aulas tipo expositivas às quais os alunos estão acostumados.

Neste contexto, cabe ao professor intermediar as informações apresentadas no vídeo e buscar respostas junto com seus alunos às questões surgidas no transcorrer da apresentação do vídeo.

Pensando num exemplo da argumentação desenvolvida acima indagaríamos: O que a nossa intuição pode nos dizer acerca da flutuação dos corpos? O vídeo aponta um caminho ao produzir soluções que unem o cotidiano e o científico; ao oferecer imagens de eventos discrepantes com as expectativas diretas dos alunos e ao dar ênfase às experiências como base para a investigação científica.

Sem o auxílio de instrumentos como o vídeo didático, este tipo de abordagem pode sobrecarregar os professores, que, na interpretação de MARTIN (1996) *...terão que monitorar a compreensão individual dos alunos enquanto eles, os alunos, tentam apresentar o objeto científico significativamente e efetuar mudanças conceituais.*

Praticamente todas as escolas possuem recursos de vídeo cassete e televisor. Portanto, o vídeo didático é um tipo de estratégia que poderá ser utilizado em praticamente todas as escolas. Com ele pode-se fortalecer o ensino geralmente discursivo, modo como normalmente são administradas as aulas nas escolas de ensino básico, monotonamente baseada na utilização do giz e do quadro negro. Ele também pode substituir as atividades laboratoriais sem, contudo, deixar que os estudantes desenvolvam as habilidades de aprender a partir da observação e experimentação.

IV. REFERENCIAL

Modelo científico

Um cientista, quando procura descrever a natureza, tem um método de trabalho. De forma simplificada e esquemática, se queremos entender, conhecer algum aspecto da natureza fazemos observações, tentamos isolar quais são os aspectos relevantes do fenômeno. A partir das hipóteses e de nosso conhecimento prévio sobre o assunto, planejamos experiências, obtemos resultados, juntamos informações, num certo momento, conseguimos entender o que estamos observando. Fazemos previsões de ocorrência de outros fenômenos a partir de nossas conclusões e testamos essas previsões. Comunicamos as nossas conclusões aos nossos pares, os outros cientistas, que podem ou não aceitá-las. BARROSO, ALMEIDA e MAGALHÃES (2001).

Um dos objetivos principais da ciência ensinada na escola é que os estudantes reconheçam que ela é produto da capacidade de pensamento humano. Todas as tecnologias de que fazemos uso em nosso cotidiano, são possíveis em parte pelos estudos e descobertas no campo da Física, frutos de conhecimentos acumulados por séculos na tentativa de compreensão dos fenômenos naturais. E essa busca não cessa, continua nos laboratórios e centros de pesquisa no mundo inteiro, ou na mente daqueles que desejam experimentar o prazer que a descoberta é capaz de proporcionar.

Porém, nem a percepção de como o conhecimento científico é construído, nem o interesse pela (re)descoberta desses conhecimentos são despertados atualmente nos alunos, em virtude de uma metodologia de ensino, que prioriza a reprodução mecânica e discursiva do saber, desconexa de atividades empíricas.

Portanto, a escolha do método científico como tema subjacente na composição desse projeto, emoldurado pelo fenômeno da flutuação dos corpos, é uma tentativa de desmistificar a física como ciência de gênios ou malucos, familiarizá-los com atividades experimentais controladas, desenvolvendo sua capacidade investigativa e o sentimento de pertencimento a um mundo anteriormente estranho.

E para que esse objetivo seja atingido é fundamental que a natureza desse processo seja trabalhada em sala de aula levando o aluno a saber que existem formas organizadas, métodos científicos para esse estudo. Este é um trabalho que envolve

muitas pessoas, criatividade, e disciplina, componentes que sustentam o desenvolvimento e compreensão de novos conceitos.

Durante esse processo, construímos um modelo para descrever aquele fenômeno. Explicamos-lhes que um modelo pode ser pensado como uma imagem simplificada de um fenômeno complicado, e que nesta imagem simplificada devem estar presentes e compreensíveis as características principais do fenômeno observado.

Assim, um modelo em Física é a descrição de um fenômeno de forma simplificada, ao mesmo tempo em que permite operar e quantificar as observações feitas a partir dele.

Logo, partindo dessa descrição, para chegarmos a bom termo num modelo explicativo, devemos fazer uso de um método que nos permita, através da observação, conduzir uma investigação minuciosa das variantes, fatores diretos ou indiretos, articular, discutir, problematizar e sobre tudo, refletir sobre o que queremos aprender. Sem dúvida, habilidades desejáveis em qualquer ambiente escolar.

A fenomenologia para aprendizagem da física

Para Vygotsky o pensamento científico envolve a manipulação consciente de relações entre objetos. A formação de conceitos segundo Vygotsky está estruturada da seguinte maneira:

Pseudoconceitos (etapa pré-operacional)

- O indivíduo não consegue formular conceitos
- O pensamento é de natureza factual e concreta
- Orientação pelas semelhanças concreta e visual
- Forma associação estrita a um determinado tipo de conexão perceptual

Conceitos (etapa operacional)

- Atividade complexa e abstrata
- Que usa o signo ou palavra como meio de condução das operações mentais

Conceitos cotidianos

- Formado assystematicamente sem mediação escolar

Conceitos científicos (etapa de raciocínio abstrato)

- Formam um sistema hierárquico de inter-relações

Bibliografia: PROMED 2005

Nas etapas iniciais da formação de conceitos, o pensamento se baseia no que se vê e não permitem ao aluno relacionar nas diferentes situações aspectos de um mesmo fenômeno. Uma observação importante é que VYGOTSKY (1987) afirma que os conceitos científicos se desenvolvem para baixo em direção aos conceitos concretos, e os conceitos espontâneos sobem até os abstratos. Assim, os conceitos espontâneos formados a partir das experiências individuais e/ou coletiva dos alunos e

das suas relações culturais caminham na direção da complexificação, agindo sobre o específico, enquanto o conceito científico, que é mais geral, sai do campo da abstração para o mundo concreto, fazendo o aluno identificar nos fenômenos reais conhecimentos adquiridos na Escola ou em qualquer outra fonte de saber formal.

Seguindo essa análise, o vídeo utiliza o fenômeno do empuxo como pano de fundo para mostrar de maneira privilegiada as etapas do método científico e o desenvolvimento de um modelo, ao mesmo tempo em que ensina os conceitos relativos ao fenômeno. Se o real é pouco desenvolvido, a distância entre este e o potencial é demasiadamente grande, e o vídeo configura-se numa possibilidade de encurtar essa distância.

V. DESENVOLVIMENTO DO VÍDEO DIDÁTICO

i. Conteúdo

A História do Empuxo começa com Arquimedes

Conta a história que Heron, rei da antiga cidade grega de Siracusa, no século III a.C. mandou uma certa quantidade de ouro para um ourives da corte para que este lhe confeccionasse uma nova coroa. Ao receber a coroa pronta, porém, o rei desconfiou que o ourives tivesse substituído parte do ouro que ele lhe havia dado por prata. Pediu então a Arquimedes, célebre matemático de seu reino, que verificasse se a coroa era totalmente de ouro.

Arquimedes teria resolvido o problema durante um banho, num momento que estava totalmente submerso na água e sentiu-se mais leve. Correria então, totalmente nu, pelas ruas da cidade gritando “Eureka, eureka”.

Ele encontrará a lei de flutuação dos corpos: *“Quando um corpo é mergulhado na água, ele perde, em peso, uma quantidade que corresponde ao peso do volume de água que foi deslocado pela imersão do corpo.”*

Biografia de Arquimedes (287 a.C. - 212 a.C.)



Grav. 1 -
Arquimedes

Arquimedes foi o maior matemático da antiguidade e é considerado o pai da Geometria. Ele definiu o valor de π , que é a razão da circunferência de um círculo por seu diâmetro. O π é usado para calcular o volume de cilindros e esferas. Ele foi assassinado durante a captura de Siracusa pelos romanos, na Segunda Guerra Púnica. A

ele é atribuída a invenção da catapulta e de um dispositivo para elevação de água hoje conhecida como “parafuso de Arquimedes”.

O Empuxo

Embora o primeiro homem a descrevê-lo com exatidão fosse Arquimedes, o empuxo, como hoje é conhecido, é uma consequência direta da Lei de Newton (1642-1727) aplicada a um fluido (Tipler, 1984).

Quando um corpo é submerso na água suspenso por um dinamômetro, a leitura no dinamômetro é menor que a leitura fornecida pelo dinamômetro quando o corpo estava suspenso no ar.

Naturalmente, isto acontece porque a água exerce sobre o corpo uma força vertical e para cima que equilibra, parcialmente a força da gravidade. Se fizermos submergir num líquido uma bolinha de isopor, e simplesmente a soltarmos, a atuação desta força se tornará mais evidente, pois a bolinha de isopor será acelerada para a superfície do líquido, onde flutuará parcialmente imersa. A força que um fluido exerce sobre um corpo submerso é denominada Empuxo.

O modelo para o Empuxo proposto no vídeo

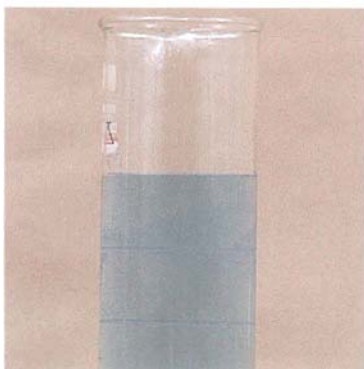


Fig. 1 recipiente com líquido

Para compreender o empuxo é preciso construir um modelo que considere o volume do líquido deslocado e a sua natureza.

Separamos dentro do recipiente uma porção qualquer do líquido com volume V_{liq} .

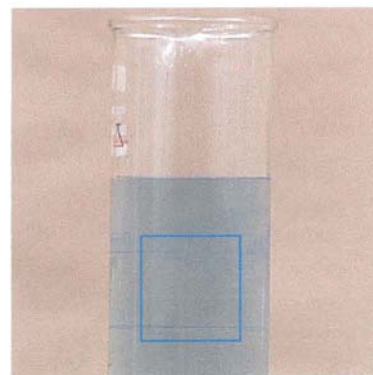


Fig. 2 porção de líquido

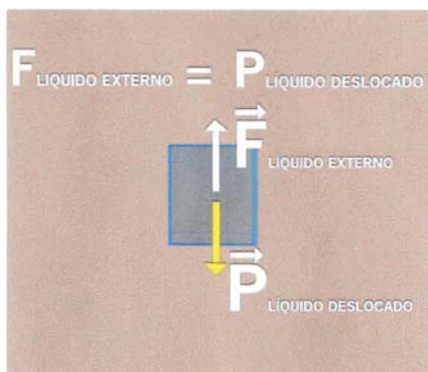


Fig 3. Diagrama de forças sobre a porção de líquido

Isolamos e identificamos as forças que atuam sobre a porção do líquido.

O módulo da força que o líquido externo exerce sobre ela é igual ao módulo do seu peso porque a porção de líquido encontra-se em repouso.

Substituímos a porção de líquido por um cilindro de alumínio que ocupa o mesmo espaço, ou seja, possui o mesmo volume.



