

A ESTRATÉGIA DIDÁTICA
DA RESOLUÇÃO DE
PROBLEMAS A PARTIR DE
TEXTOS NARRATIVOS:
contribuições para o ensino das
ciências físicas



Cristina da Silva Marques

A ESTRATÉGIA DIDÁTICA
DA RESOLUÇÃO DE
PROBLEMAS A PARTIR DE
TEXTOS NARRATIVOS:
contribuições para o ensino das
ciências físicas

Cristina da Silva Marques

Orientadores: Dra. Maylta Brandão dos Anjos

Dr. Alexandre Lopes de Oliveira

Produto Educacional produzido a partir da interação entre a
mestranda pesquisadora e os professores orientadores.

APRESENTAÇÃO

ESTE LIVRO FOI INSPIRADO NA UNIDADE DIALÉTICA DO pensar e do agir em nossas salas de aula. As reflexões advindas do ofício de tornar inteligível o conhecimento científico escolar conduziu a elaboração desses textos, que se apresentam de forma acessível e, por isso, motivadora de sua leitura pelos nossos estudantes. Apoiada no processo da transposição didática, neste pequeno livro paradidático é possível constatar que as Teorias não sofreram deformações no fazer deste material. Trata-se de um produto educacional interdisciplinar elaborado a partir da interface entre ensino de ciências e linguagem e se destina a uma abordagem multidisciplinar. É constituído por dois textos narrativos que abordam conceitos e procedimentos básicos da física – medidas de comprimento; massa; volume; densidade; peso; empuxo; modelos geocêntrico e heliocêntrico e História da Ciência. A escolha destes conteúdos originou-se da constatação da presença destes conhecimentos explícita e algumas vezes, implícitamente nas abordagens dos demais temas pertinentes as Ciências Naturais. Fato este, que não causou estranheza, visto tratarem-se de instrumentos utilizados pelos pesquisadores na elaboração dos conhecimentos científicos. Entretanto, observou-se que grande parte dos discentes não dominam tais ferramentas e que a existência dessas lacunas cognitivas age como obstáculo no avanço da construção de conceitos e procedimentos mais alinhados com o conhecimento científico. As narrativas foram elaboradas com o objetivo de contribuir com os processos formativos de nossos aprendizes. Foram escritas na forma de diálogos entre personagens fictícios localizados no espaço e no tempo. As histórias seguem uma linearidade dos fatos narrados, durante os

quais os conceitos físicos são tratados conceitualmente e proceduralmente. Ao longo dos textos intitulados, “Verdadeira ou Falsa?” e “Flutua ou Afunda?”, se interpõem questões de resolução de problemas a serem solucionadas individualmente e coletivamente pelos estudantes, contribuindo assim, para que os aprendizes coloquem-se numa postura investigativa frente às situações de ensino. A utilização deste material como recurso didático pode ser acompanhada de atividades práticas ou não, porque o principal objetivo consiste na formulação de respostas pelos aprendizes às questões de resolução de problemas.

Recomenda-se que os docentes recolham os livros dos estudantes nos momentos de intervenção para elaboração de respostas, que devem ser construídas e registradas em folha ofício, individualmente, e entregues ao professor(a) e, em seguida, coletivamente, ou seja, em pequenos grupos contendo de quatro a cinco componentes. As respostas dos grupos também deverão ser entregues ao (à) educador (a) para análise posterior.

Ao final de cada atividade de intervenção, os resultados propostos pelos grupos deverão ser socializados com todos os estudantes da classe. Em seguida, o (a) docente entrega os livros para os alunos e prossegue narrando as histórias.

A autora

SUMÁRIO

Narrativa Verdadeira ou Falsa?	9
Narrativa Flutua ou Afunda?	26

VERDADEIRA OU FALSA?



Temas Abordados:
modelos geocêntrico e heliocêntrico; massa;
peso; volume; densidade e Leis de Newton.

O relógio pendurado no centro da parede marcava 17h. Sentado à frente da escrivaninha, que se encontrava encostada no parapeito da janela, ele observava que o pinheiro crescera tanto, que se curvara sobre o telhado da casa. Da ponta do nariz, os óculos ameaçavam cair sobre os papéis espalhados no móvel. “Preciso correr”, pensou. Olhou novamente para o relógio e resmungou para os ponteiros, de um jeito que parecia atribuir ao objeto a capacidade de mover-se com autonomia e velocidade contrárias à sua vontade. Precisava chegar à joalheria até as 18h, horário em que todo o comércio da cidade fechava.

Correu até o quarto, pegou o paletó de linho preto pelo colarinho e, com as pontas dos dedos, pendurou-o sobre o ombro direito. Foi até a cozinha e ainda conseguiu beijar a esposa, coisa que nem sempre fazia. Quando passou pela sala, ainda pôde ouvir a mulher gritar:

- Não se esqueça da minha aliança!

Nem teve tempo de responder. Pegou a chave do carro sobre a mesinha, bateu a porta da sala, a porta do carro e partiu. Ao chegar à loja, foi logo colocando a caixa com a aliança e a nota fiscal sobre o balcão. O vendedor aproximou-se:

- Pois não senhor...

- Quero trocar esta aliança.

- Qual o motivo senhor? Percebo que ela está em excelente estado.

- Trata-se de uma joia falsa, como o senhor pode verificar aqui na nota fiscal está discriminada a venda de uma aliança de ouro 18 quilates.

- Sim, e por acaso não é o objeto que o senhor está me mostrando?

- Esta aliança é leve demais para o tamanho que possui e, portanto, não pode ser de ouro 18 quilates. O senhor é vendedor e certamente deve conhecer a massa de uma aliança com este volume. Considerando que o ouro 18 quilates é um metal que possui elevada densidade, para ser mais preciso $16,5 \text{ g/cm}^3$, então, eu afirmo que esta aliança é falsa.

- Senhor, já vendemos mais de 50 alianças iguaizinhas a essa e não recebemos nenhuma reclamação. O senhor precisa considerar o número de clientes que adquiriram o produto e não se queixaram de problema algum com a joia.

- Continuo afirmando que ela é falsa.

- Nosso fornecedor permanece o mesmo e ele nunca nos causou nenhum problema. Sendo assim, o senhor possivelmente está equivocado. Essa aliança não pode ser falsa.

