

# **SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CONHECIMENTOS FÍSICOS E MATEMÁTICOS**

Gisele Cristiane Silva Alves



SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO:  
UMA PROPOSTA PARA O ENSINO  
DE CONHECIMENTOS  
FÍSICOS E MATEMÁTICOS  
de Gisele Cristiane Silva Alves  
está licenciada com uma Licença

[Creative Commons - Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

**SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: UMA PROPOSTA PARA O  
ENSINO DE CONHECIMENTOS FÍSICOS E MATEMÁTICOS**

Produto Educacional vinculado à dissertação “O MÉTODO CLÍNICO PIAGETIANO E SUA  
APLICAÇÃO NO ENSINO DE CONCEITOS FÍSICOS E MATEMÁTICOS”

Mestranda: Gisele Cristiane Silva Alves

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Tânia Cristina Baptista  
Cabral

**Guaíba -RS**

**2023**

### Catálogo de Publicação na Fonte

A474m Alves, Gisele Cristiane Silva

O método clínico piagetiano e sua aplicação no ensino de conceitos físicos e matemáticos. / Gisele Cristiane Silva Alves; Tânia Cristina Baptista Cabral. – Guaíba, 2023.

34 f. il.

Produto Educacional (Dissertação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Mestrado Profissional em Formação docente para Ciências, Tecnologias, Engenharia e Matemática, Unidade de Guaíba, 2023.

1. Produto Educacional. 2. Auxílio a professores. 3. Física. 4. Matemática I. Alves, Gisele Cristiane Silva. II. Cabral, Tânia Cristina Baptista. III. Título.

## APRESENTAÇÃO

Prezados colegas professores, a Sequência de Ensino Investigativa (SEI), intitulada “Uma proposta para o ensino de conceitos físicos e matemáticos” apresentada nas próximas páginas, compõe o Produto Educacional da dissertação de Mestrado em Formação Docente para Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemática (PPGSTEM), ofertado na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Campus de Guaíba, Rio Grande do Sul.

As situações-problema foram organizadas na SEI estão vinculadas a dissertação intitulada “O método clínico piagetiano e sua aplicação no ensino de conceitos físicos e matemáticos”. Ambos foram avaliados e validados por banca examinadora. As atividades realizaram-se em nossa própria sala de aula, caracterizando-se assim em uma estratégia de ensino experimental - Engenharia Didática (ARTIGUE, 1998).

Integrar conceitos de Física e Matemática na proposta nas atividades se justifica na concepção de que, no trabalho com os conhecimentos físicos, estão, também, envolvidos conhecimentos matemáticos. As atividades apresentam um conjunto de situações que abordam um feixe de vários conceitos, uma vez que *“não há conceitualização sem a construção de invariantes, porque se trata justamente de dominar uma variedade de casos”* (VERGNAUD, 2002, p. 7).

Na estruturação das atividades que foram trabalhadas, recorre-se à teoria dos Campos Conceituais, que enfatiza a importância de um conjunto variado de situações-problema para dar sentido ao processo de conceitualização e aos conceitos envolvidos (VERGNAUD 1990 *apud* MOREIRA, 2018, p. 78).

As primeiras situações devem ter coerência com a realidade do aluno, podendo ser introduzidas em níveis crescentes de complexidade. Um dos erros no ensino de Física é deixar de lado situações que tenham sentido para os alunos, o que não significa deixar de lado as situações abstratas e complexas, mas que estas devem ser trazidas ao ensino no momento apropriado (MOREIRA, 2021, p. 2).

Nossa intenção foi organizar as atividades de modo que os alunos possam ter contato com a cultura científica por meio da promoção de condições para que falem e executem práticas investigativas durante as atividades. A seguir, explicitamos os caminhos e a estruturação, conforme Carvalho (2013; *et al.*, 1998) sobre a proposta de ensino em um cenário por investigação alicerçado em uma SEI.

## SUMÁRIO

<b>1 AS ETAPAS DE UMA AULA SOBRE CONHECIMENTO FÍSICO</b>	<b>5</b>
<b>2 AS ATIVIDADES DA SEI</b>	<b>10</b>
2.1 UM PANORAMA SOBRE A SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES	11
2.2 Atividade: Construindo a ideia de densidade	12
2.3 Atividade: A Influência da quantidade de água sobre a flutuabilidade	17
2.4 Atividade: O problema do barquinho	19
2.5 Atividade: Densidade e o Mar Morto	23
2.6 Atividade: Massa e volume	26
2.7 Atividade: O que é volume?	30
2.8 Atividade: O problema do copo	34
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>37</b>

## 1 AS ETAPAS DE UMA AULA SOBRE CONHECIMENTO FÍSICO

O trabalho centrado na investigação, segundo Carvalho (2013, p. 9), propõe um conjunto de atividades em uma Sequência de Ensino Investigativas (SEIs), com a finalidade de desenvolver conteúdos e temas científicos. Uma SEI deve ser organizada a fim de oferecer aos alunos condições para desenvolver as próprias ideias e discuti-las com seus pares. Na proposta de Carvalho, o aluno tem a possibilidade de vivenciar a prática da cultura científica ao adquirir condições de entender conhecimentos já estruturados da Ciência.

Em uma proposta de ensino de Ciências por investigação, segundo Sedano e Carvalho (2017, p. 202-203), destacam-se a importância do trabalho em grupo e das múltiplas possibilidades dos alunos vivenciarem aspectos da cultura científica. Assume-se a responsabilidade em cada etapa do trabalho: da problematização; das atividades experimentais e exploratórias; da discussão entre os pares; do registro do processo e dos resultados; e das relações do tema da investigação com o cotidiano e na socialização dos resultados.

Cabe esclarecer que o termo “experimental” não condiz, necessariamente, a um trabalho em laboratório. Neste caso, professor e aluno desempenham papéis de cientistas e uma atividade experimental não implica, fundamentalmente, o trabalho laboratorial e vice-versa. O trabalho prático, por si mesmo, pode assumir características de trabalho experimental (PEREIRA; MOREIRA, 2017, p. 286).

As atividades que compõem a SEI, segundo Carvalho (2013, p. 9), devem ter um *problema*, experimental ou teórico e contextualizado, a fim de aproximar os alunos no tema a ser trabalhado. Encontrada a solução do problema, segue-se para uma atividade de *sistematização* do conhecimento construído pelos alunos, que pode ser por meio da leitura de um texto escrito seguido de uma discussão entre os alunos, relacionando o que fizeram e o que pensaram na resolução do problema com o relato do texto. Por fim, uma terceira atividade que promova a *contextualização* do conhecimento no dia a dia dos alunos, dando condições para que reconheçam a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social. Uma SEI pode adotar vários ciclos destas três etapas de atividades ou mesmo outros tipos delas que precisam ser planejadas, tudo dependerá da demanda do conteúdo curricular que se pretende trabalhar.