Fig 4. Cilindro de alumínio imerso no líquido

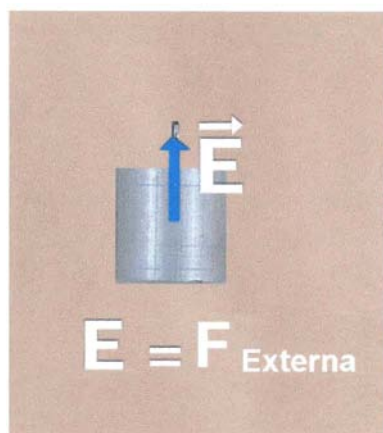


Fig. 5. Força empuxo sobre o cilindro

Como o cilindro de alumínio é impermeável e ocupa o mesmo lugar no espaço que o líquido deslocado, é razoável supor que o empuxo é igual à força que o líquido externo exercia sobre o líquido deslocado (veja no anexo IV a prova desta suposição).

Assim, o módulo do empuxo é o módulo do peso do líquido deslocado



Fig 6. Força empuxo sobre o cilindro

ii. Escolha das demonstrações

As demonstrações e questões pensadas neste trabalho tentam estabelecer uma ordem no conjunto dos procedimentos adotados, que levem os alunos, através da observação, e através da confrontação das imagens, do fenômeno do empuxo e ao mesmo tempo compreender as etapas da construção do conhecimento científico. Assim, todos os passos essenciais do método científico foram considerados. Partindo da observação inicial, são problematizados, de forma sistemática, os conceitos e as argumentações que conduzirão os alunos à compreensão da Lei do Empuxo.

As hipóteses propostas são testadas uma a uma nas cenas de experimentação. A interpretação surge como um processo quase que natural da exposição das imagens e o resultado conclusivo é tirado de uma experiência final que coloca em evidência que o peso do volume de líquido deslocado corresponde à força que os líquidos exercem sobre os corpos neles imersos, comprovando assim o Princípio de Arquimedes.

ii. Desenvolvimento do roteiro

O roteiro de um vídeo é componente principal na elaboração do mesmo, lugar privilegiado para discussão das idéias e temas que gostaríamos que fossem abordados. A partir do roteiro são encaminhadas as questões pertinentes para a compreensão do método científico e do fenômeno empuxo.

Temos que entender que este roteiro não foi elaborado de forma linear, isto é, quando se optou por escrever sobre o empuxo as idéias não surgiram na ordem em que elas aparecem aqui. Muitas reflexões foram feitas (esta é a oitava edição), para chegar neste resultado.

Abaixo estão listadas as idéias e objetivos que se deseja atingir neste vídeo.

- Apresentar diversas situações que mostrem corpos afundando ou flutuando.
- Levar o aluno a aplicar as Leis de Newton nos fenômenos apresentados.
- Levar o aluno a reconhecer através da observação o controle dos eventos que problematizam o fenômeno através das imagens.

- Registrar as informações para identificação das grandezas físicas presentes e sua classificação em relevante ou não relevante (volume, peso, forma, material, líquido).
- Experimentar para testagem das hipóteses; usar instrumentos de medidas como o dinamômetro [que é desconhecido para a maioria dos alunos, mas que pode ter seu funcionamento perfeitamente compreendido quando comparado ao seu análogo (a balança)], sistematizar procedimentos experimentais, etc.
- Controlar os critérios para tomada de dados, análise e interpretação dos fatos observáveis a partir dos experimentos realizados.
- Elaborar modelos explicativos a partir das análises, levando em consideração as variáveis identificadas como importantes para compreensão do problema.
- Comprovar a validade das relações funcionais, escolhendo cuidadosamente o arranjo experimental que permita posteriormente, realizar uma discussão quantitativa e a determinação da equação que descreve a lei.
- Que o professor ou o aluno possa utilizar o material na forma que lhe for mais conveniente para integrá-la como estratégia didática em sua aula.

ROTEIRO

OBJETIVOS DAS CENAS	CENAS & IMAGENS	AUDIO
01: Como os corpos se comportam quando colocados sobre líquidos	Bolinha de isopor sobre a água, bolinha de ferro embaixo d'água.	O que faz a bolinha de isopor flutuar e a bolinha de ferro afundar?
02: Situações do cotidiano. Contraposição de informações. Propor que o peso do objeto pode ser a razão para seu afundamento. Confrontar com as observações.	Barco flutuando Escrever na tela as massas do barco e das bolinhas.	Será que a bolinha de ferro afunda porque é mais pesada do que a de isopor? Um barco pesa mais do que a bolinha de ferro e flutua .
04: Aqui, utilizamos um conjunto de leis que talvez possam nos ajudar na compreensão do fenômeno. A idéia é saber identificar nas diversas situações uma aplicação de uma dada teoria. Relembrar o conceito de equilíbrio e somatório de forças.	Vetor P é colocado sobre a imagem da bolinha na água. Escrever: <u>Lei da Ação e Reação</u> sobre imagem em slow motion da bolinha a tocando a água. Trocar o vetor P por um vetor de mesmo Módulo F_A em sentido contrário. Escrever: Equilíbrio Sobre a bolinha aparecem dois vetores: P e F_A Escrever: Empuxo E	Quando a bolinha cai empurra a superfície da água para baixo. Como quem empurra é empurrado com a mesma intensidade e no sentido contrário, a superfície da água empurra a bolinha para cima. A bolinha está em repouso. Logo, a intensidade da força que a água exerce sobre ela é igual ao módulo do seu peso. A força que a água exerce sobre a bolinha é denominada EMPUXO.

05: Discutir o porquê de alguns corpos afundarem e outros flutuarem na superfície dos líquidos. Esta questão motivará a nossa investigação.	Imagem da bolinha de ferro afundando na água.	Diferente da bolinha de isopor, a bolinha de ferro afunda. Se a água empurra a bolinha para cima, porque ela afunda?
06: Aplica o conceito de força resultante, através da elaboração de uma segunda hipótese.	Trabalhar com a imagem da bolinha de ferro dentro d'água para aplicar vetores utilizando recursos da ilha de edição, ou programas como Photoshop.	Uma hipótese seria que a água empurra a bolinha de ferro para cima, mas o módulo do empuxo é menor que o módulo do seu peso.
07: Vamos testar esta hipótese com o auxílio de um dinamômetro. Mostrar a distensão do dinamômetro com o peso e tirar o peso para que ela volte ao normal. O professor em sala de aula poderá mostrar o seu funcionamento utilizando uma mola. Poderá fazer calibração, e até construir uma balança artesanal como atividade complementar.	O fio de um dinamômetro inicialmente em no ponto de equilíbrio é puxado por uma bolinha de ferro, mostrando que ele é utilizado para medir forças.	O dinamômetro mede a força da bolinha no fio. Quando a bolinha está fora da água, a leitura no dinamômetro é igual ao seu peso.
08: Inserir situações com elementos concretos que permitam fazer analogias no futuro.	Empurra-se o corpo para cima com uma régua de madeira. Zoom out e in mostrando a diminuição da leitura do dinamômetro.	A leitura diminui quando a bolinha é empurrada para cima.

<p>09: Mostrar como analogias são importantes na compreensão dos fenômenos</p>	<p>T1 : Leitura do dinamômetro quando a bolinha de ferro é mergulhada dentro da água. Colocar com enquadramento destacado a bolinha sendo empurrada para cima pela régua..</p>	<p>Ela também diminui quando a bolinha mergulha na água.</p> <p>Logo a hipótese que fizemos de que água a empurra a bolinha para cima fica comprovada. .</p>
<p>10: Fechar através do diagrama o conceito de força resultante, criando-se a possibilidade de determinação do módulo do Empuxo.</p> <p>No caderno, professores e alunos terão a oportunidade de fazer o cálculo e verificar a validade da afirmação do áudio correspondente a esta cena.</p>	<p>Escreve : Segunda lei</p> <p>Monta-se o diagrama de forças para determinação do módulo do empuxo, método experimental.</p>	<p>A diferença entre as leituras do dinamômetro com a bolinha fora e dentro da água é o módulo do empuxo . Ele é menor do que o módulo do peso da bolinha.</p> <p>Por isso, ela afunda.</p>
<p>11: Esta volta é proposital, nela o aluno poderá verificar as semelhanças nas duas situações</p>	<p>Cenas do barco e da bolinha de ferro</p>	<p>Como o barco flutua, necessariamente a intensidade da força empuxo é igual ao módulo do seu peso.</p> <p>Será que podemos descobrir por que o empuxo é grande no barco e pequeno na bolinha de ferro?</p>

<p>12: Observações controladas.</p> <p>Selecionar o que deve ser importante para análise de um problema.</p> <p>Variações:</p> <p>na leitura do dinamômetro do volume deslocado do material de que é feito o cilindro</p>	<p>T1- Mergulho do cilindro de alumínio na proveta.</p> <p>Mergulho do cilindro em close para variações do volume deslocado e da leitura do dinamômetro.</p>	<p>O empuxo aumenta com o aumento do volume de líquido deslocado.</p> <p>O empuxo e o volume deslocado não mudam depois que o cilindro está submerso.</p>
<p>12 (A) : Variação do material.</p> <p>12 (B) · Variação da forma</p>	<p>T1- Cilindro submerso e dinamômetro em close.</p> <p>T2- Mergulho do cilindro de acrílico.</p> <p>T3- Mergulho da placa de acrílico.</p>	<p>O volume deslocado pelo cilindro de alumínio submerso é de 40 mililitros. O empuxo no cilindro é 0,38 Newton.</p> <p>O empuxo depende do tipo de líquido deslocado.</p> <p>Será que o empuxo muda se o cilindro de alumínio for trocado por outro de acrílico de mesmo volume?</p> <p>O volume deslocado pelo cilindro de acrílico também é de 40 mililitros. Os empuxos nos cilindros de acrílico e alumínio são iguais</p> <p>Portanto, o empuxo independe do material .</p> <p>Será que o empuxo muda se o cilindro de acrílico for trocado por uma placa de acrílico de mesmo volume?</p> <p>O volume deslocado pela placa de acrílico é de 40</p>

<p>12 (C) : Variação do líquido</p> <p>O professor pode discutir sobre outras possíveis variáveis tais como cor, ...</p>	<p>T4-Proveta com Glicerina</p>	<p>mililitros.</p> <p>Os empuxos na placa e no cilindro de acrílico são iguais.</p> <p>Portanto, o empuxo independe da forma do corpo.</p> <p>Será que o empuxo muda se a água for trocada pela glicerina?</p> <p>O volume de glicerina deslocado pelo cilindro é de 40 mililitros.</p> <p>O empuxo da glicerina no cilindro é diferente do empuxo d'água.</p> <p>Logo, o empuxo depende do tipo de líquido deslocado.</p> <p>Resumindo, para compreender o empuxo é preciso construir um modelo que considere o volume e a natureza do líquido deslocado.</p>
--	---------------------------------	--

13: Obtendo a expressão matemática para o empuxo. Diagrama de forças sobre o cilindro hipotético.	Utilizando os recursos do Photoshop. Na proveta constrói-se o cilindro hipotético. Colocam-se as forças. Igual-se o empuxo ao peso. Escrever equilíbrio	O volume de líquido selecionado está em repouso. O módulo da força que o líquido externo exerce sobre ele é igual ao módulo do seu peso.
14: Abordagem: o empuxo depende do volume que ele desloca. O professor poderá comentar/relembrar sobre densidade nesta fase do vídeo.	Utilizando os recursos do Photoshop. Cilindro de alumínio. Diagrama de forças.	O cilindro de alumínio ocupa o mesmo espaço do líquido deslocado. Por isso, é razoável supor que o empuxo é igual à força que o líquido externo exercia sobre o líquido deslocado. Assim, o módulo do empuxo é o módulo do peso do líquido deslocado.
15: Elaborar uma hipótese definitiva	Testando o modelo O conjunto experimental com o copinho (zoom in). Colocar 40 ml de líquido num pequeno becker junto ao novo sistema que inclui o copinho.	A leitura do dinamômetro com o cilindro fora da água é a soma dos módulos dos pesos do cilindro e do copinho.
16: Pausa para uma analogia. Por quê quando nos pesamos numa balança, não o fazemos com bolsas mochilas ou outros objetos?	dinamômetro + cilindro + copinho em zoom in	A leitura do dinamômetro com o cilindro fora da água é a soma dos pesos do cilindro e do copinho.