- Não posso me basear em sua sensação de peso para julgar o seu argumento. Dê-me o anel, por favor - pediu o vendedor, e colocando-o na palma da mão, continuou - para mim ele possui o peso devido.

Agora é com você!

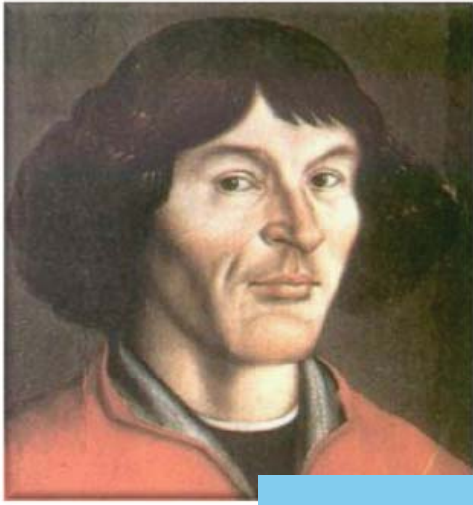
1ª Etapa: Individualmente, construa uma solução para o problema apresentado no texto. Quem você acha que está correto, o comprador ou o vendedor? Justifique sua escolha extraindo informações do texto ou utilizando dados que você conheça. Construa sua resposta por meio de uma atividade prática experimental e faça uma previsão do resultado que você obterá por meio desta atividade. Você poderá formular sua resposta utilizando todos os tipos de materiais e aparelhos que desejar desde que sejam viáveis de serem

adquiridos. (Não se esqueça de entregar sua resposta à professora).

2ª Etapa: Forme um grupo com quatro componentes, incluindo você. Comunicuem as resoluções construídas individualmente na etapa anterior para os demais colegas do grupo e construam uma única resposta coletiva. Debatam sobre a melhor forma de apresentação da solução encontrada por vocês para a turma. Anotem a proposta do grupo e entreguem uma única cópia à professora.



Cláudio Ptolomeu (90 – 168). Foi um cientista matemático, astrólogo, geógrafo e astrônomo. Viveu em Alexandria, uma cidade do Egito. Defendia o sistema de mundo proposto por Aristóteles - o modelo Geocêntrico. De acordo com esta concepção a Terra imóvel estaria localizada no centro do Universo e os demais astros, inclusive o Sol, descreveriam órbitas ao seu redor. Este modelo perdurou por toda a Antiguidade e pela Idade Média. No livro *Almagesto* ele expõe sua Teoria. Este livro serviu como referência até o século XVI



Nicolau Copérnico (1473-1543). Foi um matemático e astrônomo, que desenvolveu a Teoria Heliocêntrica para explicar a organização do Universo. Segundo esta Teoria o Sol estaria fixo e a Terra, assim como os demais planetas, descreveriam órbitas ao seu redor.

Foi, então, que o comprador decidiu perguntar:

- Qual a massa desta aliança?

- Não sei. Respondeu o vendedor.

- O senhor tem uma balança?

- Sim, senhor.

- Então, verifique a massa desta aliança, por favor.

- O senhor deseja que eu verifique o peso, não é?

- Não. Eu quero conhecer a massa do anel. As balanças são aparelhos utilizados para medir a quantidade de matéria que um corpo possui, em outras palavras, a massa da aliança, e não o peso

como a maioria das pessoas chama. Todo corpo é feito de matéria e a quantidade de matéria pode ser medida e nunca muda, por isso, a massa de um corpo é sempre constante. O peso é uma força que atua sobre os corpos a todo o tempo, desde que estejam em um campo gravitacional. O peso de um corpo corresponde ao produto de sua massa pela aceleração a ele imprimida. Como estamos na superfície da Terra e a aceleração da gravidade na Terra equivale a $9,8 \text{ m/s}^2$, então, para calcular o peso de um corpo, é necessário multiplicar o valor de sua massa pelo valor da aceleração gravitacional que atua sobre ele – disse o homem, já bastante irritado com a situação.

– De acordo com o que o senhor está falando, o peso pode variar de um lugar para outro. Talvez seja por isso que o senhor esteja achando a aliança leve. O peso varia.

– O senhor só pode estar brincando comigo! – gritou o comprador, batendo a mão sobre o balcão.

– Claro que não. Aqui o cliente tem sempre razão.

– Ainda não entendi se você é demasiadamente ingênuo ou esperto demais.

– Me perdoe, mas, não estou entendendo o senhor – falou o vendedor com a voz embargada.

O comprador parou e pensou por alguns segundos sobre a possibilidade da inocência do rapaz. Afinal, ele poderia estar ali somente realizando o seu trabalho, sem se dar conta do que se passava além daquele balcão. E, então, optou por ajudá-lo.

– Vou tentar explicar-lhe de outra forma, ok? Mas, antes me responda uma coisa, você dirige?

– Sim – respondeu o vendedor.

– Então, acompanhe meu raciocínio, ok? Digamos que você

esteja dirigindo na Avenida Brasil e que não tenha nenhuma retenção. Imagine que você está com uma velocidade constante de 80 km/h. Em um dado momento, decide aumentar a velocidade do seu veículo. O que você faz?

- Certamente piso no acelerador.

- Correto. Conseqüentemente, sua velocidade sofre uma variação. A essa variação denominamos aceleração. Vamos continuar no seu veículo... Considere agora que seu velocímetro esteja marcando 90 km/h e, de repente, apareça em sua frente um poste tombado cruzando a pista. Você pisa no freio e o que acontece com o seu corpo?

- É jogado para frente.

- Exatamente. A este fenômeno chamamos de inércia. Ou seja, um corpo tende a permanecer em movimento ou em repouso até que alguma força aja sobre ele, fazendo-o alterar o seu estado original. O seu corpo estava a 90 km/h e tendeu a permanecer a 90 km/h. Daí a importância do cinto de segurança para impedir que as pessoas sejam arremessadas para fora dos veículos.

- Entendi. Mas o que isso tem a ver com a aliança?