Para Sedano e Carvalho (2017, p. 202), a metodologia de Carvalho *et al.* (1998) contempla a proposta de Ensino de Ciências por Investigação ao oportunizar aos alunos

vivenciarem as etapas do fazer científico. Carvalho *et al.* explicitam o objetivo das suas atividades:

É exatamente isso o que queremos com nossas atividades: primeiramente, criar condições em sala de aula para que os alunos consigam “fazer”, isto é, resolver o problema experimentalmente; depois, que eles compreendam o que fizeram, isto é, que busquem, agora em pensamento o que fizeram, isto é, que busquem, agora em pensamento, o “como” conseguiram resolver o problema e o “porquê” de ele ter dado certo (CARVALHO *et al.*, 1998, p. 22).

Os três ciclos de etapas de uma SEI: problematização, sistematização e contextualização propostos por Carvalho (2013) são esmiuçados em outro texto da autora (CARVALHO *et al.*, 1998, p. 40-44), no qual o objetivo de trabalho era o ensino e a aprendizagem do conhecimento físico nas primeiras séries do ensino fundamental. Nesta obra, os autores verificaram os resultados da aplicação de quinze atividades sobre conhecimento físico com uma determinada população de alunos.

Entendemos as aproximações deste trabalho com os objetivos da nossa pesquisa, assim, as linhas a seguir tratam das etapas do ensino por investigação propostas em Carvalho *et al.* (1998) que fundamentam parte da base metodológica e o produto educacional da nossa pesquisa.

A primeira etapa de aplicação de uma SEI é a proposição de um problema. As situações-problema devem ser do interesse dos alunos para que despertem a curiosidade pela atividade. Além de terem relação com a cultura social dos estudantes. Desse modo, no processo de busca por uma solução, os alunos expõem os conhecimentos já adquiridos (espontâneos ou já estruturados) sobre o tema (CARVALHO *et al.*, 1998, p. 15; CARVALHO 2013, p. 11).

Para gerenciamento das ações e planejamento das interações, em um problema experimental, o professor divide os alunos em grupos pequenos, de quatro ou cinco estudantes. Os grupos pequenos facilitam o diálogo e permitem que os alunos possam manipular o material (CARVALHO *et al.*, 1998, p. 40).

Carvalho (2013, p. 11) enfatiza que, na proposição do problema, o professor deve ter o cuidado para não comunicar a solução para os alunos, verbalmente ou por meio de gestos. Qualquer sugestão para a resposta elimina a possibilidade do aluno pensar. Assim como Piaget (2005, p. 16-17) que descreveu a crença sugerida, caracterizada pela sugestibilidade e, que deve ser evitada. O interesse é que a solução seja encontrada por construção dos próprios alunos. Neste sentido, segundo Alrø e Skovsmose (2010, p. 25-26) uma mensagem dúbia pode deixar os alunos confusos ou conduzir para o jogo da

adivinhação, quando o aluno tenta descobrir o que o professor quer dizer ou tem em mente. Nesse jogo, o aluno prioriza a perspectiva do professor em detrimento da sua própria.

Após a apresentação do problema e a distribuição dos materiais, os alunos começam a testar as diferentes maneiras de agir, a fim de chegarem à solução do problema. Nesta segunda etapa, os alunos agirão sobre o objeto para ver como eles reagem. Para os alunos, é o momento de exploração e manipulação do material. Para o professor, é o momento de verificar que todos os alunos tenham a oportunidade de conhecer os objetos que serão utilizados e compreendam a situação-problema proposta.

Familiarizados com o material, os alunos agirão sobre os materiais, agora efetivamente, na busca pela solução do problema. Esta etapa é denominada de “agindo sobre os objetos para obter o efeito desejado” (fazer). Os alunos contarão para o professor o que estão fazendo para encontrar a solução do problema e o professor tem a oportunidade de apresentar contra-argumentos que obriguem os alunos a refazerem mentalmente suas ações (CARVALHO *et al.*, 1998, p. 41).

Nessa rede de colaboração do trabalho grupal, faz-se importante discutir sobre a “ajuda” do professor para o aluno. Novamente, retoma-se a questão da sugestionabilidade, aludida, agora por Macedo: “*o professor deve cuidar para que essa ajuda não leve à sugestionabilidade*”. O trabalho colaborativo, por meio das perguntas ou falas (de professores e colegas), permite ao aluno produzir ou constatar algo que, sozinho, não faria por si mesmo. O que o aluno faz é dele, produto do que ele pensa ou que acredita, do que ele construiu (MACEDO, 2010, p. 108).

Seguindo na organização de uma SEI, após o “fazer” vem o “compreender”, uma vez que resolver o problema não significa que a atividade terminou. As etapas seguintes correspondem a sistematização dos conhecimentos que serão elaborados pelos grupos. (CARVALHO *et al.*, 1998, p. 22).

Por meio da sistematização de um problema experimental, ocorre a passagem da ação manipulativa à ação intelectual. Os alunos contarão para o grande grupo as hipóteses levantadas, tanto as que deram certo como as que deram errado. Em alguns momentos da discussão, as explicações causais e a discussão com os colegas trazem a necessidade por uma palavra ou uma denominação para aquele efeito observado: um significante. O momento é oportuno para o professor apresentar as palavras científicas que faltam no vocabulário dos alunos. Assim, os alunos começam a aprender a “falar de ciência” (CARVALHO, 2013, p. 12-13).



Na etapa denominada “Tomando consciência de como foi produzido o efeito desejado (Como)”, os grupos são desfeitos e os alunos devem ser organizados em um grande círculo. Toda a turma pensará e falará sobre a atividade. Questionados pelo professor, os alunos contam como encontraram a solução da situação-problema e quais foram os procedimentos utilizados (CARVALHO *et al.*, 1998, p. 49).

A disposição dos alunos em círculo ou semicírculo proporciona que a atenção seja deslocada para quem tem a palavra, valorizando quem fala. Aos demais alunos, os que escutam, possibilita que organizem suas próprias ideias e comparem os pontos de vista. Além disso, evita que a discussão fique entre o professor e um ou dois alunos. Esta etapa deve ser respeitada, pois complementa a etapa posterior, a das “explicações causais”. Carvalho e outros autores recomendam que o professor ouça com entusiasmo todos os relatos, assegurando o compromisso com aspectos socioafetivos relacionados com a aprendizagem. (CARVALHO *et al.*, 1998, p. 41).

A etapa das “explicações causais (porque)” é diretamente vinculada à etapa anterior. A discussão prossegue quando o professor questionar o porquê do resultado obtido. Contudo, nem sempre somente pelo “porquê” se obtém, de imediato, uma explicação. O professor deve ouvir com paciência o que seu aluno explica e, em seguida, refazer a pergunta para que ele possa reformular seu argumento. Os autores recomendam que o professor utilize formas de perguntar, como, por exemplo: “Conte-me o que você fez” ou “Explique por que deu certo”, pois, possibilitam que a construção dos conceitos apareça no desenvolvimento das respostas destas questões (CARVALHO *et al.*, 1998, p. 42).