<p>17: O uso de analogias é o tempo todo utilizado para facilitar a assimilação das informações.</p>	<p>Utilizando os recursos do Photoshop.</p> <p>T1- Mostrar o sistema sendo imerso na água.</p> <p>T2- Mostrar o sistema sendo empurrado para baixo com a colocação de água no copinho.</p> <p>T3- Zoom In dinamômetro. Leitura retornando à posição inicial.</p>	<p>O empuxo empurra o cilindro para cima e diminui a leitura no dinamômetro.</p> <p>O líquido empurra o copinho para baixo com a normal e aumenta a leitura no dinamômetro.</p> <p>O módulo da normal é igual ao peso do líquido no copinho.</p> <p>A leitura no dinamômetro retorna ao seu valor inicial quando o volume de líquido no copinho é igual ao volume de líquido deslocado pelo cilindro.</p> <p>Logo a hipótese de que o módulo do empuxo é o módulo do peso do líquido deslocado está comprovado.</p>
<p>18: Fechamento da discussão</p>	<p>T1- O barco</p> <p>T2- A bolinha de ferro</p> <p>T3- O barco</p> <p>T4- A bolinha de ferro</p>	<p>Sendo os volumes deslocados, grande para o barco e pequeno para a bolinha de ferro, o empuxo é grande no barco e pequeno na bolinha de ferro.</p> <p>Por isso um flutua e outra afunda.</p>

iii. Produção , filmagem e edição

Para a produção do vídeo foram utilizadas as facilidades presentes no Ladif/IF. Os equipamentos foram: uma bureta, um becker, um copo acrílico, dois macacos mecânicos, colorantes artificiais, três dinamômetros, um bloco cilíndrico de alumínio e um bloco cilíndrico de acrílico, uma placa de acrílico, meio litro glicerina, esferas de isopor e de ferro, caixa de fósforos, linha de costura, além de iluminadores , câmeras e acessórios, suporte e hastes móveis.

As filmagens aconteceram predominantemente no interior do Ladif e consumiram aproximadamente dezesseis horas de trabalho.

As cenas externas foram realizadas no late Clube do Rio de Janeiro em Botafogo, com permissão da instituição.

A edição da versão final consumiu aproximadamente 70 horas.

iv. Informações para os usuários

Os objetivos principais do vídeo são:

Para os professores da oitava série do ensino fundamental e médio:

O vídeo pode ser utilizado como ferramenta auxiliar no processo de ensino, elaborando estratégias que levam o aluno a observar e explicar os fenômenos apresentados.

Para os alunos do último segmento do ensino básico:

Levar os alunos a reconhecer como se fazem observações sistemáticas, e propostas de experimentos idealizadas a partir dessas observações, um método necessário/útil para a construção do conhecimento científico.

Orientação para o uso em sala de aula

O professor poderá utilizar o vídeo de muitas formas; como atividade complementar ou principal para elaboração ou encaminhamento de questões pertinentes ao conteúdo do vídeo e como estratégia de motivação e desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos.

O vídeo poderá ser utilizado parcialmente ou não, dependendo apenas da proposta didática do professor.

O CD do vídeo acompanhado de dois cadernos de orientação para utilização do vídeo em sala de aula para professor e aluno se encontram nos Anexos I, II e III respectivamente.

VI. ESTUDO PILOTO E AVALIAÇÃO DA EXIBIÇÃO DO VÍDEO E USO DOS CADERNOS PELOS ALUNOS

Os questionários contidos no caderno do aluno que acompanha o vídeo (propostas I e II, anexo III), foram aplicados em sala de aula para dois grupos de alunos de diferentes níveis de ensino Grupo I e Grupo II.

Observações importantes válidas para a análise dos dois grupos

- 1. As respostas dos alunos foram categorizadas utilizando os símbolos A, B, C, D e X, cujos significados estão associados a cada uma das questões e são utilizados nos gráficos correspondentes.**
- 2. As respostas dos alunos são transcrição literal da redação dos mesmos.**

Grupo I

Amostra de alunos: 14 alunos do curso de Ensino Médio, segundo ano de formação geral, Colégio Estadual Antônio Luis, localizado no distrito de Comendador Soares em Nova Iguaçu, Baixada Fluminense, disciplina de Física.

Faixa etária: 30 anos

São alunos que possuem pouco ou nenhum contato com demonstrações em sala de aula, vídeo ou atividades práticas em laboratórios. Não sabem o que representa um modelo físico e nem o que é o método científico.

Instrumento: vídeo e questionário

Dinâmica utilizada: os alunos assistiram ao vídeo e responderam a um questionário, mostrado na mesma sessão.

Metodologia: Os alunos assistiram ao vídeo, leram o questionário, e voltaram a assistir ao vídeo, respondendo as questões. Foi-lhes explicado que o vídeo seria mostrado em três etapas, para facilitar a obtenção das informações.

Seguem abaixo as perguntas do questionário, as respostas dos alunos e seu agrupamento segundo análise interpretativa do autor deste trabalho.

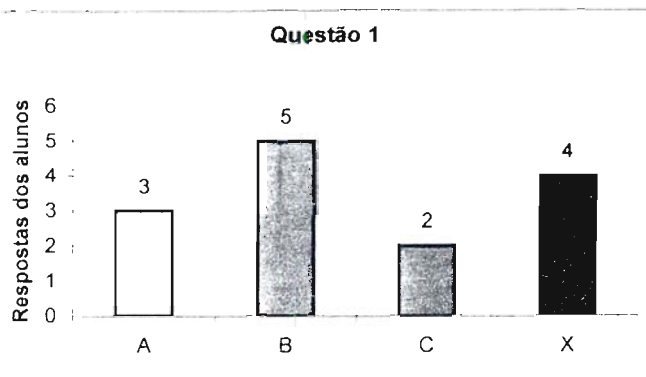
Questionário e resultados das respostas

Primeira etapa

1) Por que os corpos parecem mais leves quando são mergulhados na água?

Gabarito:

Porque sobre eles atua uma força vertical, de baixo para cima, que subtraído da força peso dá aparente sensação de leveza.



Respostas dos alunos:

A – Compreenderam a natureza do empuxo (3)

- 1) Porque a água empurra o corpo para cima
- 2) Porque a água empuxa o corpo para cima
- 3) Porque a água empurra o corpo para cima.

B – Compreenderam parcialmente a natureza do empuxo

- 4) O seu peso é menor ou igual que a do empuxo
- 5) Quando a bola cai a força da água empurra a bola para baixo e depois a superfície da água empurra para cima.
- 6) Porque a força que a água exerce é maior que o empuxo
- 7) Porque a pressão da água nos joga para cima.
- 8) Porque quando são mergulhados há uma contra reação da água que empurra o corpo.

C – Mistura conceitos físicos

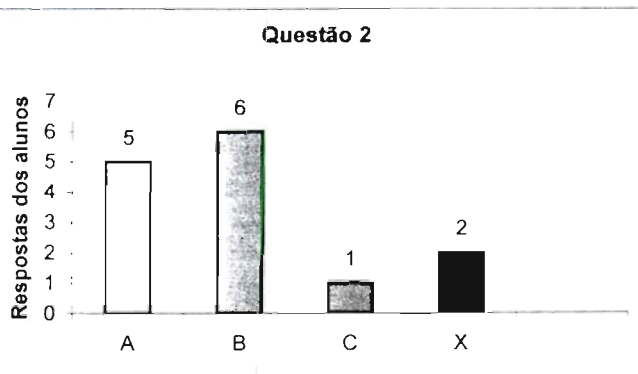
- 9) Porque o peso dos corpos diminui, tornando-os leves e mais fácil de movimentar.
- 10) O peso diminui a pressão do corpo.

X – Sem sentido

- 11) Quando são mergulhados contra a reação da água, ela empurra o corpo.
- 12) Quando um corpo é medido pela água por igual.
- 13) Porque a força da água é mais forte que os corpos exercem chamado empuxo.
- 14) Porque a força da água é mais forte a que exercem.

2) Por que alguns corpos flutuam quando colocados na superfície da água?

Gabarito: *Isto ocorre quando a força exercida sobre o corpo pela água é capaz de equilibrar a força Peso.*



Respostas dos alunos:

A – Compreenderam a condição necessária de equilíbrio

- 1) Por que as forças estão em equilíbrio.
- 2) Por que o empuxo é igual ao seu peso.
- 3) Quando essa força é suficiente grande para compensar o peso do corpo ele flutua.
- 4) Porque a força exercida compensa o peso do corpo. as forças ficam anuladas fazendo os corpos flutuarem.
- 5) Porque as forças são iguais dos dois lados.

B – Reconhecem a condição de equilíbrio mas, misturam os conceitos

- 6) Por causa da lei da ação e reação, as forças são iguais
- 7) Por que provoca uma ação contrária ou em equilíbrio que a força da gravidade do corpo
- 8) Porque o empuxo é o maior peso do corpo.
- 9) Porque um corpo dá equilíbrio.
- 10) Por causa do peso do nosso corpo e pressão da água.
- 11) Porque há um equilíbrio entre a água e o corpo.

C – Não responderam (2)

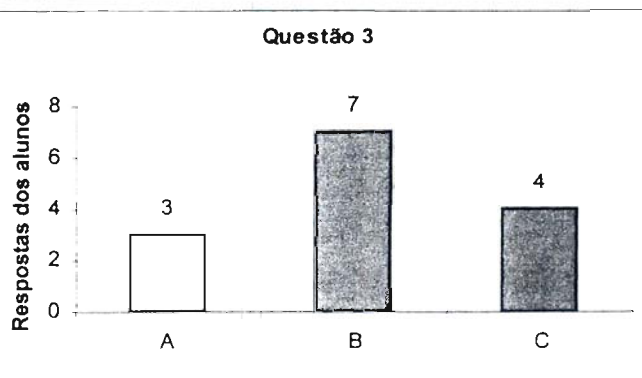
- 12) NR

X – Sem sentido (1)

- 13) Por causa da lei
- 14) Porque o corpo é igual ao peso chamando-lhe de ação e reação

3) O barco é muito mais pesado que a bola de ferro, e mesmo assim flutua. Exercite a sua imaginação e proponha uma maneira de transformar a bola de ferro num objeto flutuante.