- Bem, eu só queria que você entendesse o que é aceleração. Pois, então, agora que já sabe que a aceleração é uma variação de velocidade num determinado intervalo de tempo, você poderá entender o que é a aceleração ou força gravitacional. Quando abandonamos um corpo em qualquer parte da superfície da Terra, ele tende a cair em direção vertical no sentido do solo. Pegue sua caneta erga-a e solte-a. Por que ela caiu? Ou seja, por que seguiu em sentido ao solo? Porque existe uma força atraindo-a neste sentido, a força da gravidade. Quando a caneta está em sua mão, sua velocidade é zero (0), nula, entretanto, ao largá-la, sua velocidade irá

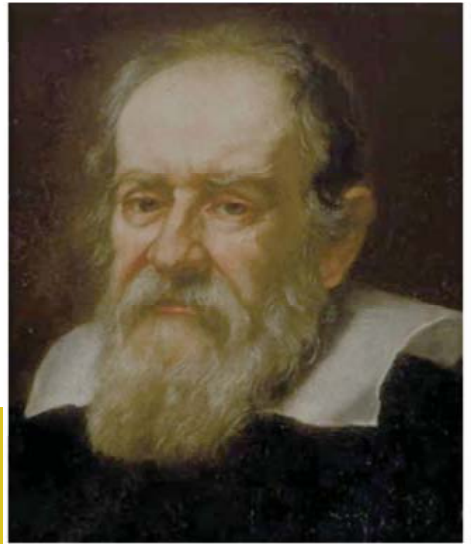
aumentando $9,8\text{m/s}$ a cada segundo (s) se não considerarmos a resistência do ar e o empuxo. Mas, isso não precisa ser discutido agora. Sendo assim, me resta dizer que esta força atrai toda a matéria que esteja presente na superfície da Terra ou na sua atmosfera no sentido do centro da Terra.

- Então, a velocidade de um objeto vai aumentando na medida em que ele cai?

- Isso mesmo. - Bem, o que tudo isso tem a ver com a aliança? Não foi o que me perguntou? Pois, então, para determinarmos o peso de um corpo, precisamos multiplicar o valor de sua massa pelo valor da força da gravidade. Sabe o motivo?

- Sim, existe uma força atuando sobre todos os corpos, inclusive sobre essa aliança, no sentido do centro da Terra, que é chamada de peso, ou seja, uma força que representa o quanto essa aliança é puxada para o centro da Terra. Entretanto essa força também aumentará ou diminuirá de acordo com a variação da massa da aliança.

- Excelente. Observe porém, que a variação da força da gravidade ocorre em relação a regiões distantes do planeta e memo assim, essa variação é muito pequena. Portanto o argumento utilizado por você sobre a variação de peso da aliança não procede. A joia é falsa!



Galileu Galilei (1564–1642).

É considerado um dos fundadores do método experimental. Fez diversos estudos sobre os movimentos dos

objetos. Galileu concordava com o Sistema Heliocêntrico sugerido por Copérnico. Desenvolveu potentes lunetas para a realização de observações do espaço. A Igreja no século XVII tinha muito poder e discordava do Sistema Heliocêntrico defendido por Galileu, condenando-o à prisão domiciliar para o resto da vida. Suas descobertas são interpretadas como uma das principais Revoluções Científicas da História da Humanidade.

Agora é com você!

1ª Etapa: Individualmente, construa uma solução para o problema utilizando as novas informações que constam no texto. E agora, o que você acha, a joia é falsa ou verdadeira? Você poderá formular sua resposta utilizando todos os tipos de materiais e aparelhos que desejar desde que sejam viáveis de serem adquiridos. (Não se esqueça de entregar sua resposta à professora).

2ª Etapa: Forme um grupo com quatro componentes, incluindo você. Comuniquem as resoluções construídas individualmente na etapa anterior para os demais colegas do grupo e construam uma única resposta coletiva. Debatam sobre a melhor maneira de apresentar a solução para a turma.



Sir Isaac Newton (1643 – 1727). Foi um cientista inglês físico, matemático, astrônomo, alquimista, filósofo natural e teólogo. Sua obra, *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, publicada em 1687 e reeditada em 1713 e em 1726, é considerada uma das mais importantes na História da Ciência. A obra possui a descrição da lei da gravitação universal e das três leis de Newton sobre o movimento, que fundamentaram a mecânica clássica. Lei da Gravitação Universal: “Matéria atrai matéria na razão direta do produto de suas massas e na razão inversa do quadrado da distância entre elas.” A Primeira Lei de Newton afirma que um objeto (corpo) permanece indefinidamente parado ou com movimento uniforme em linha reta, a menos que alguma força atue sobre ele. Lei conhecida como Princípio da Inércia. A Segunda Lei de Newton diz que a variação do movimento de um corpo é proporcional à ação efetiva das forças aplicadas sobre o corpo e se dá na mesma direção da força resultante. A aceleração do objeto (corpo) devido a essa variação do movimento é diretamente proporcional à força resultante que atua sobre ele e inversamente proporcional à sua massa. Daí a expressão matemática: $a = F_{res} / m$ ou ainda, $F_{res} = m \cdot a$, onde F_{res} é a força resultante, que corresponde à força resultante do conjunto de forças que atuam sobre o corpo; m é a massa e a é a aceleração. Esta lei é conhecida como o Princípio Fundamental da Dinâmica. A Terceira Lei de Newton diz que para toda ação corresponde uma reação de mesma intensidade; na mesma direção e sentido contrário. Lei conhecida como Princípio da Ação e Reação.

O comércio já estava fechando na cidade. No quarteirão onde se localizava a joalheria, duas lojas ainda permaneciam com suas portas abertas, mas sem nenhum comprador e, pelo movimento, deviam estar se organizando para o encerramento de suas atividades. Entretanto, na joalheria o debate continuava...

- Não, senhor, a joia é verdadeira. Retrucou o vendedor. Esse anel foi feito realmente com ouro 18 quilates. Tenho a nota fiscal do fornecedor. E trata-se de uma fábrica muito bem conceituada por todos os revendedores. E considerando que já trabalhamos com esse fornecedor há aproximadamente 10 anos, possivelmente o senhor está equivocado.

- Por gentileza, verifique a massa deste anel.

Após colocar na balança e fazer a leitura no mostrador, o vendedor retorna ao balcão e comunica o valor:

- Ele possui 10 g.

- E qual o seu volume? Perguntou o comprador.

- Não tenho ideia, senhor.

- Você sabe calcular o volume de um objeto?

- Sim, multiplico as suas três extensões ou dimensões: largura, altura e comprimento.