Ao ouvir o aluno, o professor, pacientemente, refaz a pergunta, contra-argumentando e permitindo que a criança avance em sua compreensão. As perguntas devem ter qualidade para o estabelecimento de uma conversa produtiva: *“Mão e cabeça devem andar juntas. Agir sem refletir resume-se a puro ativismo, e reflexão sem ação resume-se a verbalismo”* (ALRO; SKOVSMOSE, 2010, p. 14).

É durante as etapas de reflexão sobre o como - a fase da tomada de consciência de suas próprias ações - e de procura do porquê - fase das explicações causais - que os alunos têm a oportunidade de construir sua compreensão dos fenômenos físicos. E, enquanto contam o que fizeram para o professor e para a classe e descrevem suas ações, vão estabelecendo, em pensamento, as próprias coordenações conceituais, lógico-matemáticas e causais (CARVALHO *et al.*, 1998, p. 22).

Sasseron (2013, p. 43) atenta para o cuidado de não transformar o debate em uma conversa banal. Para isso, o objetivo da atividade precisa estar claro para o professor, ou seja,

que ele saiba as perguntas que devem ser feitas, os problemas a serem propostos, bem como, contra-argumentar os comentários e as informações trazidas pelos estudantes. A autora previne que nem sempre a resposta dos alunos virá em palavras faladas, mas, em alguns casos, na ausência delas, os gestos auxiliarão na expressão das ideias.

Na sexta etapa de uma SEI denominada “Relacionando com o cotidiano”, a conversa pode ser estabelecida por questões como: “Onde vocês veem isso em nosso dia a dia?”. As atividades trabalhadas devem ser relacionadas ao cotidiano físico dos alunos, em situações e exemplos que são familiares para eles e que estejam alinhados às questões que deverão dar suporte para as discussões em grupos. Essas atividades podem ser trabalhadas por meio de coleções de figuras recortadas de revistas, textos, jogos, pequenos vídeos, e/ou simuladores encontrados na Internet. Os textos de contextualização, possibilitam o aprofundamento do trabalho, em especial com anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio (CARVALHO, 2013, p. 17).

Na última etapa “Escrevendo e desenhando”, os alunos são convidados a relatar por meio de texto e/ou desenhos a sua compreensão do que foi trabalhado na atividade. Não trata-se de um relatório-padrão. Recomenda-se que o professor não utilize sequer o quadro para escrever perguntas ou pontos sobre os quais os alunos devem apoiar seu relato, a fim de evitar que caiam nos moldes de um questionário. O relato deve ser espontâneo e individual, o aluno recorrerá aos aspectos que mais lhe chamou a atenção durante a aula. Por isso, devem ser realizados, imediatamente, após os experimentos e as discussões (CARVALHO *et al.*, 1998, p. 43).

Os registros são importantes para as avaliações e reflexões do professor sobre o trabalho desenvolvido, a aprendizagem do aluno, a escrita, a organização das informações, o valor dado ao trabalho em grupo, dentre outros; além de reforçar a relação interdisciplinar com a Língua Portuguesa, como destaca Carvalho *et al.* (1998, p. 24-25).

## 2 AS ATIVIDADES DA SEI

Tomamos como referenciais para a elaboração das atividades deste produto educacional às pesquisas sobre Ensino por Investigação (ALRØ; SKOVSMOSE, 2010; BONGIORNO; SOUZA, 2009; PONTE; BROCARD; OLIVEIRA, 2003; CARVALHO, 2013, 2018; CARVALHO *et al.*, 1998; CARVALHO; SASSERON, 2015, 2008; SEDANO; CARVALHO, 2017). Estas e outras pesquisas contribuem sugerindo atividades que possibilitam aos professores-pesquisadores prever as dificuldades que possam aparecer em uma aula baseada na investigação.

Além da inspiração nos estudos realizados por Piaget e Inhelder (1975): “O desenvolvimento das quantidades físicas nas crianças”, outras referências sustentam a elaboração das atividades que apresentamos: o livro “Ensino de ciências por investigação” (2009), resultante das pesquisas coordenadas Angelina Sofia Orlandi e Dietrich Schiel, membros do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC/USP); os planos de aula do site Nova Escola; os estudos sob organização e autoria da professora Anna Maria Pessoa de Carvalho, em especial, os livros intitulados: “Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula” (2013) e “Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico” (1998).

Embora elaboradas com base nestas referências, foram parametrizadas pelo contexto das turmas, delineadas pelas particularidades e contexto dos alunos envolvidos. Em todas as atividades do produto educacional, descrevemos as possíveis ações do professor, dada a importância do papel de mediação e orientação nestas atividades. Como o trabalho tem por base o método clínico, em concordância com o referencial bibliográfico, considerou-se: a proposição de tarefas, a execução destas pelos alunos, a observação das conversas e das intervenções por parte do professor, e a análise dos registros dos alunos.

Pretendemos que este seja um recurso didático para auxiliar você, professor(a) de Matemática e Física em seus planejamentos. Recomendamos que, durante o trabalho em sala de aula, sejam oferecidas oportunidades para que os alunos participem das dinâmicas argumentativas, tanto em pares quanto com o professor. Sasseron (2013, p. 47), que pesquisa e trabalha com o ensino de Ciências por investigação, discorre sobre a existência de duas grandes esferas necessárias na atuação do professor para o desenvolvimento da argumentação em sala de aula: os *propósitos pedagógicos* e *epistemológicos*. As duas dimensões são híbridas e necessárias para a organização do trabalho e na criação de condições para a alfabetização científica.

## 2.1 UM PANORAMA SOBRE A SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES

Quadro 1 - Sequência de atividades planejadas

<b>ATIVIDADES</b>	<b>CONCEITOS ENVOLVIDOS</b>	<b>OBJETIVOS</b>
Construindo a ideia de densidade	Noções sobre a fluutuabilidade dos corpos.	Perceber a influência do volume na variação da densidade.
A influência da quantidade de água sobre a fluutuabilidade	A fluutuabilidade dos corpos e as variáveis envolvidas	Perceber que a quantidade de água não influencia na fluutuabilidade
O problema do barquinho de alumínio	Relação entre a massa e a dimensão dos objetos, conceitos de equilíbrio e a distribuição uniforme da massa.	Perceber que, para o barco não afundar, é necessário que ele tenha uma superfície plana, parecido com uma balsa, e laterais estreitas, para que caiba o máximo de arruelas possível.
A Densidade e o Mar Morto	O comportamento dos objetos em função de sua densidade e os fatores que influenciam na densidade de um objeto.	Relacionar o comportamento dos objetos inseridos em um fluido com as características do Mar Morto.
Massa e volume	Massa e Volume	Trabalhar os conceitos de massa e volume envolvendo materiais do cotidiano.
O que é volume?	Cálculo do Volume de paralelepípedos.	Relacionar os conhecimentos físicos trabalhados nas atividades anteriores com ideias sobre volume.
O problema do copo	O ar como matéria ocupando espaço	Discutir a existência do ar e do espaço ocupado por ele.