Gabarito: Alterando a forma do corpo é uma possibilidade. Os navios são feitos de ferro e flutuam



Respostas dos alunos:

A - Criativas

- 1) Colocar a bola de ferro sobre uma bóia.
- 2) Transformá-la em um mini barco.
- 3) Transformar num barco.

B – Associadas a idéia principal do Vídeo

- 4) joga a bolinha do mar.
- 5) Colocando o empuxo igual ao peso.
- 6) Fazendo o empuxo ficar maior do que seu peso.
- 7) Quando a bola é segurada ela se torna leve.
- 8) Quando colocar no mar.
- 9) Balanceando o empuxo com o peso.

10) Pois o empuxo do barco é igual do que o próprio peso do barco, com o fluido por ser mais forte (água salgada) irá imergir facilmente colocando mais sal na água.

C – Sem respostas

- 11) NR.
- 12) NR.
- 13) NR
- 14) NR

Segunda etapa

Preencha a tabela abaixo com os dados, observados no vídeo, dos três corpos imersos na água.

Tabela 1: Medida dos volumes e pesos dos corpos

Objetos utilizados	Volume inicial	Volume final	Volume deslocado	Peso inicial	Peso final	Empuxo
Cilindro de alumínio	350 ml	390 ml	40 ml	1,06 N	0,68 N	0,38 N
Cilindro de acrílico	350 ml	390 ml	40 ml	0,46 N	0,08 N	0,38 N
Placa de acrílico	350 ml	390 ml	40 ml	0,48 N	0,10 N	0,38 N

Responda as questões:

1) Qual foi a intensidade do empuxo sobre o cilindro de alumínio?

Gabarito: 0,38 N

Respostas dos alunos:

Todos alunos responderam corretamente.

2) Qual foi a intensidade do empuxo sobre o cilindro de acrílico?

Gabarito: 0,38 N

Respostas dos alunos:

Todos os alunos responderam corretamente.

3) Qual foi a intensidade do empuxo sobre a placa de acrílico?

Gabarito: 0,38 N

Respostas dos alunos:

13 alunos responderam corretamente.

01 aluno respondeu 0,48N

4) O empuxo depende da matéria de que é feito o objeto?

Gabarito: Não

Respostas dos alunos:

12 alunos responderam corretamente.

01 aluno respondeu sim

01 aluno não respondeu

5) O empuxo depende da forma do objeto?

Gabarito: Não

Respostas dos alunos:

13 alunos responderam corretamente.

01 aluno respondeu sim.

6) O que se manteve constante na tabela, apesar dos objetos serem diferentes?

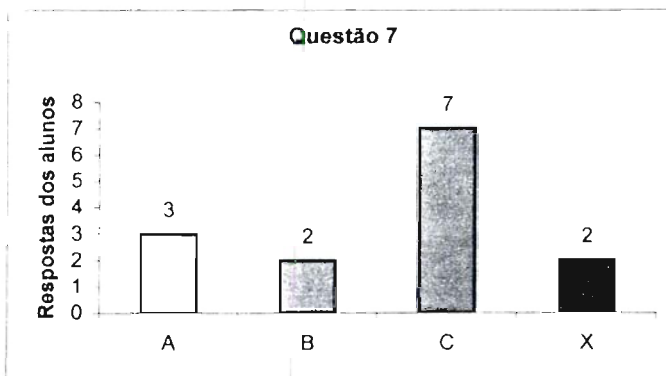
Gabarito: O empuxo e o volume de líquido deslocado

Respostas dos alunos:

Todos os alunos responderam corretamente, acrescentando o volume inicial e o volume final.

7) Analisando a tabela: O que podemos concluir?

Gabarito: Que o empuxo depende do volume de líquido deslocado



Respostas dos alunos:

A – Bem encaminhada

- 1) Que o empuxo depende do líquido e não do corpo.
- 2) Que o empuxo não depende da forma do corpo.
- 3) Que o empuxo depende do tipo de líquido deslocado.

B – Observação incompleta

- 4) O empuxo é sempre o mesmo.
- 5) Com o mesmo volume, com valores de peso e corpos diferentes o empuxo será o mesmo.

C – Sem resposta

- 6) NR.
- 7) NR.
- 8) NR.
- 9) NR.
- 10) NR.
- 11) NR.
- 12) NR.

X – Sem sentido

- 13) Que o empuxo não depende do tipo de líquido mais do seu deslocamento.
- 14) O cilindro de acrílico quase não mudou

Preencha a tabela abaixo com as informações do vídeo para cada caso.

Tabela 2: Medida dos volumes e pesos dos corpos

Tipo de Líquido	Volume inicial	Volume final	Volume deslocado	Peso inicial	Peso final	Empuxo
Água	350 ml	390 ml	40 ml	1,06 N	0,68 N	0,38 N
Glicerina	350 ml	390 ml	40 ml	1,06 N	0,58 N	0,48 N

Responda as questões:

1) Qual é o módulo do empuxo sobre o objeto mergulhada na água?

Gabarito: 0,38 N

Respostas dos alunos:

Todos alunos responderam 0,38 N.

2) Qual é o módulo do empuxo sobre o objeto mergulhada na glicerina?

Gabarito: 0,48 N

Respostas dos alunos:

Todos alunos responderam 0,48 N.

3) O empuxo depende do tipo de líquido deslocado?

Gabarito: Sim

Respostas dos alunos:

13 alunos responderam sim.

01 aluno respondeu não.

Terceira etapa

Preencha a tabela abaixo com as informações do vídeo para cada caso.

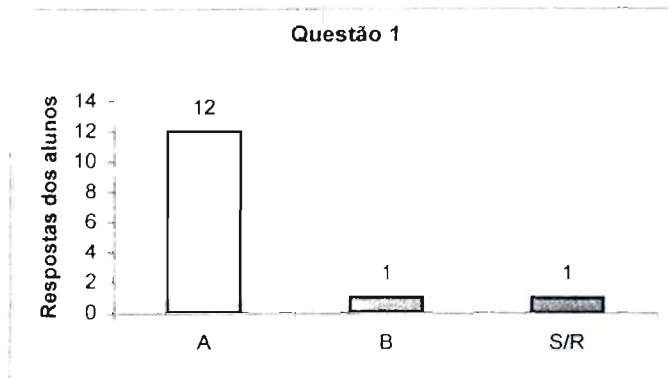
Tabela 3: Medida dos volumes e pesos dos corpos

	Cilindro fora da água + copinho	Cilindro submerso + copinho vazio	Cilindro submerso + copinho c/ água 20 ml	Cilindro submerso + copinho c/ água 40 ml
Leitura no dinamômetro	1,10 N	0,70 N	0,90 N	1,10 N
Volume deslocado	0 ml	40 ml	40 ml	40 ml

Responda às questões abaixo:

1) O que significa a leitura inicial no dinamômetro?

Gabarito: O peso do cilindro de alumínio + o peso do copinho



Respostas dos alunos:

A – Compreenderam que o dinamômetro é um instrumento de medida

- 1) Medida do peso do cilindro do corpo.
- 2) Que ele está medindo o peso do cilindro e do corpo.
- 3) Medindo o peso do cilindro e do corpo.
- 4) Peso do cilindro no corpo.
- 5) O peso do cilindro e do corpo.
- 6) Medindo o peso do cilindro e do corpo.
- 7) Mede-se o peso do cilindro e do corpo.
- 8) Medindo o peso do cilindro e do corpo.
- 9) O peso do cilindro e do corpo.
- 10) Significa o peso do cilindro e do corpo.
- 11) Leitura do peso e do corpo.
- 12) Peso do cilindro e do corpo.

B – Operou quantitativamente

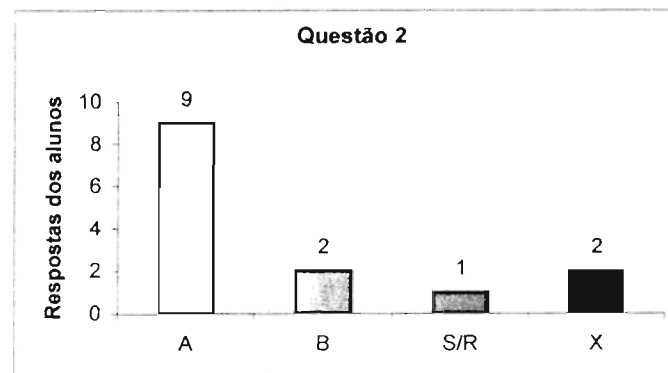
- 13) 1,10 N

C – Não soube responder

- 14) S/R

2) Qual a leitura do dinamômetro com o corpo submerso e o copinho vazio?

Gabarito: 0,75 N



Respostas dos alunos:

A – Sabem retirar informações do vídeo

- 1) 0,75 N
- 2) 0,75 N
- 3) 0,75 N
- 4) 0,75 N
- 5) 0,75 N
- 6) 0,73 N
- 7) 0,75 N
- 8) 0,75 N
- 9) 0,75 N

B – Apresentaram dificuldades

- 10) 0,65 N
- 11) 0,65 N

C – Não souberam responder

- 12) S/R

X – Sem sentido

- 13) 1,10 N
- 14) 0,40 ml

3) Qual a leitura no dinamômetro com o corpo submerso e o copinho com 40 ml de água?

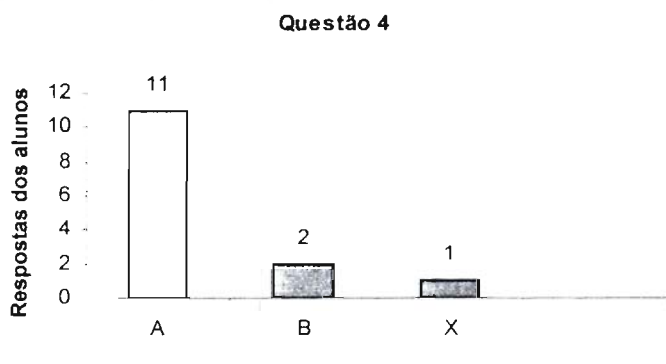
Gabarito: 1,10 N

Respostas dos alunos:

Todos os alunos responderam 1,10 N

4) Qual a definição do empuxo?

Gabarito: força que os líquidos exercem sobre os corpos neles imersos.



A – Compreenderam o conceito de empuxo

- 1) A força que a água exerce sobre o corpo.
- 2) O empuxo é a força que a água exerce sobre o corpo.
- 3) É a força exercida sobre um corpo.
- 4) O empuxo é a ação contrária que o fluido exerce num corpo. Ou seja, dependendo do fluido e do corpo. Se o corpo for pesado e o empuxo for menor o corpo irá afundar. Mas se o corpo for leve ou pesado contanto que o empuxo será maior que o corpo, igual ele flutuará ao imergir parcialmente só colocar a mesma quantidade de fluido do deslocamento de volume. Irei repor o peso e ele voltará ao peso inicial.
- 5) É a força que a água exerce sobre o corpo.
- 6) É a força que a água exerce sobre os corpos.

- 7) A força que a água exerce sobre o corpo.
- 8) É a força que a água exerce sobre o corpo.
- 9) É a força que a água exerce sobre o corpo.
- 10) É a força que a água exerce sobre o corpo.
- 11) O empuxo : força que a água exerce sobre o corpo. Conhecimento bom.

B – Confundem força com pressão

- 12) É o empuxo e a pressão da água sobre um corpo.
- 13) É a força que exerce no espaço.