- Certo. Esse cálculo é possível de ser realizado para sólidos regulares. Como uma caixa, por exemplo. Entretanto, essa aliança é um sólido irregular. Então, como o senhor procederia?

- Não sei. Qual seria a solução?

- Bem, acredito que seja melhor você fechar as portas da loja enquanto conversamos, do contrário, corremos o risco de sofrer um assalto.

Após abaixar as portas da loja e travá-las, restando apenas uma pequena portinha por onde os dois sairiam e que também se

manteve fechada, o vendedor retornou ao balcão...

- Estamos seguros. O senhor pode continuar.

- Existem outras maneiras de calcularmos o volume desta aliança. Mas, vou simplificar. O senhor possui um recipiente graduado?

- Por acaso tenho. Está na cozinha, só um instante que já vou pegar - passados cinco minutos, retorna o homem com o recipiente.

- Aqui está senhor.

- Ótimo! Esse serve perfeitamente. Agora coloque água em seu interior.

- Prontinho.

- Verifique o volume de água nele contido.

- Bem... Vejamos, aqui está marcando 22 ml. Já sei! - Gritou o homem - agora o senhor vai me pedir para inserir a aliança e verificar a variação do nível da água.

- Muito bem! Continue...

E colocando a aliança no interior do recipiente, ele deduziu...

- Dado que, após colocar a aliança no recipiente, o nível da água subir para 23 ml, e a aliança deslocou 1 ml de água, então, esse é o seu volume.

- Excelente! Você poderia transformar esta unidade de volume em cm^3 ?

- Não sei como proceder senhor.

- É simples. Se você construir um cubo com 1 cm de largura; 1 cm de altura e 1 cm de comprimento, você multiplicaria as três dimensões para calcular o volume deste cubo. Correto? Veja: $1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm} = 1 \text{ cm}^3$. - Continuou o comprador - se você pegar uma

seringa e inserir no seu interior 1 ml de água e em seguida transferir essa água para o seu cubo, perceberá que ela ocupará todo o espaço do seu cubo e não sobrá nada. Então, é possível afirmar que 1 ml corresponde a 1cm³. Ou seja, o volume de sua aliança corresponde a 1cm³. Em um cubo com capacidade de 1 centímetro cúbico (cm³) cabe 1 mililitro (ml). Assim, podemos escrever – pegou a nota fiscal que estava sobre o balcão e escreveu no verso do papel:

$$1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$$

– Então, se eu fundir essa aliança poderei formar um cubo com volume de 1 cm³?

– Correto. Agora você vai me entender. O ouro 18 quilates é uma liga metálica que possui 75% de ouro puro e 25% de outros metais. Mas isso não importa agora. O que você precisa saber é que cada material que existe na natureza possui uma densidade própria. O ouro 24 quilates, que é o ouro puro, possui uma densidade de 19,3 g/cm³. Isso significa que em um cubinho com 1 cm³ teríamos 19,3 gramas do metal. Já o ouro 18 quilates possui uma densidade de 16,5 g/cm³. Sendo assim, perceba que para calcularmos a densidade de um material, dividimos o valor de sua massa pelo volume ocupado por ele – novamente, pegou a nota fiscal e escreveu:

$$d = \frac{m}{v}$$

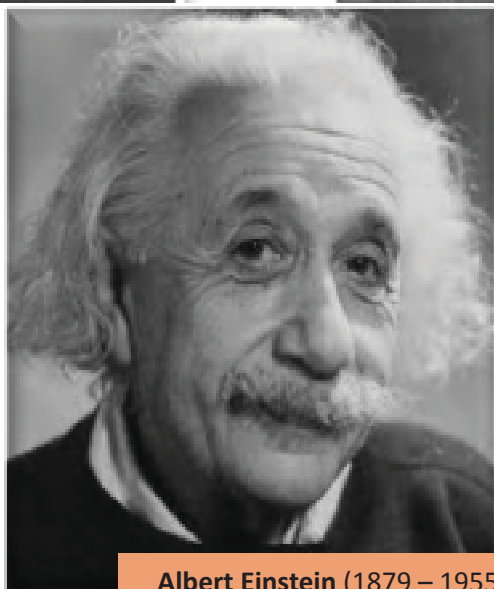
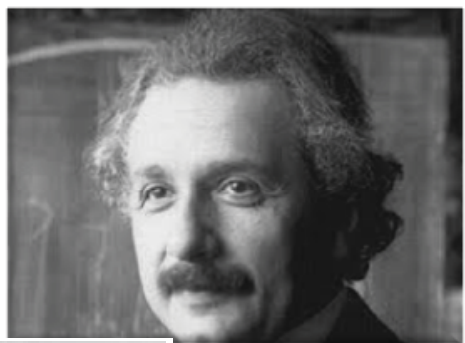
- Bem, se o anel tem um volume de 1cm^3 , então ele deveria possuir 16,5 g - disse o vendedor.

-Agora chegamos a um entendimento, porque você verificou a massa da aliança e constatou que ela possui somente 10g.

- É... O senhor tem razão. Mas, veja bem, se a aliança é uma liga metálica, e dado que ela apresenta o brilho do ouro e considerando a credibilidade do nosso fornecedor, é possível pensar que tenha ocorrido algum erro na mistura dos metais que formam a liga dessa aliança.

- Um erro grave eu suponho. Visto que a densidade desta joia é muito inferior a do ouro 18 quilates e considerando que sua densidade é muito próxima da densidade da prata $10,5\text{ g/cm}^3$, isso me faz pensar, que possivelmente trata-se de um anel de prata com um banho de ouro. O senhor já pensou no problema em que está envolvido? Quero o meu dinheiro de volta!

Ao perceber que não possuía mais argumentos para negar o que se tornara óbvio, o vendedor foi logo abrindo a caixa registradora e, pegando o dinheiro, dirigiu-se ao balcão - é somente isso que o senhor deseja? Não seja por isso, aqui está.



Albert Einstein (1879 – 1955). Foi um físico teórico alemão radicado nos Estados Unidos. Desenvolveu a Teoria da Relatividade, publicada em 1905. Esta Teoria revolucionou a História da Ciência. Recebeu o Nobel de Física em 1921 pela explicação do efeito fotoelétrico. O seu trabalho teórico possibilitou o desenvolvimento da energia atômica.