Fonte: Autora (2022)

## 2.2 Atividade: Construindo a ideia de densidade

Esta atividade, envolve as noções sobre a flutuabilidade dos corpos. Tendo como referência o site Nova Escola e Bongiorno e Souza (2009). O intuito é conduzir o aluno a perceber a influência do volume na variação da densidade.

### Materiais necessários

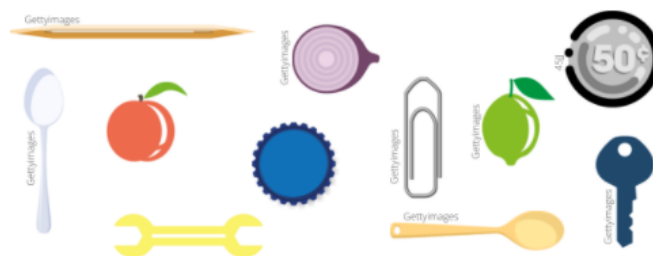
- recipiente transparente com água;
- materiais selecionados (clipes de papel, chave de fenda, tampinha de garrafa, etc.);
- massinha de modelar.

### Desenvolvimento da atividade

Organizados em pequenos grupos, será estabelecida uma conversa inicial com os alunos sobre elementos do cotidiano que utilizam deste princípio em seu funcionamento como navio, submarino, âncora, bóia, colete salva-vidas, etc. Através das perguntas: “Como se comportam os objetos? Você já observou que, quando inseridos em água, os objetos podem ter diferentes comportamentos. Por que isso acontece? Conseguimos encontrar características de objetos que afundam ou flutuam? Vamos ver quem consegue prever o comportamento desses objetos.”

Para inserir os alunos no tema da aula, o professor apresentará os objetos, um recipiente com água será posicionado de modo que todos os alunos consigam visualizá-lo. Na sequência, o professor testará se os objetos (Figura 14) afundam ou flutuam. O último objeto a ser testado será uma bola de massinha de modelar. Esse será o gancho para a próxima etapa.

Figura 1 - Exemplo de objetos que podem ser selecionados



Fonte: Disponível em:

<https://planosdeaula.novaescola.org.br/fundamental/5ano/ciencias/construindo-a-ideia-de-densidade/1806>

Nesta etapa inicial, o diálogo pode ser provocado através de perguntas como: “De que material é feita a tampinha de garrafa? O que acontecerá quando eu inseri-la na água?” Com o objetivo de estabelecer um diálogo, para que os alunos percebam alguma relação entre o volume dos objetos e seu comportamento. Bongiorno e Souza (2009, p. 75) ressaltam que nesta atividade podem surgir várias hipóteses e novos questionamentos relacionados, por exemplo, quanto à forma, ao tamanho, ao peso, à presença de ar etc.

Para a organização e registro dos dados observados, a sugestão é o uso de uma tabela, (tabela 1). No entanto, o aluno deve ter liberdade para escolher outras formas de apresentação para registrar seus dados (BONGIORNO; SOUZA, 2009, p. 77).

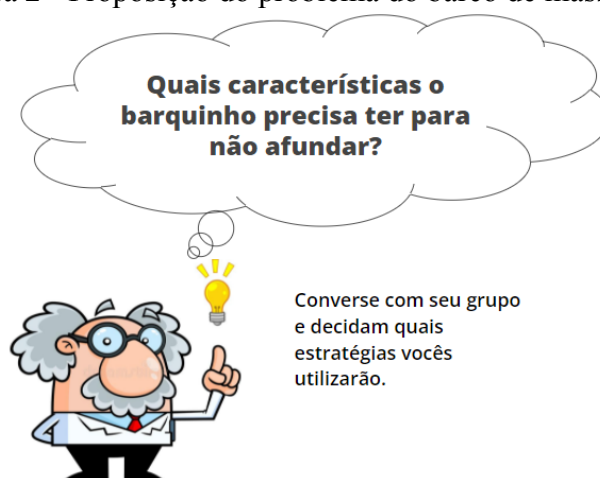
Tabela 1- Registro das observações

Material	Hipóteses Iniciais	Constatação
----------	--------------------	-------------

Fonte: Bongiorno e Souza (2009)

Após perceber o comportamento da bola feita de massinha de modelar quando inserida em água, realizado na etapa anterior, os alunos farão um protótipo de um barco com a mesma massinha de modelar que antes afundou. O professor propõe o seguinte problema: “Como fazer um barquinho de massinha de modelar flutuar?” (Figura 2).

Figura 2 - Proposição do problema do barco de massinha



Fonte: Adaptado do site Nova Escola

O pequeno grupo deverá chegar a um acordo sobre as características que devem ter no protótipo de barco para que ele flutue. Esse é um momento dedicado ao desenvolvimento dos argumentos. Espera-se que os alunos resgatem suas observações e hipóteses sobre o comportamento dos objetos de acordo com suas características, especialmente sobre o volume ocupado por cada objeto.

Em prosseguimento a atividade, o professor passará pelos grupos solicitando aos alunos que contem o que fizeram, quais ações levaram ao êxito e quais fracassaram: “Como vocês construíram o barquinho? Quais estratégias vocês utilizaram para que ele flutue? Precisaram fazer ajustes? Quais?”.

Se o barquinho afundar, as perguntas devem levar o grupo a repensar suas estratégias e modificá-las. É importante que todos os grupos façam com que o barquinho flutue. Dependendo da massa utilizada, o barco só flutuará com o formato semelhante a uma jangada. Diante disso, os alunos devem perceber a possibilidade de modificar a densidade de um objeto modificando apenas seu volume.

Na sequência, os grupos são desfeitos e, em círculo, toda a turma discute o que foi trabalhado na atividade. Resgata-se as características dos barquinhos confeccionados por meio do relato das experimentações realizadas. O que foi preciso ser modificado para que o barquinho flutue e/ou porque um material pode tanto afundar ou flutuar. É o momento de tomar consciência de como foi produzido o efeito desejado.

A discussão toma os caminhos do porquê o experimento funcionou. Os alunos contarão por que um mesmo objeto pode afundar ou flutuar de acordo com seu volume. Essa colaboração possibilitará aos alunos perceberem que o peso não é o único fator que determina a flutuabilidade dos corpos. Que a forma, tem influência desde que o peso seja mantido, como salienta Bongiorno e Souza (2009, p. 78).

Para aproximar as sistematizações da atividade com o cotidiano dos alunos, as tirinhas (figuras 3, 4 e 5) podem realizar encadeamento com os conceitos trabalhados no problema experimental. Na figura 5, por exemplo, os alunos poderão relacionar o fenômeno do experimento com a fórmula matemática de densidade. A ideia de proporção pode ser explorada: a densidade é diretamente proporcional à massa e inversamente proporcional ao volume. O objeto que tiver menor densidade ocupa menor volume e o que ocupar maior volume teria uma menor densidade.

Figura 3 - A densidade da água no estado sólido é menor que no estado líquido: o fato de o gelo flutuar na água.



Fonte: Disponível em: <http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=4&evento=1>.

Figura 4 - A densidade é a relação entre a massa e o volume



Fonte: Página Ciência em Memes do Facebook. Disponível em: <https://www.facebook.com/cienciaemmemes>.