X- Sem sentido

- 14) É o peso que provoca a imersão do corpo ou sua parcialidade. Tornando esse corpo balanceado.

Grupo II

Amostra: 21 alunos calouros do curso de graduação de Licenciatura em Física, cursando a disciplina Introdução à Física.

Faixa etária: ~20 anos

Estes alunos participam de um curso introdutório na universidades, cuja metodologia básica de trabalho são demonstrações com ênfase na construção de modelos físicos.

Instrumento: vídeo e questionário

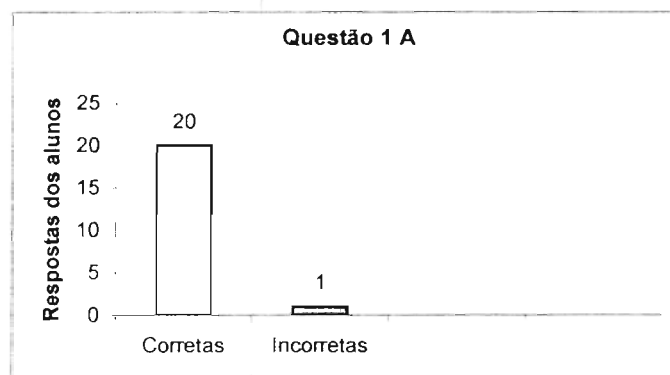
Dinâmica utilizada: os alunos assistiram ao vídeo e responderam às questões na mesma sessão. O vídeo foi apresentado duas vezes. Os alunos foram avisados que teriam que responder um questionário sobre o vídeo antes deste ser exibido.

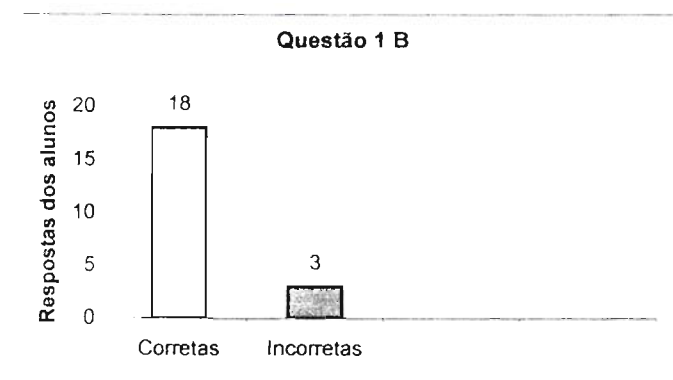
Questionário II e resultado das respostas

Sobre o equilíbrio

1) Represente esquematicamente as forças que atuam na bolinha no instante em que elas tocam a superfície da água.

Gabarito: Vetores iguais e opostos: peso P e empuxo E na bola de isopor e vetores diferentes e opostos na de ferro: $P > E$





Respostas dos alunos:

1A - 20 alunos representaram setas de mesmo tamanho sobre a esfera de isopor. 1 errou.

1B - 18 alunos representaram setas de tamanhos diferentes sobre a esfera de ferro. 3 erraram.

A maioria dos alunos utiliza corretamente as leis de Newton, representação vetorial, etc.

Sobre o volume deslocado

2) Submergindo o mesmo corpo em líquidos diferentes o volume deslocado é :

Gabarito: Volume igual

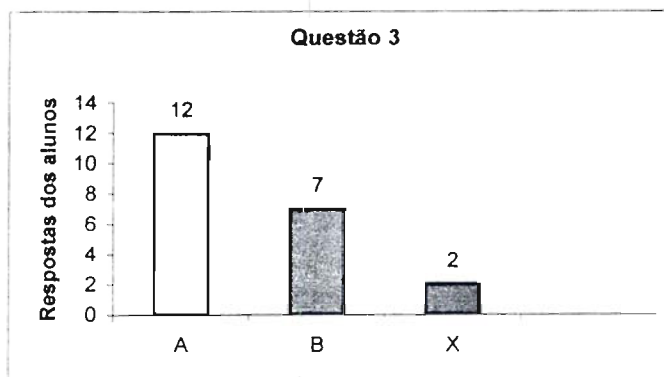
Respostas alunos

1. 20 alunos responderam igual volume
2. 01 aluno respondeu menor volume

Sobre o empuxo

3 - O que é empuxo?

Gabarito: O empuxo é a força que o líquido exerce sobre um corpo imerso cujo módulo é igual ao peso do volume de líquido deslocado por ele.



Respostas alunos

A – definem corretamente o empuxo

1. A força que a água exerce sobre um corpo ao entrar nela .
2. É uma força vertical de baixo para cima de um líquido faz no corpo submerso
3. É uma força de flutuação , ou melhor , de reação da água (líquido em questão) em relação ao corpo
4. É a força de reação que um determinado líquido faz com um objeto quando eles entram em contato.
5. É a força exercida em um corpo quando este entra em contato com um líquido sendo exercido neste de baixo para cima.
6. É a força vertical para cima que o líquido exerce sobre o corpo.
7. Empuxo é uma força que a água exerce no corpo.
8. É a força que um líquido exerce em um corpo que está submerso nele.
9. É a força que um líquido exerce sobre um corpo submerso.
10. É a força que o líquido exerce sobre um corpo.
11. A força vertical (de baixo para cima) cujo módulo é igual o peso do volume de líquido deslocado.

12. É a relação entre a densidade de um líquido e o peso do líquido deslocado quando um objeto é submerso neste líquido.

B – Concebem o empuxo como força de reação

13. É a força que líquido exerce em reação a força peso.
14. O deslocamento do líquido proporcional ao peso do corpo mergulhado.
15. É a força que o líquido faz contrária a força peso do corpo.
16. É a força que um determinado líquido exerce sobre um objeto.
17. É a força que o líquido exerce em reação a força peso.
18. É a força contrária a força peso e a força que os líquidos faz nos corpos.
19. É a força de reação de um líquido em um corpo qualquer submerso.

X – Sem sentido ou incompleta

20. Empuxo é igual a força exercida pelo deslocamento da água.
21. É a força de reação que ocorre em um corpo.

4 - Submergindo o mesmo corpo em líquidos diferentes o empuxo é:

- a) Igual
b) Diferente

Gabarito: Diferente

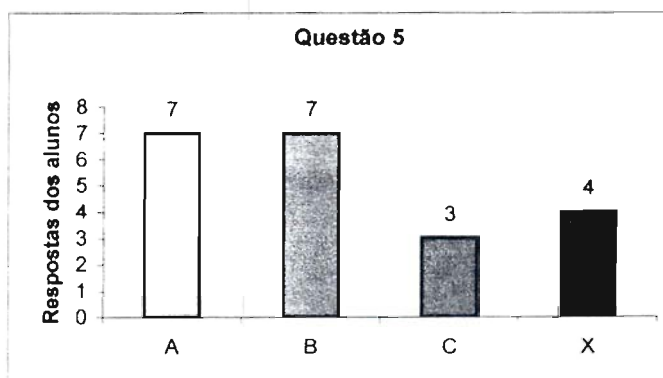
Respostas dos alunos

17 alunos corretamente
04 alunos incorretamente

Com relação ao método científico descrito no vídeo, na sua opinião:

**5) Qual é a importância PAPEL da
formulação de hipóteses na
construção de modelos que
descrevem os fenômenos físicos?**

Gabarito: A hipótese é a idéia primeira
que representa uma suposição do
cientista sobre as características ou
propriedades fundamentais do
fenômeno que deseja modelar.



Respostas alunos :

A – Bem encaminhada

1. As hipóteses têm um papel fundamental na hora de comparar com o modelo teórico e experimental.
2. Gerando as hipóteses pode-se verificá-las e sustentá-las ou não, o modelo descrito.
3. A partir dessas formulações de hipóteses (feitas através de observações) faz-se experiências para comprovação ou negação de um conjunto generalizado de fenômenos da natureza.

4. É de grande importância pois necessitamos de algo teórico para depois criarmos um modelo verificando se este é válido ou não.

5. As hipóteses devem existir para os modelos físicos pois para formulação de teorias e modelos matemáticos, os pesquisadores devem executar várias experiências para chegar a uma teoria final como exemplo fazer experiências com objetos diferentes, de formas diferentes, com líquidos de densidades diferentes.

6. As hipóteses são importantes. Através delas que as comprovações são feitas pois quando se tem uma hipótese ela precisa ser comprovada e isso é feito através de experimentos.

7. Através da hipótese pode-se projetar resultados para as experiências.

B – Reconhecem que o modelo pode ser importante

8. Ajuda a compreender melhor os fenômenos e investigar as forças envolvidas.

9. É importante para prevermos o comportamento desses fenômenos em situações similares que envolvam os mesmos aspectos físicos.

10. Testar todas as possibilidades a fim de descobrir o que deve ou não ser levado em conta.

11. Com a formulação de hipóteses você é capaz de provar ou contrapor sua hipótese com o uso de um experimento.

12. É importante para que possamos traduzir os mesmos fenômenos em diferentes corpos.

13. Tal formulação dá a base para fazer experimentos.

14. As hipóteses servem para verificar se realmente algum dado vai influenciar neste fenômeno.

C. Sem resposta

15. Sem resposta.

16. Sem resposta.

17. Sem resposta.

X. Sem sentido

18. A importância é a realização de tentativas para a explicação de acontecimentos.

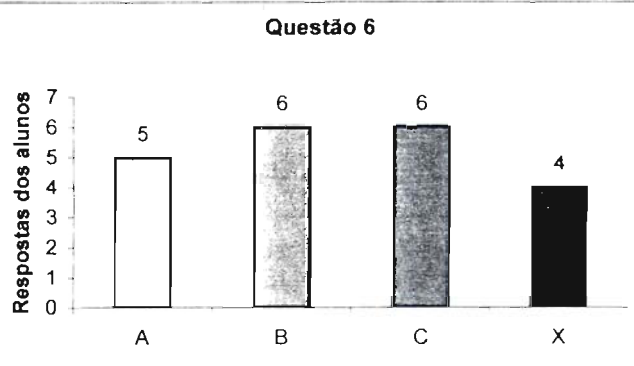
19. Para explicar esses fenômenos físicos.

20. Facilita a compreensão do estudo dos fenômenos físicos.

21. É importante para compreender melhor as leis físicas.

2) Quais são as grandezas físicas que um modelo para explicar o empuxo deve considerar?

Gabarito: O volume do líquido deslocado, igual ao volume do corpo imerso, e seu peso.



Respostas alunos

A – Compreenderam que um modelo deve considerar as características relevantes do fenômeno estudado.

1. Volume e a natureza do líquido deslocado.

2. Volume e natureza do líquido deslocado.

3. O volume e a natureza do líquido deslocado.

4. O volume e o material do líquido deslocado.
 5. $E = P = mg = V_l D_l g$

B – Reconhecem a importância das grandezas envolvidas mas, tem dificuldades de expressá-las .

6. Densidade dos líquidos, atração gravitacional e volume imerso.
 7. Volume do objeto, densidade do líquido deslocado, aceleração da gravidade.
 8. O líquido e o material do líquido.
 9. Como o Empuxo depende do líquido, o material do líquido deveria ser considerado.
 10. O volume do líquido e a densidade do líquido.
 11. A densidade do líquido, o volume do objeto em questão e a aceleração da gravidade.