Tabela de densidade de algumas substâncias

Substância	Densidade em g/cm ³
Água	1
Gelo	0,91
Álcool	0,8
Petróleo	0,85
Mercúrio	13,6
Prata	10,5
Ouro	19,3
Ferro	7,8
Ar	0,0013
Água do mar	1,03

Agora é com você!

1) Individualmente e coletivamente, calcule o valor da densidade da massa de modelar utilizando os materiais abaixo:

-1 Becker de 100 mL;

- Massa de modelar;

-1 balança de precisão.

Construa sua resposta anotando os procedimentos e os resultados previstos por você e pelo grupo.

2) Realize a releitura da narrativa e encontre uma resolução mais imediata para o conflito, utilizando dados fornecidos no texto. Construa sua resposta anotando os procedimentos e os resultados previstos por você.

FLUTUA OU AFUNDA?



Temas Abordados: peso; empuxo e Princípio de Arquimedes

Flutua ou Afunda?

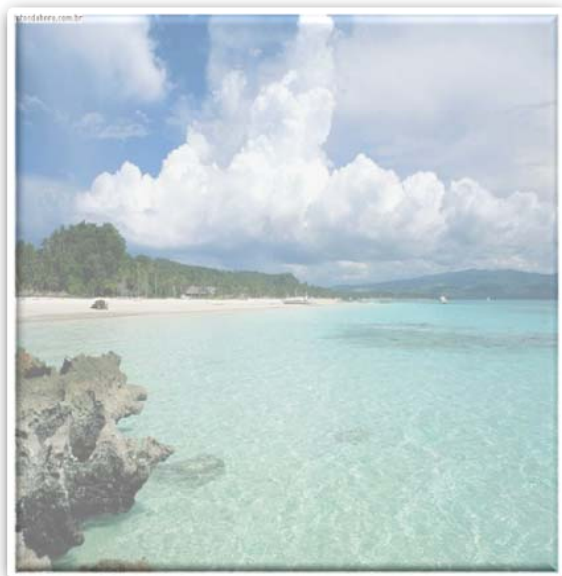
Todos estavam ansiosos para a chegada do feriado e a conversa na sala de aula era uma só, a viagem para a Ilha Grande. Nem todos os alunos participariam da excursão, somente um grupo de 16 estudantes. Os demais alunos optaram pela visita ao Museu Imperial em Petrópolis. Era comum na escola a programação de passeios na terceira semana do mês de outubro em comemoração ao Dia das Crianças e dos Professores.

Lucas Andrade, aluno do 1º Ano, era bastante conhecido por todos os estudantes e professores da escola. Gostava muito de conversar e estava sempre fazendo novas amizades. Queria ser biólogo e adorava os passeios realizados em ambientes naturais. Estudante assíduo, prestava muita atenção às aulas. Completara 15 anos no dia 16 de janeiro e recebera de presente de seu pai todo equipamento necessário ao mergulho em apneia: roupa de neoprene, nadadeiras, máscara, snorkel e cinto com lastros. O mergulho nas praias da Ilha Grande tornara-se um sonho desde então.

Apesar da pouca idade, já sabia que precisaria estudar bastante durante os três anos do Ensino Médio para concorrer a uma vaga em uma universidade pública.

Marcela, estudante da turma do Lucas, estava muito empolgada com a viagem porque, finalmente, encontrara o momento certo para estar mais próxima do rapaz e fazê-lo perceber o quanto gostava dele.

Na manhã do passeio, às 6h, já estavam todos no ônibus. Viajariam até Angra dos Reis e, de lá, pegariam um barco até a Ilha Grande.



A viagem até Angra fora divertida e o traslado de barco proporcionara-lhes muitos momentos de contemplação e de folia.

Ao chegarem à Praia Grande de Palmas, local onde montariam o acampamento, já estavam exaustos pela longa viagem e pelas brincadeiras vivenciadas durante o trajeto.

Mesmo assim, não tiver-

am descanso. Os professores que acompanhavam os estudantes recomendaram que montassem logo as barracas, duas para as seis meninas, três para os dez meninos e duas menores para o Marcos de biologia, o Paulão de física, a Patrícia e a Lúcia de educação física.

Ali, sonhavam com os dias maravilhosos que se seguiriam. Ficariam sozinhos naquela imensidão de mar, floresta e praia por mais três dias.

Às 16h, depois da longa viagem e do trabalho exaustivo, todos só pensavam em uma única coisa, mergulhar naquele mar onde não se via o fim. E foram muitas as brincadeiras que se deram naquelas águas claras e na faixa de areia da praia.

O cansaço fora tanto que, após o lanche, foram todos descansar. Alguns dormiram sobre as toalhas estendidas na areia e outros, no interior das barracas.

Marcela despertou às 6h da manhã e decidiu caminhar ao

longo da praia para apreciar toda aquela rara beleza. Após andar por uns 20 minutos, encontrou um local confortável na areia e decidiu sentar-se e esperar que o mar lhe tocasse de leve os pés.

No acampamento, todos foram aos poucos despertando. Estavam ansiosos para conhecer o local. Uns queriam conhecer a Mata Atlântica, outros, a restinga e também havia aqueles que ansiavam por investigar a vida que se ocultava no fundo do mar. – Ah... Que delícia pensar naquele fundo, que escondia formas inusitadas de vida!

Quando Lucas despertou, decidiu exercitar-se na areia e aquecer o corpo para o primeiro mergulho do dia. Após o café, fez alguns exercícios de alongamento e pôs-se a correr.

De longe, avistou a Marcela sentada na areia e, ao aproximar-se, foi logo gritando para a menina:

– Você não disse que queria aprender a mergulhar? Levanta daí e vamos preparar esse corpo para o seu primeiro mergulho. - E ao chegar bem perto da menina, sentou-se ao seu lado.

– Lucas, eu estava aqui pensando... Vai ser muito triste quando tudo isso acabar.

– O que vai acabar Marcela? – perguntou o menino, sem entender do que se tratava. – O que se passa nessa cabeceira?

– Sim – continuou ela – quando o nível das águas subirem, esse paraíso deixará de existir.

– Não é bem assim que funciona, Marcela – retrucou Lucas.