Figura 5 - Experiência entre a unidade de massa e a unidade de volume



Fig.1: Experiência para determinar o valor da densidade de um corpo (representada por d).

Fonte: Máximo e Alvarenga (2006, p. 242).

Por fim, individualmente, os alunos registram seu entendimento sobre a atividade, por meio de textos ou desenhos.



## REFERÊNCIAS

BONGIORNO, V. de F.; SOUZA, C. R. Flutua ou afunda. *In*: SCHIEL, D.; ORLANDI, A. S. **Ensino de ciências por investigação**. São Paulo: Campacta, 2009. p. 75-86.

GÓES, F. B. S. Plano de aula: Construindo a ideia de densidade. **Nova Escola**. [2022]. Disponível em: <https://novaescola.org.br/planos-de-aula/fundamental/5ano/ciencias/construindo-a-ideia-de-densidade/1806>. Acesso em: 20 jan. 2022.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Física**: Ensino Médio - volume 1. São Paulo: Scipione, 2006.

### 2.3 Atividade: A Influência da quantidade de água sobre a flutuabilidade

Em sequência da atividade “Construindo a ideia de densidade”, os alunos avaliarão a flutuabilidade dos corpos e as variáveis envolvidas por meio da experimentação proposta em Bongiorno e Souza (2009, p. 79). Esta atividade proporciona que os alunos percebam que a quantidade de água não influencia na flutuabilidade. Em prosseguimento da atividade anterior, deve ser realizada logo na sequência, na mesma aula.

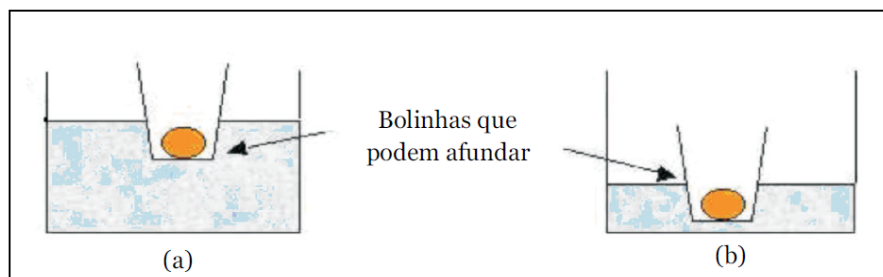
#### Materiais necessários

- a) dois recipientes de água: um totalmente cheio e outro pela metade;
- b) dois copos contendo uma bolinha de massa de modelar dentro.

#### Desenvolvimento da atividade

Os alunos divididos em grupos, terão um dos recipientes cheio de água e outro com pouca água. O professor indica que a massinha ficará dentro do copo. O problema é apresentado: “O que acontece com um copinho contendo uma bolinha de massa de modelar dentro de cada recipiente? Flutua ou afunda?” (Figura 6).

Figura 6 - Testando a influência da quantidade de água na flutuabilidade dos corpos.



Fonte: Bongiorno e Souza (2009, p. 79)

Os alunos perceberão que a quantidade de água não influencia na flutuabilidade. Cabe salientar que os alunos devem ter liberdade para realizar variações na quantidade de água dos recipientes: com o recipiente totalmente cheio de água, com metade do seu volume e/ou com pouca quantidade de água. Assim como outras variações no problema.

Para sistematização do conhecimento, nas discussões com o grande grupo (em círculo, como na atividade anterior) o problema pode ser associado a um aquário ou uma piscina, lugares com maior quantidade de água. O professor pode perguntar: “Se um mesmo objeto que afunda em uma cuba com água também afunda em uma piscina ou em um rio?”.

Espera-se que através das respostas dos alunos a discussão seja aprimorada. Ao retrucar e perguntar o porquê das argumentações, o professor deve aproveitar para propor condições para que os alunos elaborem suas conclusões causais. No final, ocorre o registro por escrito e/ou desenho deste segundo momento da aula.

## **REFERÊNCIAS**

BONGIORNO, V. de F.; SOUZA, C. R. Flutua ou afunda. *In*: SCHIEL, D.; ORLANDI, A. S. **Ensino de ciências por investigação**. São Paulo: Campacta, 2009. p. 75-86.

## 2.4 Atividade: O problema do barquinho

O problema do barquinho é uma das atividades propostas no livro de Carvalho *et al.* (1998, p. 77-85), que envolve aspectos sobre a flutuação dos corpos: a relação entre a massa e a dimensão dos objetos, conceitos de equilíbrio e a distribuição uniforme da massa.

Para solucionar este problema os alunos deverão perceber que para o barco não afundar, é necessário construir uma superfície plana, parecida com uma balsa, e laterais estreitas, para que caiba o máximo de arruelas possível.

### Materiais necessários

- a) folhas de papel alumínio de aproximadamente 30 cm de lado;
- b) arruelas;
- c) um recipiente com água com cerca de 10 cm de profundidade.

Figura 7 - Ilustração dos materiais para o problema do barquinho

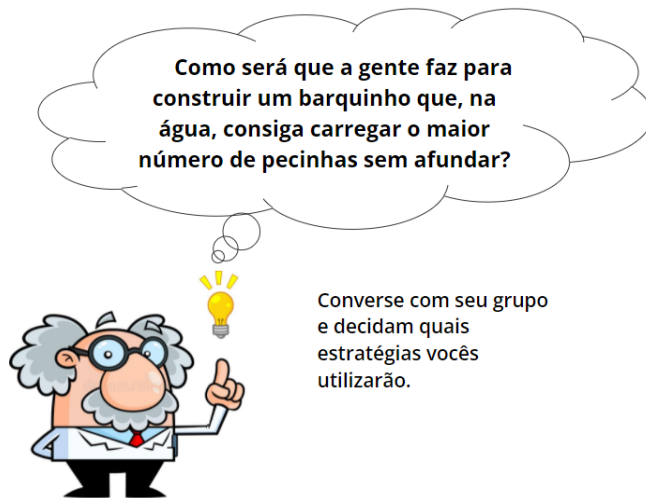


Fonte: Campos *et al.* (2012, p. 7)

### Desenvolvimento da atividade

O problema consiste em construir um barquinho com folhas de papel alumínio e distribuir a massa (arruelas) sob a superfície do barco sem que ele afunde. A aula inicia-se com a apresentação do problema aos alunos: “Como será que a gente faz para construir um barquinho que, na água, consiga carregar o maior número de pecinhas sem afundar?”

Figura 8 - Proposição do problema do barquinho



Fonte: Autora (2022) com base em Carvalho *et al.* (1998)

É possível que a primeira ação dos alunos seja construir um barco com formato tradicional de dobradura (BONGIORNO; SOUZA, 2009; CARVALHO *et al.*, 1998). Contudo, à medida que perceberem que esse formato não resolve o problema, modificam suas ações e estratégias. O professor deve orientá-los a testar outras soluções.