C – Reconhecem o que são grandezas, mas operam sempre com referência ao peso dos corpos.

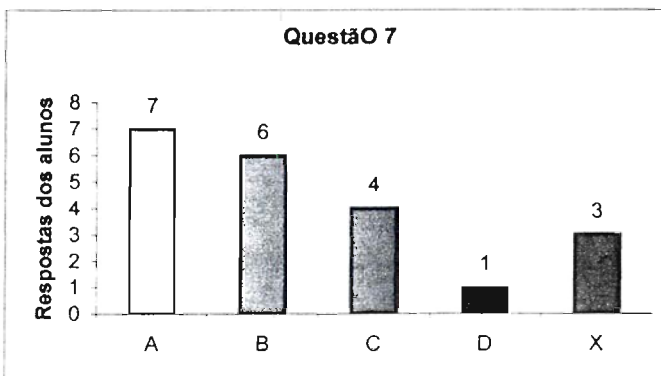
12. O peso do objeto e a densidade do líquido.
 13. Peso e densidade.
 14. O peso do corpo, a constituição do líquido e o volume do corpo.
 15. Empuxo, densidade do líquido, massa do objeto, volume do objeto e a gravidade.
 16. Variável peso , massa, gravidade e volume.
 17. Peso e densidade.

X – Sem sentido

18. $E = mgh$
 19. $E = \text{kgf}$ ou N
 20. $E = mgh$
 21. Volume deslocado, gravidade e a altura da coluna.

7) Cite os argumentos utilizados no vídeo que permitiram a construção do modelo para o empuxo.

Gabarito: a investigação das grandezas importantes para compreensão do fenômeno. Análise das leituras nos instrumentos de medidas.



Respostas dos alunos:

A - Compreendeu bem, através do vídeo, a construção do modelo.

1. O empuxo independe do material e de sua forma. O empuxo aumenta com o volume de líquido deslocado.
 2. Trocou-se o material do objeto e notou-se que mantendo o volume constante, o material do objeto não influencia no valor do empuxo. Trocou-se também o tipo de líquido e constatou-se que este influencia diretamente o valor do empuxo.
 3. Foram testados diferentes materiais com o mesmo volume provando que o empuxo era sempre o mesmo, e líquidos diferentes provando que o empuxo varia para líquidos de diferentes naturezas.
 4. Que o empuxo não depende da forma do objeto, nem do material e somente do volume e da natureza do líquido deslocado.
 5. O empuxo independe do material e da forma. O empuxo depende do volume de líquido deslocado e do tipo de líquido $E = P$.

6. $E = P$ volume deslocado; O empuxo depende da natureza do líquido.
7. Um dos argumentos foi a comparação do empuxo da esfera de ferro com o empuxo do barco, porque um empuxo é maior do que o outro. Mostra também, que o empuxo depende do líquido deslocado, e independe do material e da forma do corpo.

B – Compreendeu parcialmente a construção do modelo.

8. Formulação de hipótese de que a água empurra a bola para cima, logo a bola de ferro tem $P > E$, e este varia de acordo com o volume de líquido deslocado. Cada vez que a bola está mais funda maior é o empuxo até que esta esteja totalmente submersa.
9. Os testes são feitos com materiais diferentes, porém com o mesmo volume, submerso no mesmo líquido, também com o mesmo volume.
10. Quando um objeto preso a um dinamômetro é empurrado para cima a medida diminui, quando um objeto preso a um dinamômetro é submerso na água, a medida também diminui.
11. Medições através do dinamômetro da força resultante, estudo da massa em meios diferentes e objetos diferentes.
12. Testes realizados com o peso, material, líquido e etc...
13. O vídeo compara duas esferas, ferro e isopor em um líquido e prova que o empuxo independe do peso e do formato.

C – Compreendeu mal a idéia de construção do modelo.

14. O experimento é testado com corpos de diferentes composições, em variados líquidos, porém, os valores de volume do corpo imergido e a altura da coluna d'água era constante em todos os testes.
15. Porque, por exemplo, uma bolinha de isopor flutua e uma de alumínio não.
16. O argumento fundamental no vídeo foi do modelo que permitiu observar que o volume deslocado do líquido era igual ao peso do corpo mergulhado.
17. Porque dois corpos de mesmas dimensões, um bóia e outro fica totalmente submerso, diferença de peso, volume.

D – Não respondeu.

18. Não respondeu

X – Sem sentido

19. O uso de um recipiente com líquido aonde foram colocados diferentes corpos para a avaliação do empuxo considerado. O peso do corpo.
20. Um barco é mais pesado (possui mais massa) do que uma bola de ferro.
21. São necessários diferentes materiais de teste e diferentes situações para a real compreensão da idéia a ser transmitida.

Com relação ao vídeo de um modo geral, responda:

1. Como você identifica a idéia principal do vídeo?

Gabarito: Resposta aberta. Mas o objetivo do autor é o seguinte:

Compreensão da construção de um modelo físico através da observação sistemática e controlada de experimentos (material dos corpos, a forma, e o líquido).

Respostas dos alunos

1. Mostrar como funciona um modelo científico para comprovar idéias e hipóteses.
2. Demonstrar a força de reação de um líquido em reação à força peso exercida por um objeto.
3. O vídeo tem um papel fundamental de fazer o aluno comparar aquilo que parecia ser impossível. Observar, ou seja mostrar as coisas que ocorre de uma forma mais tranquila.
4. Observando que ele nos leva constantemente a pensar sobre o que seria o fenômeno.
5. Ensino de conceitos básicos de empuxo e forças

6. O vídeo tenta passar uma noção geral de como os corpos flutuam, as exceções que devem ser ocorridas para existir empuxo, como varia o empuxo, entre líquidos diferentes, com volumes diferentes e com deslocamento de líquidos diferentes.
7. Com a exposição de uma situação problema que demonstra o que o vídeo abordará, além do título inicial "A Flutuação dos Corpos".
8. Provar, através de demonstrações o que é o empuxo.
9. O vídeo tenta nos passar que, a partir de uma observação, formula-se uma hipótese e daí realiza-se experiências, comprovando ou negando a hipótese.
10. Por meio dos modelos científicos que são apresentados.
11. Módulo do empuxo é igual ao módulo do peso.
12. É a idéia de como varia o empuxo nos corpos, com relação ao corpo submerso e ao líquido.
13. É a existência de uma força atuante em um corpo quando este entra em contato com um líquido, agindo de baixo para cima.
14. Propor um modelo e a partir daí propor uma teoria com dados que podem ou não influenciar no modelo.
15. Mostrar o conceito de empuxo, o que é, para que serve, qual sua variação, quando ele varia...
16. A idéia principal é explicada utilizando a provando hipóteses sobre o empuxo.
17. A reação que os líquidos exercem sobre os corpos.
18. Demonstração prática dos fenômenos físicos atuantes nos corpos em diferentes meios
19. Mostra que a flutuação dos corpos não depende diretamente do peso do mesmo.
20. Interessante, pois é uma coisa que usamos no cotidiano, porém poucos o perguntam do porquê e menos ainda o conseguem descrever-los.
21. Explicar o Empuxo

2. a) **Quais são os conceitos de física presentes no vídeo?**
 b) **Você acha que é preciso possuir algum conhecimento prévio para entender o vídeo?**

Gabarito:

a) Volume do corpo

Volume de líquido deslocado

Força de empuxo

Leis de Newton

Força peso

Propriedades dos materiais, corpos e líquidos.

b) Pré- requisitos: operar com vetores, saber aplicar as leis de Newton,

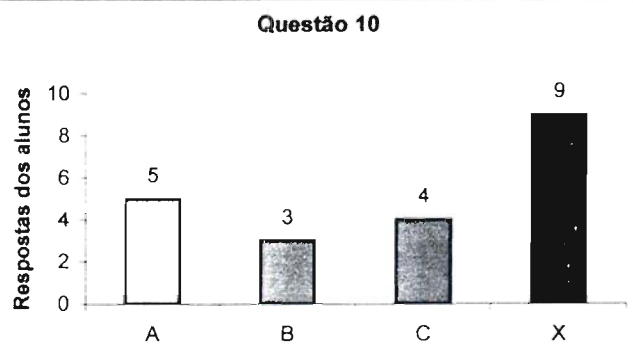
Respostas alunos

1. a) Empuxo, força, deslocamento de massas
 b) Não
2. a) Os conceitos fundamentais da mecânica, como as três Leis de Newton
3. a) Terceira Lei de Newton e Empuxo
 b) Sim, pois requer do aluno conhecimentos básicos
4. a) Facilitar o entendimento do que está ocorrendo estudando ele em partes. b) Não, pois o vídeo é bem claro
5. a) Forças, vetores e empuxo
 b) Sim, noções de matemática e vetores
6. a) Flutuação dos corpos, hidrostática, força peso, gravidade, densidade
 b) Não é preciso possuir algum conhecimento prévio para entender as idéias passadas pelo vídeo, porque explica várias noções das grandezas envolvidas, mas para resolução de exercícios alguém sem conhecimento não conseguiria resolver.
7. a) Força
 b) Sim, o conceito de peso, a terceira Lei de Newton.
8. a) Ação e reação, força, volume deslocado.
 b) Qualquer pessoa pode entender o vídeo.
9. a) Conceitos de força e conceitos de ação e reação de corpos.

- b) sim , pois sem esses conceitos seria impossível a compreensão do fenômeno.
10. a) Conceitos sobre empuxo
b) Sim, porém básicos, tais como força (Normal, peso, etc)
11. a) Terceira Lei de Newton, força peso, empuxo, volume
b) Não é preciso possuir algum conhecimento prévio para entender o vídeo, pois a demonstração foi clara.
12. a) Força e equilíbrio
b) Não
13. a) Dá a definição de peso que é mg e a Terceira Lei de Newton, isto é, ação e reação.
b) Isso mostra que é preciso saber definir peso e interação entre forças de sentidos contrários.
14. a) Leis de Newton
b) Sim, pois há alguns termos técnicos que um desconhecedor do assunto não está familiarizado, por exemplo, força normal.
15. a) As Leis de Newton, principalmente a 3ª (Lei da ação e reação) que mostra que o empuxo é a reação do peso do corpo.
b) Não
16. a) A Lei da ação e reação de Newton, 2ª Lei de Newton
b) Não é preciso conhecimento prévio pois o vídeo não trabalha com equações e teorias para demonstrar o experimento.
17. a) Conceitos de força e reação entre corpos diferentes
b) Não é necessária pois cada uma das informações é devidamente explicada.
18. a) Empuxo e peso
b) Sim
19. a) Peso
b) Não
20. a) As Leis de Newton
b) Sim, é preciso um conhecimento das Leis básicas da mecânica.
21. a) As leis de Newton, empuxo, densidade.
b) Sim é preciso conhecer alguns conceitos

10) Você acha que o vídeo leva o observador a compreender o que é um modelo físico?

Gabarito: livre



Respostas alunos:

A – Bem encaminhadas

1. Sim, através da formulação de hipóteses e a sua comprovação
2. Sim pois a presença de vários experimentos, feitos com objetos diferentes, líquidos de densidades diferentes, e objetos de formas diferentes ajudam a criar exceções e conclusões sobre as teorias, e desenvolvimento de um modelo matemático.
3. Sim, pois segue uma metodologia científica com a apresentação de uma conclusão, levando o expectador a compreender como se chega a um modelo e o que ele representa.