– Claro que é. Você não se lembra do ex-



emplo do Marcos de biologia sobre o caso de Atafona no Rio de Janeiro onde o mar avançou tanto que deixou mais de 400 casas submersas por causa do aquecimento global?

- Há controvérsias - insistiu o rapaz.

- O aquecimento global está aí e não temos como negar. A temperatura média do planeta está aumentando, e os verões são cada vez mais quentes. Em pouco tempo, todo o gelo dos polos derreterá e conseqüentemente o nível dos oceanos aumentará. As faixas litorâneas dos continentes desaparecerão.

- Como eu te disse, não é assim que funciona, o que você chama de gelo dos polos?

- As calotas de gelo do Ártico e da Antártica.

- Você, hein? Fica matando aula de física e depois dá nisso! - disse o Lucas num tom de aborrecimento. E continuou: - O Paulão de física explicou que é na Antártica que se encontra a maior parte do gelo do mundo, 90%, e também, que em decorrência de sua temperatura média ser muito baixa, o gelo de lá não corre o risco de derreter e, ao contrário do que você pensa, a camada de gelo da Antártica só tem aumentado. Essa camada de gelo é que poderia causar um aumento significativo no nível dos oceanos, porque esse gelo está sobre um continente e ao fundir-se, toda água fluiria para o oceano. Já no Ártico, todo o gelo é flutuante, o que significa que os níveis dos oceanos não sofreriam tanta variação como estão prevendo.

- Então, qual o fenômeno que explicaria o desaparecimento de praias como Iparana, no Ceará e Armação, em Santa Catarina e também as mudanças no litoral da praia da Boa Viagem no Recife e outras tantas?

- Não sei exatamente, mas, esse assunto é muito polêmico.

- A camada de gelo do Ártico está diminuindo. Isso também é um fato. E para onde irá todo aquele gelo ao derreter-se? É claro que para os oceanos. Então, é possível afirmar que o aquecimento global realmente provocará o aumento do nível das águas oceânicas e que essas obviamente invadirão os continentes e as cidades litorâneas desaparecerão.

- Calma, calma, calma, calma... Vamos por partes.

- Vou explicar. Em primeiro lugar, aproximadamente 10 % do gelo do Ártico é visível, os outros 90 % estão submersos. Também temos que considerar que a densidade da água do mar é de aproximadamente 1,03g/mL, podendo variar um pouco de um lugar para outro. O gelo possui uma densidade de 0,91 g/ml. Aliás, é devido ao fato do gelo possuir menor densidade do que a água que ele flutua sobre ela.

- Se os dois são formados por moléculas de água, então, por que existe diferença na densidade?

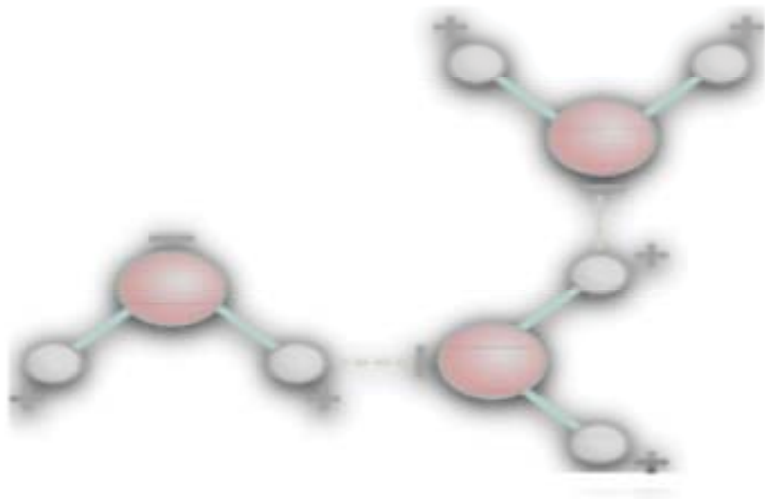
- Por causa das demais substâncias que estão dissolvidas na água, como o cloreto de sódio, por exemplo. Então, significa que em 1ml encontraremos uma massa de 1,03 g se a água for salgada e 1 g, se a água for doce.

- Entendi. E por que o gelo flutua na água doce se tanto a água quanto o gelo são formados das mesmas moléculas de água?

- Coisas da água! - Lucas dá um sorriso.

- Essa é uma propriedade física da água. Sua densidade máxima é atingida quando ela encontra-se a uma temperatura em torno de 4 °C - parou por alguns segundos e observou os olhos arregalados de Marcela. Pensou sobre sua importância na vida da menina, que tanto aprendera com ele. E continuou... - A densidade da água aumenta à medida que sua temperatura diminui, atingin-

do valor máximo quando chega a 4 0C. Abaixo desse valor, a densidade vai diminuindo. É por isso que o gelo flutua na água, como lhe disse. Interessante, também, é a constatação de que a água é a única substância que tem a propriedade de, no estado sólido, flutuar sobre ela própria no estado líquido.



Cara, você sabe muito! – exclamou marcela.

Lucas estufou o peito e lançou sobre a menina um olhar de vaidade e continuou:

– Bem, tudo o que se pode falar a respeito da elevação do nível dos oceanos é hipotético. Muitos estudos ainda precisam ser realizados para que os pesquisadores cheguem a um consenso.

– Vamos voltar para o acampamento que o pessoal já deve ter acordado e eu quero mergulhar.

Ao chegarem ao acampamento, um grupo já havia saído para caminhar pelo interior da mata Atlântica. A Patrícia e a Sandra decidiram ficar no acampamento e preparar o almoço.

Restava um grupo de três alunos, o Sérgio de Biologia, e o Paulão de Física, que se aprontavam para fazer o primeiro mergulho do dia.

- E aí galera? Também vou... Já vou me vestir - disse o Lucas ansioso para entrar no mar.

- Cara, já dei uma olhada pela superfície, tá muito maneiro. A água está transparente e a luz está chegando a uma profundidade legal. Dá pra ver a bicharada toda! -Disse o Sérgio, estupefato com o que vira.

- E aí Marcelinha, vai estrear seu equipamento? - Perguntou o Paulão.

- Claro que sim. Já vou me vestir.

Roupa de neoprene, snorkel, máscara, nadadeiras e cinto com lastros. E foram os sete em direção ao mar, segurando nas mãos as nadadeiras e a máscara com o snorkel. Ao entrarem na água, vestiram as nadadeiras e ajustaram a máscara com o snorkel no rosto.