Presume-se que os alunos descubram que os barcos com uma maior área conseguem carregar mais massa. Ao passar pelos grupos, acompanhando o que vem sendo feito, o professor deve solicitar aos grupos que contem o que fizeram, por meio de perguntas que provoquem os alunos: “Como vocês perceberam que o barquinho construído na primeira dobradura afundou? Como vocês acham que deve ser o formato do barquinho? Quais estratégias vocês utilizaram para que ele flutue e ao mesmo tempo carregue o máximo de arruelas? Quantas arruelas foram possíveis colocar nesse novo barco sem que ele afunde?”.

Encontrada a solução, o material será recolhido, os grupos desfeitos e os alunos reorganizados uma roda. Nesta etapa, a discussão com o grande grupo pode ocorrer por meio de perguntas que conduzam os alunos a descreverem suas estratégias para chegar na solução. Tais como: “Como vocês fizeram para construir o barquinho que levava o maior número de peças?”

Do “como” a discussão continua no “porquê”: “Por que, somente quando vocês faziam o barquinho no formato de “canoas quadradas” (conforme Carvalho *et al.* é importante utilizar denominações dos próprios alunos), ele conseguia carregar todas as peças?” O aluno pode responder dizendo que fez no formato quadrado para espalhar bem as arruelas. O

professor por sua vez pergunta: “Por que ao colocar as arruelas de modo distribuído não afunda?” (CARVALHO *et al.*, 1998, p. 81-82).

No fim da discussão em roda, o professor deve conduzir os alunos a retomarem exemplos das suas situações cotidianas com a atividade que realizaram. Como exemplo a utilização de balsas para transportar carros através de rio, canoas para transporte de pessoas, navios, etc.: “Como será que é feito o cálculo para estimar a capacidade de passageiros em um barco?” Os alunos podem recorrer a sites de busca para verificar como esse cálculo é realizado.

As tirinhas (figuras 9, 10 e 11) serão apresentadas como instrumento de sistematização do conceito trabalhado. A intenção é proporcionar a construção de relações com a situação trabalhada.

Figura 9 - Por que o Homem de Ferro afundou?



Fonte: Disponível em: <https://artedafisicapibid.blogspot.com/2020/08/tirinhas-para-o-ensino-de-fisica.html>

Figura 10 - A densidade que determina a flutuação dos corpos não depende somente da massa, mas também do volume em que ela está distribuída.



Fonte: Disponível em: <https://artedafisicapibid.blogspot.com/2020/08/tirinhas-para-o-ensino-de-fisica.html>

Figura 11 - A arca de Noé



Fonte:

<https://artedafisicapibid.blogspot.com/2020/08/tirinhas-para-o-ensino-de-fisica.html>.

Disponível

em:

Após o término da discussão das tirinhas, os alunos registrarão os procedimentos que realizaram, bem como seu entendimento sobre os conceitos trabalhados na atividade.

## REFERÊNCIAS

CAMPOS, B. S. *et al.* Física para crianças: abordando conceitos físicos a partir de situações-problema. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S. l.], v. 34, n. 1, p. 1402-1-15, 2012.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

eHOW CONTRIBUTOR. **Como determinar a capacidade de passageiros de um barco**. 20 nov. 2021. Disponível em: [https://www.ehow.com.br/determinar-capacidade-passageiros-barco-como\\_74748/](https://www.ehow.com.br/determinar-capacidade-passageiros-barco-como_74748/). Acesso em: 14 fev. 2022.

## 2.5 Atividade: Densidade e o Mar Morto

O objetivo desta atividade é relacionar o comportamento dos objetos inseridos em um fluido com as características do Mar Morto. Além dos conceitos envolvidos, o desenvolvimento da atividade possibilitará conhecer que apesar do nome “mar” trata-se de um lago de 1.020 km<sup>2</sup> localizado no Oriente Médio. Essa proposta está disponível no site da Nova Escola. Recomenda-se que esta atividade esteja associada às discussões sobre como os objetos se comportam, em função de sua densidade; quando inseridos em água; e quais fatores influenciam na densidade de um objeto.

### Materiais necessários

- a) dois recipientes;
- b) água da torneira;
- c) sal;
- d) objetos com densidade próxima à da água (caneta, lápis, borracha, etc.);
- e) um medidor de litro;
- f) uma balança.

### Desenvolvimento da atividade

Logo no início, estabelece-se um diálogo para conhecer o que os alunos conhecem ou se já ouviram falar sobre o Mar Morto. As figuras abaixo (figuras 12 e 13) deverão ser discutidas, por meio de questões: “Como é possível a banhista não afundar? O mesmo aconteceria em outros mares que vocês conhecem?”

Figura 12 - Banhista que não afunda no mar morto



Fonte: Disponível em: <http://www.qualviagem.com.br/>.



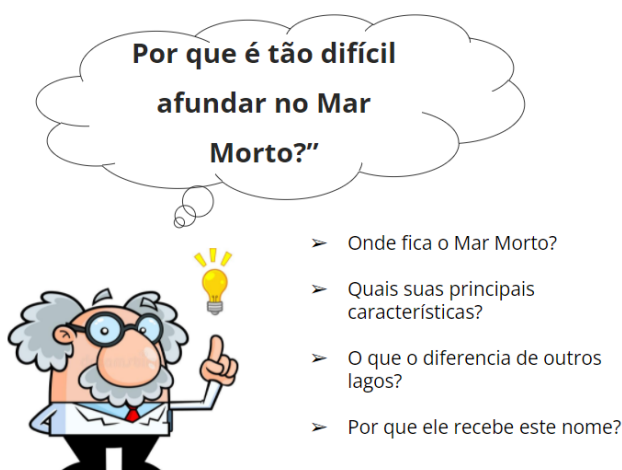
Figura 13 - Densidade dos corpos: empuxo



Fonte: Máximo e Alvarenga (2006, p. 258).

Em seguida, o problema é apresentado aos alunos, que organizados em grupos deverão investigar na internet ou em livros: “Por que é tão difícil afundar no Mar Morto?” (figura 14). O professor acompanhará a pesquisa, orientando para que o registro dos alunos contenha as informações necessárias para o momento posterior da atividade. Os grupos terão liberdade para organizarem o registro das informações pesquisadas.

Figura 14 - Proposição do problema do Mar Morto



Fonte: Adaptado do site Nova Escola

Em uma busca no Google os alunos podem encontrar uma informação como a do quadro seguinte:

## Quadro 2 - Pesquisa no site de busca Google

Os mares e oceanos possuem um nível de sal correspondente a 5% (o equivalente a 35 gramas de sal por litro de água); o grau de salinidade do Mar Morto encontra-se próximo a 35%, ou seja, a aproximadamente 300 gramas de sal por litro de água.

Fonte: Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/>.

Com as anotações da pesquisa realizada, o professor distribui os materiais do experimento para os grupos. O objetivo é construir uma reprodução do Mar Morto e de um mar comum, isto é, um mar com teor de salinidade proporcional ao Mar Morto e um outro que reproduz a salinidade de outros mares e oceanos.