4. Sim, pois com o vídeo o observador passa a perceber que os conceitos físicos podem ser comprovados com um experimento e entender o modelo.
5. Sim, pois além de formular a hipótese a partir de uma observação, o vídeo mostra-nos como foram elaboradas as experiências e confirmada a mesma hipótese.

B – Imprecisas

6. Sim, pois o vídeo trata do problema detalhadamente passo a passo, dando incógnitas e respondendo-as.
7. Sim, foi bem claro com os experimentos, o que facilitou a percepção do conteúdo expresso pelo falante do vídeo.
8. Sim, pois explica com detalhes, sendo bastante claro e objetivo.

C – Respostas vagas

9. Sim. P líquido deslocado igual empuxo.
10. Sim, o vídeo mostra como é importante um modelo ideal para que se retire com o máximo de precisão todos os dados que realmente influenciam em um dado conceito.
11. Sim, pois ele mostra que é através de um modelo físico que podemos comprovar uma hipótese.
12. Sim, pois mostra as aplicações práticas do peso, força gravitacional, empuxo e Terceira Lei de Newton.

X – Sem argumentação

13. Sim
14. Sim
15. Sim
16. Sim
17. Sem resposta
18. Sim
19. Sim
20. Sim
21. Sim

Análise dos questionários

(aprendendo a ver... vendo para aprender, S.S.Barros...)

O estudo piloto acima apresentado é uma primeira amostragem da exibição do vídeo para alunos de escolaridade diferenciada. Trata-se apenas de buscar evidência sobre o potencial didático do vídeo, que sugere a importância de se utilizar a intervenção em sala de aula complementada com roteiros que levem o aluno a se engajar na observação sistemática e poder tirar conclusões.

É possível observar que as respostas, têm um espectro que vai de corretas à sem significado, apontando para a necessidade de se fazer um trabalho mais aprofundado em sala de aula.

Não sendo propósito deste trabalho a pesquisa em sala de aula, os dados obtidos serão objeto de estudos posteriores, analisando os diversos aspectos associados ao uso eficiente do vídeo didático em sala de aula.

VII. CONCLUSÕES

Vídeo didático

Um vídeo didático se bem utilizado pode ser bastante relevante para a aprendizagem do aluno, ajudando-o a libertar-se dos limites impostos pela escolarização rígida, onde a física é geralmente divorciada da sua fenomenologia, desenvolvendo pensamento livre e por isso, mais criativo e espontâneo.

Apesar do fato que a elaboração de um vídeo didático é um processo custoso (número de horas e energia despendida), ele permite, dentro de um certo limite, realizar ou substituir atividades experimentais indispensáveis à compreensão de fenômenos, permitindo ao aluno trafegar entre os elementos concretos e abstratos, fundamentais para fixação de conceitos e promoção do pensamento crítico e reflexivo.

Através do vídeo didático especificamente desenvolvido com esse fim, foram apresentadas questões pertinentes ao pensamento científico, enfatizando a importância da Física, especificamente como ciência experimental, ter de ser aprendida pelo exercício da observação, descrição e sistematização das informações que conduzam a construção de conceitos.

VIII. ANEXOS

Anexo I.

1. Vídeo Produzido: CD com o Vídeo Didático “A Flutuação dos Corpos”

Ficha Técnica

Orientação Pedagógica
Maria Antonieta Teixeira
Susana de Sousa Barros

Produção
Maria Antonieta de Almeida

Direção
Maria Antonieta de Almeida

Roteiro
Valdeci Telmo

Operador de Câmera
Agostinho Mendes Cunha

Iluminação
Valdeci Telmo
Agostinho Mendes Cunha

Operador de Áudio
Valdeci Telmo
Agostinho Mendes Cunha

Edição Não-linear
Valdeci Telmo
Agostinho Mendes Cunha

Técnico de Audiovisual do Ladif
Agostinho Mendes Cunha

Técnico em Mecânica
Francisco de Souza oliveira

Locução
Luiz Motta

Agradecimentos
Iate Clube do Rio de Janeiro

Apoio

LADIF - IF/UFRJ

Fundação CECIERJ

Anexo II. Caderno do professor

Proposta para uso do VÍDEO *A flutuação dos corpos* em sala de aula

Objetivo

Recomendamos que o vídeo seja mostrado em 3 etapas. A primeira tem com objetivo familiarizar o observador com o fenômeno para sua problematização. A segunda mostra a sistematização de observações relacionadas com as grandezas físicas envolvidas no fenômeno e a terceira apresenta situações relacionadas com a verificação do modelo.

Instruções

I. O vídeo tem que ser mostrado aos alunos tantas vezes quanto seja necessário, de acordo com os objetivos que o professor escolha para sua aula.

O importante é que o vídeo seja utilizado dentro de uma estratégia de ensino-aprendizagem clara e que seja um objeto de estudo e não apenas de motivação ou lazer.

Por exemplo:

- i. Ilustrar conceitos que estão sendo apresentados de forma discursiva.
- ii. Trabalhar o vídeo utilizando as Etapas mostradas abaixo.
- iii. Deixar que o aluno assista ao vídeo de forma independente e prepare uma discussão para ser feita em sala de aula.
- iv. Fomentar a discussão sobre o modelo científico utilizando o exemplo do empuxo de sólidos em líquidos.

II. Caso o professor trabalhe como em ii. acima, utilizar as questões formuladas para avaliar a compreensão dos alunos, reformulá-las ou criar novas versões.

Anexo III. Caderno do vídeo: A Flutuação dos Corpos

São apresentadas duas propostas, para o uso do vídeo *A flutuação dos corpos* em sala de aula pelos alunos.

As questões apresentadas procuram conhecer a compreensão dos alunos após terem assistido ao vídeo, tantas vezes quanto solicitarem.

Proposta I- nível fenomenológico

Conteúdo

É importante que você considere as 3 etapas abaixo discriminadas. A primeira tem como objetivo familiarizar o observador com o fenômeno para a sua problematização. A segunda mostra a sistematização de observações relacionadas com as grandezas físicas envolvidas no fenômeno e a terceira apresenta situações relacionadas com a verificação do modelo.

Lembre que você poderá assistir ao vídeo tantas vezes quanto seja necessário, de acordo com os objetivos que o professor escolheu.

Primeira Etapa : Conceitos básicos

Todo líquido exerce uma força vertical, de baixo para cima, nos corpos que nela estejam imersos total ou parcialmente. Quando essa força é suficientemente grande para compensar o peso do corpo, ele flutua. Caso contrário, o corpo afunda.

Após assistir a primeira parte do vídeo responda às perguntas:

- 1) Por que os corpos parecem mais leves quando são mergulhados na água?
- 2) Por que alguns corpos flutuam quando colocados na superfície da água?
- 3) O barco é muito mais pesado que a bola de ferro, e mesmo assim flutua. Exercite a sua imaginação e proponha uma maneira de transformar a bola de ferro num corpo flutuante.

Segunda Etapa: Conceitos e processos

Descobrir as características físicas (grandezas) que permitirão compreender o fenômeno. No processo de investigação científica, é preciso realizar atividades experimentais controladas (o experimentador as escolhe), para distinguir as grandezas que descrevem o fenômeno. É preciso estudar isoladamente a importância da função de cada grandeza, reconhecendo as informações importantes (relevantes) a partir da observação sistemática, na prática experimental, registrando essas informações em forma de tabelas e representando-as em forma de gráficos, para sua posterior análise.

Descrição do fenômeno

Nesta etapa três corpos de mesmo volume são mergulhados na água.

Observe as leituras no dinamômetro nas seguintes situações:

- i. quando os corpos estão fora e
- ii. dentro da água

Preencha a tabela abaixo com os dados, observados no vídeo, dos três corpos imersos na água.

Tabela 1: Medida dos volumes e pesos dos corpos

Corpo	Volume inicial cm ³	Volume final cm ³	Volume deslocado cm ³	Peso inicial N	Peso final N	Empuxo N
Cilindro de alumínio						
Cilindro de acrílico						
Placa de acrílico						

Utilizando os dados da tabela acima responda:

- 1) Qual é a intensidade do empuxo sobre o cilindro de alumínio?
- 2) Qual é a intensidade do empuxo sobre o cilindro de acrílico?
- 3) Qual foi a intensidade do empuxo sobre a placa de acrílico?
- 4) O empuxo depende da matéria de que é feito o corpo?
- 5) O empuxo depende da forma do corpo?
- 6) O que se manteve constante na tabela, apesar dos corpos serem diferentes?
- 7) Analisando a tabela: O que podemos concluir?

Preencha a tabela abaixo com as informações fornecidas.

Tabela 2: Medida dos volumes e pesos dos corpos

Tipo de Líquido	Volume inicial (ml)	Volume final (ml)	Volume deslocado (ml)	Peso inicial (N)	Peso final (N)	Empuxo (N)
Água						
Glicerina						

Utilizando os dados da Tabela 2 responda:

- 8) Qual é o módulo do empuxo sobre o corpo mergulhado na água?
- 9) Qual é o módulo do empuxo que age sobre o corpo mergulhado na glicerina?
- 10) O empuxo sobre um corpo depende do tipo de líquido deslocado?

Terceira etapa: modelo e verificação

As informações anteriores permitiram fazer uma proposta para uma explicação válida e geral do fenômeno do empuxo que é chamado de modelo na física.

Nesse modelo, o volume de líquido deslocado e sua natureza são as grandezas que permitem a elaboração do modelo físico adequado. Para verificar o modelo foi concebido um arranjo experimental como você observou no vídeo. Preencha a tabela abaixo.

Tabela 3. Medida dos volumes e pesos dos corpos

Proveta com Água	Cilindro fora da água + copinho	Cilindro submerso + copinho c/ água 20 ml	Cilindro submerso + copinho c/ água 40 ml
Leitura no dinamômetro (N)			
Volume deslocado (ml)			

Utilizando os dados da Tabela 3 responda:

- 11) Qual é o volume inicial indicado na proveta?
- 12) Qual é o volume final indicado na proveta?
- 13) O que significa a leitura inicial no dinamômetro?
- 14) Qual é a leitura do dinamômetro com o corpo submerso e o copinho vazio?
- 15) Qual é a leitura no dinamômetro com o corpo submerso e o copinho com 20 ml de água?
- 16) Qual é a leitura no dinamômetro com o corpo submerso e o copinho com 40 ml de água?
- 17) Defina empuxo utilizando suas palavras.
- 18) Na sua opinião, o modelo proposto no vídeo está de acordo com as suas observações? Explique.
- 19) Escreva suas conclusões sobre o vídeo.

Proposta II – Requer maior grau de abstração por parte dos alunos

As questões buscam identificar a compreensão dos alunos sobre o método científico e os objetivos do vídeo.