- Vamos nessa pessoal! -gritou um dos meninos.



- Podem ir à frente, que eu vou ajudar a Marcela - respondeu Lucas da areia.

E lá se foram eles... Em direção a novas descobertas. Guiados somente pela curiosidade inerente da adolescência.

E, na areia...

- Lucas, estes lastros pesam muito, eu não quero usá-los. - Reclamou Marcela.

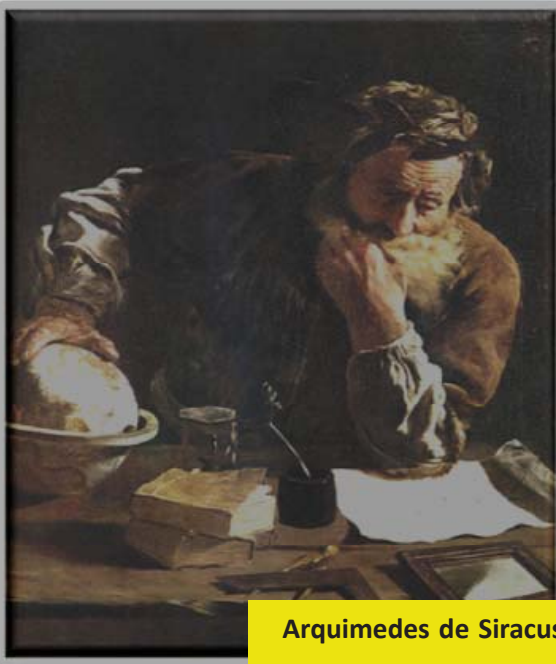
- Eles são necessários. Afirmou Lucas.

Agora é com você!

Os lastros são pesos constituídos de chumbo e destinam-se a compensar a flutuabilidade causada principalmente pela roupa isolante.

1ª Etapa: O que faz um corpo flutuar ou afundar na água? Os pescadores também utilizam lastros nas linhas de pesca e os navios os utilizam para fixarem-se em um determinado local. Entretanto, os lastros dos navios não o fazem afundar. Explique essas situações utilizando os conceitos da física. Resposta individual.

2ª Etapa: Forme um grupo com quatro componentes, incluindo você. Comuniquem as resoluções construídas individualmente na etapa anterior para os demais colegas do grupo e construam uma única resposta coletiva. Debatam sobre a melhor maneira de apresentar a solução encontrada por vocês para os demais colegas da turma por meio de uma atividade prática e/ou experimental. Anotem a proposta do grupo e entreguem uma única cópia à professora.



Arquimedes de Siracusa (287 a.C. – 212 a.C.) foi um dos principais cientistas – matemático, físico, astrônomo e inventor - da antiguidade. Viveu na Sicília. Foi o fundador da hidrostática, cujo princípio consiste na assertiva: “Todo o corpo submerso num fluido experimenta um impulso de baixo para cima igual ao peso do fluido que desloca.”.

- Tudo bem, mas, por quê?

- Bem... Lindinha, a sua roupa de mergulho é feita com um material chamado neoprene, que possui milhares de bolhas minúsculas em seu interior. Essas bolhas fazem você flutuar. Além disso, ela serve para evitar cortes em pedras, queimaduras provocadas pelos corais, águas-vivas, além de manter a temperatura do seu corpo confortável. A água do mar entra em sua roupa e fica aprisionada nessas bolhas, então, essa água recebe calor de seu corpo e fica com uma temperatura intermediária entre a temperatura do seu corpo e a temperatura da água do mar. Isso faz com que você perca menos calor.



- Você não vai precisar de todos eles, calma. Quanto você pesa? Melhor dizendo, qual a sua massa corporal? - deu um sorriso daqueles de quem sabe sorrir de si próprio.

- Tenho 50 Kg.

-Então, para cada 10 kg utilizamos um lastro de 1 kg - pensou por

alguns segundos e afirmou - você precisará de no mínimo 4.

- Se a roupa me faz flutuar e os lastros me fazem afundar, prefiro mergulhar de biquine.

- Nada disso Marcela, - retrucou Lucas - você não disse que queria aprender a mergulhar? - e continuou - Quer ou não quer?

- Tudo bem, vai... pode falar - disse Marcela com a voz em-

bargada – mas, antes me responda uma coisa: por que o meu corpo flutua com a roupa? Isso para mim não faz o menor sentido. Se estou sem a roupa possuo um peso menor do que quando estou com a roupa?

– Tá legal, vamos nessa! – exclamou Lucas, já no limite de sua paciência. – Em primeiro lugar, me explique porque um corpo flutua na água.

– Cara, não sei.

– Ah... Se o Paulão estivesse aqui, eu não desejaria estar na sua pele. Você sabe o que é empuxo?

– Sei, é aquele lance da coroa do rei – respondeu Marcela já meio sem graça, e continuou - Não é?

– Que lance Marcela?

– Aquele que o cara sai pelado na rua gritando Eureka...Eureka! Não é?

– Marcela, o que é empuxo?

– Cara, só sei isso.

– Isso é nada garota! Você não sabe nada! – gritou Lucas já bastante irritado com a menina.

– Vai me ofender? – perguntou ela.

– Marcela, eu só quero te ajudar, você é inteligente! Você sabe que muita gente da turma não quer nada. Matar aula pra ir pra shopping? Qual é Marcela? Pense um pouco no que você está fazendo, pra não chorar amanhã.

– Tá, Lucas...resmungou a jovem.

– Então, me explique logo isso, antes que eu desista de mergulhar.

– Sobre o seu corpo atua uma força para o centro da Terra, que é a força de atração gravitacional. Essa força é chamada

de peso. O peso depende da massa do corpo, aquela que se mede numa balança, e da aceleração da gravidade local. Aqui nas proximidades da superfície da Terra, o valor dessa aceleração equivale a $9,8 \text{ m/s}^2$. Só para tornarmos o cálculo mais simples, podemos arredondar esse valor para 10. Se a massa do seu corpo corresponde a 50 kg, para calcularmos o seu peso, multiplicamos a sua massa pela gravidade, então, seu peso é de 50 vezes 10, que corresponde a 500 Newtons. Entendeu até aqui?

- Sim, mas, Newton não é o nome de um físico?