O grupo receberá dois recipientes para encher de água, sal e balanças que ficarão disponíveis para todos realizarem a proporção necessária do sal para a simulação. Com as confecções dos mares prontas, os alunos testarão como os objetos (lápiz, borracha, massinha) se comportam nestas águas.

Na sistematização, os grupos serão desfeitos e os alunos contarão o que observaram nos recipientes e como interpretam as proporções necessárias para a construção das simulações que deveriam fazer. Além de relatar: as diferenças entre essas duas reproduções; como os objetos se comportam; por que é mais fácil flutuar na reprodução Mar Morto; o que aconteceria se colocássemos um peixinho nos dois recipientes; dentre outras questões passíveis para o debate.

Espera-se que os alunos expliquem que a densidade da água salgada é maior, por isso é mais fácil flutuar no mar do que em um rio, por exemplo. Além disso, que percebam que as relações entre “flutuar e afundar” de um objeto com a densidade do líquido em que ele está imerso.

Ao fim do relato dos experimentos e das discussões, o professor convida para que os grupos elaborem o registro de toda a atividade por meio de textos ou desenhos ou como preferirem.

## REFERÊNCIAS

GÓES, F. B. S. Plano de aula: Construindo a ideia de densidade. **Nova Escola**. [2022]. Disponível em: <https://novaescola.org.br/planos-de-aula/fundamental/5ano/ciencias/construindo-a-ideia-de-densidade/1806>. Acesso em: 20 jan. 2022.

## **2.6 Atividade: Massa e volume**

Através desta atividade, os alunos poderão comparar duas propriedades de materiais: massa e volume. Essa proposta está disponível no site da Nova Escola, que sugere experimentos que trabalhem os conceitos de massa e volume envolvendo materiais do cotidiano.

### **Materiais necessários**

- a) 3 copos do mesmo tamanho;
- b) água;
- c) areia;
- d) bolinhas de isopor ou arroz (suficientes para encher os copos);
- e) 1 balança.

### **Desenvolvimento da atividade**

A fim de aproximar os alunos com o tema da aula, o professor apresentará a seguinte situação-problema (figura 15). Os alunos organizados em um grande círculo estabelecerão, com o professor e colegas, uma conversa sobre as possíveis soluções para as perguntas envolvidas no problema: “As bolinhas são iguais em todos os aspectos? Quais características semelhantes elas possuem? Quais diferenças elas apresentam? Quem está correto: João, Marcelo ou Carlos? Por quê? Como você resolveria essa situação?” Outras perguntas podem ser direcionadas a entender o que os alunos entendem por volume e massa.

O professor deve apresentar as perguntas como uma forma de provocar o debate. Contudo, deve também explorar as informações que vão sendo discutidas, deixando os alunos falarem, e colocando estes argumentos em evidência. Além de observar a linguagem corporal dos alunos, que às vezes, na falta das palavras (científicas), buscam outras maneiras de expressar suas ideias (SASSERON, 2013, p. 43).

Figura 15 - Situação-problema sobre massa e volume

João, Marcelo e Carlos estavam brincando com bolinhas de mesmo volume, mas feitas de materiais diferentes.



Bolinha de  
borracha



Bolinha de  
vidro



Bolinha de  
metal

Crédito das imagens  
Gettyimages

Surgiu a seguinte dúvida: Será que as bolinhas têm a mesma massa, já que elas têm o mesmo volume?

João afirmou que, já que todas têm o mesmo volume, elas também devem ter a mesma massa.

Já Marcelo afirmou que as de vidro e metal têm a mesma massa porque são materiais pesados.

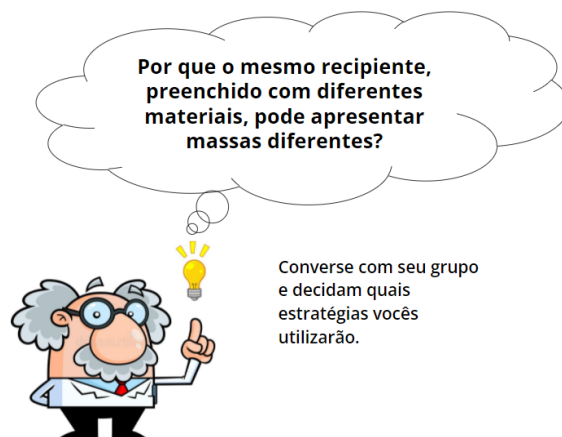
E, por fim, Carlos afirmou que todas têm massas diferentes.

Fonte: Disponível em:

<https://planosdeaula.novaescola.org.br/fundamental/4ano/ciencias/propriedades-dos-materiais-massa-e-volume/1934>.

Em seguida, com os alunos organizados em pequenos grupos, o professor distribuirá os materiais e o problema será proposto (Figura 16).

Figura 16 - Proposição do problema massa e volume



Fonte: Adaptado do site Nova Escola

Os alunos devem explorar os materiais e o professor certificar que todos compreenderam a proposta. Na sequência, os alunos serão orientados a encher os três copos com os diferentes materiais (areia, bolinhas de isopor e água).

Uma balança ficará à disposição dos grupos, para a verificação do peso de cada um dos copos. Estas informações devem ser registradas pelos alunos, o professor pode sugerir o uso de uma tabela. No entanto, os grupos devem ter liberdade para escolher outras formas de

registro. A organização do registro, posteriormente, será avaliada pelo professor. A tabela 2 representa um exemplo de como os alunos podem anotar os resultados.

Tabela 2 - Modelo de tabela para anotações

Copos	Objetos	Massa
Copo 1		
Copo 2		
Copo 3		

Fonte: Disponível em: <https://planosdeaula.novaescola.org.br/fundamental/4ano/ciencias/propriedades-dos-materiais-massa-e-volume/1934>.

Com os dados registrados, os grupos apresentarão as informações encontradas para os demais colegas, comparando os valores com outros grupos. Organizados em um semicírculo, deverão relatar qual material pesou mais e qual pesou menos.

Em seguida, o professor perguntará por que os materiais têm essa diferença de peso, estando todos os materiais em um copo de mesma capacidade. Além disso, será solicitado que argumentem sobre: “Se ter massa e peso são a mesma coisa; se já ouviram falar alguma coisa sobre esse tema; o que pesa mais um quilograma de algodão ou um quilograma de pregos? podemos afirmar, que o peso de um carro é maior do que de uma pessoa?”

A tirinha abaixo é um instrumento para a contextualização do conhecimento envolvido na atividade. “Por que Garfield acredita que perderá peso em um planeta de gravidade menor? O que isso significa? Seria possível perder peso sem perder massa?”.

Figura 17 - Tirinha do Garfield



Fonte: Disponível em: <http://clubes.obmep.org.br/blog/probleminha-peso-x-massa/>.

Ao final da atividade, solicita-se aos alunos o registro, por escrito e/ou desenho, dos procedimentos utilizados, do desenvolvimento da atividade, a sua compreensão das ideias trabalhadas na atividade.