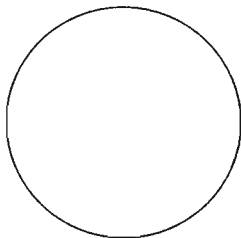
Leia com cuidado o texto a seguir, assista ao vídeo e responda:

Um cientista quando procura descrever a natureza, tem um método de trabalho. De forma simplificada e esquemática, se queremos entender, conhecer algum aspecto da natureza fazemos observações, tentamos isolar quais são os aspectos relevantes do fenômeno. A partir das hipóteses e de nosso conhecimento prévio sobre o assunto, planejamos experiências, obtemos resultados, juntamos informações. Num certo momento, conseguimos entender o que estamos observando. Fazemos previsões de ocorrência de outros fenômenos a partir de nossas conclusões e testamos essas previsões. Comunicamos as nossas conclusões aos nossos pares, os outros cientistas, que podem ou não aceitá-las Teixeira de Almeida e Barroso (CEDERJ-2001)

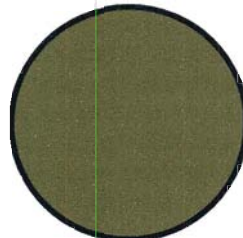
Com base no texto acima e na observação do vídeo, propomos um roteiro a ser trabalhado pelo professor junto com os alunos.

Sobre o equilíbrio

1 – Represente esquematicamente as forças que atuam na bolinha no instante em que elas tocam a superfície da água.



Bolinha de Isopor



Bolinha de Ferro

Sobre o volume deslocado

2 - Submergindo o mesmo corpo em líquidos diferentes o volume deslocado é :

- a) Menor
- b) Igual
- c) Maior

Sobre o empuxo

3 - O que é empuxo?

4 - Submergindo o mesmo corpo em líquidos diferentes o empuxo é:

- a) Igual
- b) Diferente

Com relação ao método científico descrito no vídeo, na sua opinião:

5 - Qual é a importância da formulação de hipóteses na construção de modelos que descrevem os fenômenos físicos?

AURELIO:

*Suposição duvidosa, mas não improvável relativa a fenômenos naturais pela qual se antecipa um conhecimento e que poderá posteriormente ser confirmada direta ou indiretamente.
Proposições ou conjunto de proposições que antecedem outras lhes servindo de fundamento.*

6 - Quais são as grandezas físicas que um modelo para explicar o empuxo deve considerar?

7 - Cite os argumentos utilizados no vídeo que permitiram a construção do modelo para o empuxo.

Com relação ao vídeo de um modo geral, responda

8 - Como você identifica a idéia principal do vídeo?

9 - Quais são os conceitos de física presentes no vídeo?

10 - Você acha que é preciso possuir algum conhecimento prévio para entender o vídeo?

11 - Você acha que o vídeo leva o observador a compreender o que é um modelo físico?

Anexo IV. Uma outra explicação para o empuxo

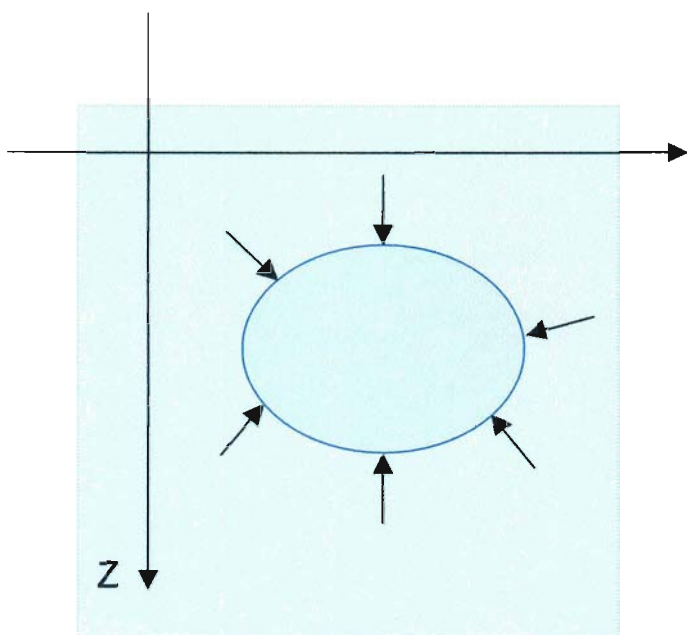


Fig. 7 — Diagrama de forças sobre uma Porção de líquido

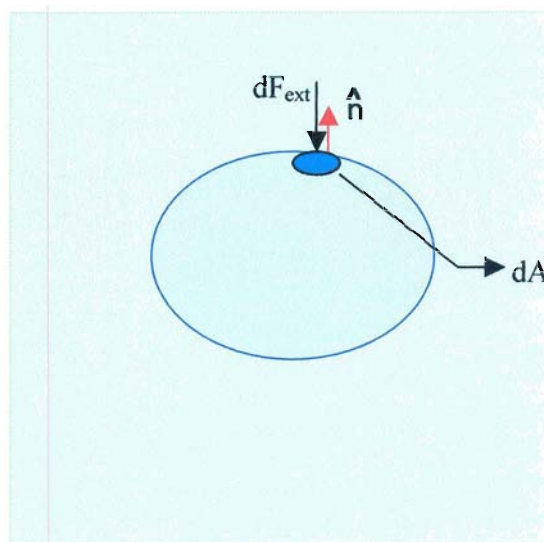


Fig. 8 — Porção de líquido

A pressão p num ponto P do fluido sobre a superfície só depende da altura (coordenada z), isto é, $p = p_o + \rho g z$. Conseqüentemente, uma vez que as áreas do volume deslocado e do corpo submerso são iguais e ocupam o mesmo lugar do espaço, as pressões na superfície A do líquido e do corpo são iguais, de tal forma que as integrais fornecem a mesma força externa. Na figura 7 estão representadas as forças externas que atuam sobre uma porção qualquer de líquido de volume V_l . As forças externas têm direção sempre perpendicular à superfície. A força resultante externa que age sobre o volume de líquido isolado (fig. 8) é o somatório dos elementos de força $d\vec{F}_{ext}$ que atuam sobre os elementos de área $d\vec{A}$.

$$\vec{F}_{ext} = \oint_A d\vec{F}_{ext} = \oint_A -p dA \hat{n}$$

$$\text{Sendo } d\vec{A} = dA \hat{n}; \quad d\vec{F}_{ext} = -p dA \hat{n}$$

onde p = pressão (grandeza escalar) e \hat{n} = vetor unitário da normal

Assim,
$$\vec{F}_{ext} = \oint_A d\vec{F}_{ext} = \oint_A -p dA \hat{n} = - \oint_A (p_0 + \rho g Z) dA \hat{n}$$

Como $p = p_0 + \rho g Z$, p só depende da profundidade vertical Z (altura) (Ver demonstração a seguir), substituindo a porção de fluido por um corpo sólido, com exatamente a mesma forma, a pressão em cada ponto será exatamente a mesma de antes, de modo que a força exercida sobre o corpo pelo fluido circundante mantém-se inalterada. Isto é, o fluido exerce sobre o corpo uma força F_Z denominada empuxo, dirigida para cima, igual ao peso mg do fluido que ocupava originalmente o volume limitado pela superfície de contorno. (SEARS e ZIMANSKY, 1975)

Demonstração :

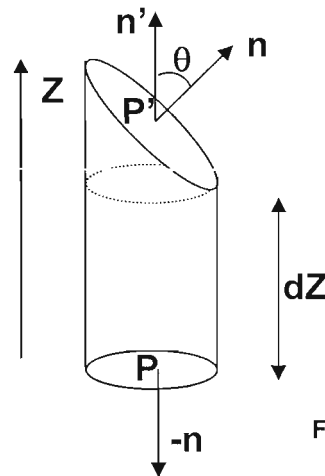


Fig. 9 – Cilindro infinitesimal

Consideremos o equilíbrio de um cilindro infinitesimal do fluido de base dS e dS' com normais \mathbf{n} e \mathbf{n}' , respectivamente e geratriz dZ , onde tomamos o eixo Z paralelo a \mathbf{n} . A condição de equilíbrio é que todas as forças (superficiais e volumétricas) sobre a superfície se anulem.

As pressões sobre a superfície lateral do cilindro são normais ao eixo Z , de modo que não contribuem.

Pela força na base superior contribui com

$$- p (P', \hat{n}) dS' \hat{n} \cdot \vec{k} = - p (P', \hat{n}) dS' \cos \theta$$

onde P' é o centro da base superior (figura acima).

A força na base inferior contribui com

$$- p (P, - \hat{n}) dS' (- \hat{n} \cdot \vec{k}) = - p (P, \hat{n}) dS$$

pois $\hat{n} \equiv \vec{k}$ e $p (P, - \hat{n}) = p (P, \hat{n})$ pela definição de p e pelo princípio de ação e reação. Como

$$dS' \cos \theta = dS$$

a contribuição total das forças superficiais é

$$[- p (P', \hat{n}) + p (P, \hat{n})] dS$$

A contribuição das forças volumétricas pode ser desprezada, porque é proporcional a $dS dZ$, que é infinitésimo de ordem superior. Analogamente, podemos tomar, na expressão acima,

$$p (P', \hat{n}) \approx p (P, \hat{n})$$

porque a diferença entre as pressões P e P' é infinitésima. Logo a condição de equilíbrio dá

$$[- p (P, \hat{n}) + p (P, \hat{n})] dS = 0$$

ou seja

$$p (P, \hat{n}) = p (P, \hat{n})$$

quaisquer que sejam \hat{n} e \hat{n}' , como queríamos demonstrar: a pressão no interior do fluido só depende da posição **P** : $p = p (Z)$.

A unidade de pressão no sistema MKS é $1 \text{ N} / \text{m}^2 = 1 \text{ pascal} = 1 \text{ Pa}$.

(NUSSENZVEIG,1981)

IX. BIBLIOGRAFIA

- BARROSO, M. F. , ALMEIDA, M. A. T. ,e MAGALHÃES, S. D. Introdução às Ciências Físicas, Rio de Janeiro: Cederj, 2001.
- DELAVAY, M. e ASTOLTI, J.P. A Didática das Ciências. Campinas, SP: Papirus, 1990.
- FEYNMAN, R. P. Lectures On Physics, vol.1. São Paulo: Bilingua, 1973.
- MÁXIMO, A. e ALVARENGA, B. Física, vol. Único. São Paulo: Scipione, 1997.
- FILIPECKI, A. T. e BARROS, S. de S. Repensando o laboratório de Física no 2º grau Através da elaboração de vídeos pelos estudantes. 2001.
- GASPAR, A. Física, vol. 1, Mecânica. São Paulo: Ed. Ática, 2000.
- HEWITT, P. G. Física Conceitual. trad. Trieste F. Ricci e Maria H. Gravina, 9ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- MARTIN, L. M. W. Detectando e definindo problemas científicos: um estudo de lições mediadas por vídeo in Luís C. Moll, Vygotsky e a Educação – Implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica, Porto Alegre: ed. Artmed, 1996.
- MCDERMOTT, L. How we teach and how students learn – A mismatch?, America Journal Of Physics, vol. 61, #4, 1993.
- NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica, vol. 2, 3ª ed., São Paulo: Edgar Blucher, 1981.
- SEARS, F. W. e ZEMANSKY, M. W. vol. 1, 2ª ed. trad. José de Lima Accioli. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975.
- TIPLER, P. A. Física, vol 1, 4ª ed. trad. Horácio Macedo. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1984.
- ZARO, M. A. ; BLANCO, R. L. D. e VIELMO, H. A. . Análise de um experimento. Revista Brasileira de Física, SBF, vol. 10, Dez. 1988.

Veja bem, humor obedece a 3a Lei de Newton. A gente se diverte porque 'joga' com humor...