- Correto, e foi em homenagem a ele que adotaram como unidade de medida de qualquer tipo de força, como o peso, por exemplo, o símbolo N que quer dizer Newton - pegou um graveto e riscou na areia,

$$P = m \cdot g$$

- Entenda, Marcela, que na natureza podemos encontrar vários tipos de forças atuando sem nos darmos conta. Você entende o que estou falando?

- Acho que sim. A força entre pólos opostos de dois ímãs seria um tipo de força da natureza?

- Isso menina! É a força magnética! - Respondeu o rapaz num tom de felicidade.

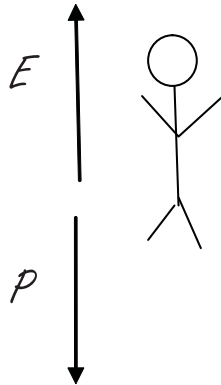
- Tá, pode continuar.

- Quando você veste sua roupa de mergulho, ela funciona como se fosse uma bóia, lembra-se dos milhares de bolhas da roupa? Além delas, ainda existe a camada de gordura de seu corpo, que aumenta sua flutuabilidade. E por que a gordura faz você flutuar?

- Porque é menos densa do que a água. Respondeu Marcela com um sorriso de alegria.

- Isso mesmo, garotinha. Então, os lastros aumentarão o seu peso, permitindo que você afunde.

Lucas pegou novamente o graveto e riscou na areia,



- Verifique que essas duas forças possuem a mesma direção e sentidos contrários. Elas estarão sempre atuando sobre os corpos. Se o empuxo for maior do que o peso do corpo, ele flutua. Se o peso for maior do que o empuxo, o corpo afunda. Agora, preste atenção ao seguinte - Lucas pensou por alguns segundos e falou: -pegue suas nadadeiras, sua máscara e snorkel e vamos para a água.

Ao entrarem na água Marcela logo percebera que a roupa, de fato, não permitia que ela sentisse frio. Os dois ficaram apoiados no fundo com a água até a altura dos ombros.

- Tudo bem Marcela? Perguntou Lucas, na intenção de verificar se a menina estava calma.

- Claro que sim.

- Ótimo, continue assim. Agora me responda, o que tinha no lugar que você está ocupando neste momento?

- Claro que a água, Lucas.

- Então, para saber o valor do empuxo que age sobre você, ou seja, da força que empurra você para cima, basta conhecer o peso do fluido (água), que seu corpo deslocou. Se esse peso for superior ao peso do seu corpo, você flutuará. Entretanto, se o peso da massa de água deslocada pelo seu corpo for inferior ao peso do seu corpo, você afundará. - A respiração de ambos tornara-se um pouco mais ofegante devido ao esforço que precisavam fazer para manterem-se na mesma posição. Foi, então, que o Lucas falou para Marcela - você consegue vertir os pés de pato aqui?

- Sim, segure minha máscara. Lucas pegou a máscara da menina e aguardou.

- Ok, Lucas, já vesti os dois.

- Certo, agora vamos nos distanciar um pouco mais da praia. Mantenha suas pernas esticadas verticalmente, não dobre os joelhos e movimente-as como se estivesse nadando .

- Que legal Lucas, já não preciso fazer tanto esforço. Me dê as máscaras para você vestir suas nadadeiras. - E os dois permaneceram na superfície conversando.

-Você tá legal Marcela?

- Claro Lucas, por que a todo momento me faz a mesma pergunta?

- Porque quero que você se mantenha calma. Aqui no mar isso é fundamental.

- Não se preocupe, estou bem.

- Você agora pode vestir a máscara e ajustá-la, vou vestir a minha também. Deite-se sobre a superfície, estique bem as pernas,

evite dobrar os joelhos e olhe para o fundo – Marcela seguiu as orientações do rapaz e, em seguida, retirou o rosto da água para falar com o Lucas.

– Consegue manter-se flutuando, não é? – Perguntou Lucas.

– Sim.

– Aha!É o empuxo, gata! Gritou o rapaz. Para conhecer o seu valor, basta multiplicar o valor da densidade da água do mar, 1,03g/ml, pelo volume da água que seu corpo deslocou e pela aceleração da gravidade. Entendeu? Agora coloque o snorkel e mantenha sua respiração pela boca. Se sentir que entrou água no snorkel, é só você assoprar e, lembre-se, pernas esticadas, sem dobrar os joelhos, braços rentes ao corpo. Vamos nadar até aquele costão rochoso.

– É muito longe, Lucas!

– Você vai mudar de opinião – Lucas deu um sorriso, posicionou-se ao lado de Marcela e lá se foram os dois. De vez em quando, olhava para a menina sob a água e, com o polegar estendido, procurava saber se ela estava confortável.

Quando atingiram uns 10 m de distância da costa, deram uma parada e colocaram-se na posição vertical.

– Nossa! As nadadeiras me dão uma velocidade incrível.

Lucas sorriu para Marcela.

– Agora, vamos nadar sobre o talude. Mas, antes, quero te mostrar mais uma coisa.

– Está bem.

– Sempre que você desejar ir ao fundo para observar de perto alguma coisa, você vai encher os pulmões de ar, interromper a respiração, dobrar o abdome e esticar os braços para frente, como

se fosse dar uma cambalhota, mantendo as pernas em movimento de nado, assim você conseguirá afundar. Quando sentir que está ficando sem ar, suba, respire e mergulhe novamente. Tente fazer. E lá se foi a jovem em direção ao fundo, guiada pelo sentido da mais recente descoberta, ávida de conhecimento da vida aquática. Lucas somente a acompanhava. O olhar da menina esbanjava fascinação. E foi então que Lucas se deu conta de que, após a experiência vivenciada por Marcela, dali para frente, conviveria com uma nova pessoa que, enfim, encontrara motivos de sobra para aprender.



Agora é com você!

Já apresentamos as grandezas físicas de densidade, massa, volume, peso e empuxo. Elabore um experimento ou uma atividade prática durante a qual você possa provar a ação do peso e do empuxo e utilizar as noções de propriedades de massa, volume e densidade, utilizando os materiais que você desejar e que sejam viáveis de serem adquiridos. Responda individualmente e coletivamente.

Desafio: explique por que os navios flutuam na água e algumas vezes podem naufragar.