## REFERÊNCIAS

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. *In*: CARVALHO, A. M. P (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

VILALTA, Elisa Greenhalgh. Plano de aula: Propriedades dos materiais: Massa e Volume. **Nova Escola**. [2022]. Disponível em: <https://planosdeaula.novaescola.org.br/fundamental/4ano/ciencias/propriedades-dos-materiais-massa-e-volume/1934>. Acesso em: 7 fev. 2022.

## 2.7 Atividade: O que é volume?

Esta atividade tem o intuito de relacionar os conhecimentos físicos trabalhados nas atividades anteriores com ideias sobre volume e capacidade do paralelepípedo retângulo. Toma-se como referência a produção didático-pedagógica de Silva (2013, p. 10) e de atividades de planos de aula do site Nova Escola com algumas adaptações que atendem a nossa proposta. O problema da atividade é relacionar o cálculo do volume de um paralelepípedo com o espaço interno de uma caixa de fósforo.

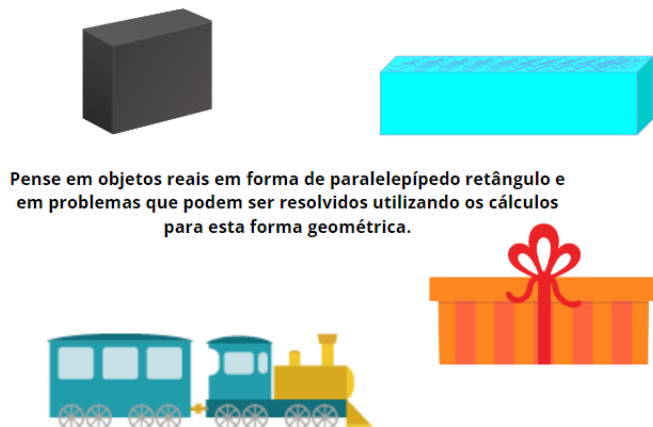
### Materiais necessários

- a) caixinhas de fósforo;
- b) cubos de  $1\text{ cm}^3$ ;
- c) régua.

### Desenvolvimento da atividade

Inicia-se uma conversa com o grande grupo de alunos a fim de contextualizá-los na aula, solicitando por exemplo, que indiquem objetos reais que tenham a forma de paralelepípedos retângulos. Espera-se que os alunos descrevam as dimensões e características do paralelepípedo retângulo. Contudo, a palavra paralelepípedo pode parecer como novidade para alguns dos alunos. O professor pode explorar o que os alunos entendem sobre volume e capacidade, ao propor que tragam situações reais de aplicação do cálculo do volume e da capacidade de um paralelepípedo retângulo ou de um cubo.

Figura 18 - Exemplos de objetos com a forma de paralelepípedo



Fonte: Disponível em:  
<https://novaescola.org.br/planos-de-aula/fundamental/8ano/matematica/problemas-de-volume-e-capacidade/1773>.

A estratégia envolvida nesta conversa inicial é tomar as referências prévias dos alunos sobre o assunto que será trabalhado. Essas informações organizarão o trabalho do professor e serão o alicerce para as interações discursivas que ocorrerão no decorrer das etapas da atividade. Trata-se de uma das ações epistemológicas que envolvem o trabalho científico, segundo Sasseron (2012, p. 50).

Com os alunos organizados em grupos, a atividade inicia-se pela proposição do problema: “Organizem os cubinhos dentro da caixinha de modo que não fique nenhum espaço entre eles. Quantos cubinhos couberam? Vocês sabem a ideia (palavra) envolvida nesse problema?”. Espera-se que a palavra volume apareça nas explicações dos alunos.

Figura 19 - Volume da gavetinha de uma caixa de fósforos



Fonte: Silva (2013)

Em um segundo momento, os grupos realizarão dimensionamento da gavetinha de caixa de fósforos por meio de réguas, registrando as seguintes informações: “Qual é o seu comprimento? Qual é a sua largura? Qual é a sua altura? Qual é o seu volume?”.

Após esse levantamento das medidas, os grupos deverão discutir e elaborar um registro sobre as questões: “Como podemos calcular o volume de qualquer de objetos com esse formato igual ao da caixinha? Como vocês acham que podemos calcular o volume de qualquer cubo?” Espera-se que eles cheguem a uma conclusão que o mesmo cálculo do volume da caixinha pode ser usado para calcular paralelepípedos e cubos.

Na terceira etapa da atividade, os grupos deverão preencher os espaços em branco da tabela a seguir, que traz as dimensões de paralelepípedos:



Tabela 3 - Dimensões e volume de paralelepípedos

Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )
5	2	3	
11		5	110
	3	5	105
13		10	650
			60

Fonte: Silva (2013, p. 12).

Em um grande círculo os alunos irão contar como preencheram a tabela 3, e se conseguiram perceber um padrão que define o valor do volume em paralelepípedos.

Na sistematização do conhecimento outros problemas serão propostos e discutidos entre os grupos. Por fim, os grupos, registrarão suas percepções sobre a aula, anexando a tabela 3 e as conclusões sobre as situações-problema propostas. Como:

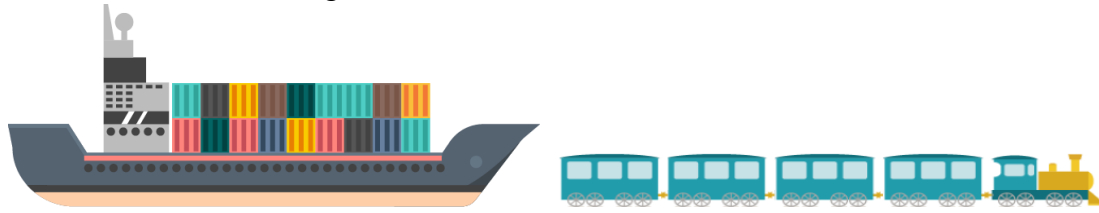
*Um salão de festas tem o formato de bloco retangular e possui as seguintes dimensões: 25 m de comprimento, 20 m de largura e 4 m de altura. Como podemos calcular o volume do bloco retangular? Quanto de massa de ar podemos colocar nesse salão, sabendo-se que 1m<sup>3</sup> de ar tem aproximadamente uma massa de 1,3 Kg? Por que utilizamos a unidade cúbica no cálculo do volume? Adaptado de Silva (2013, p. 13).*

*Um determinado veículo tem o tanque de combustível no formato retangular com as seguintes dimensões: 0,25 m x 0,50 m x 0,40 m. Como podemos calcular o volume do tanque de combustível? Volume e capacidade são a mesma coisa? Sabendo que 1 m<sup>3</sup> é equivalente a 1000 litros, qual é a capacidade em litros desse tanque? Adaptado de Silva (2013, p. 15).*

*Um reservatório de água de uma determinada residência tem o formato de bloco retangular e possui as seguintes dimensões: 1,25 m de comprimento; 1 m de largura e 0,80 m de altura. Como podemos calcular o volume em m<sup>3</sup> do bloco retangular. Quantos litros de água podemos colocar em um bloco como este? Adaptado de Silva (2013, p. 16).*

*Um navio cargueiro transporta 200 contêineres de produtos diversos, num volume total de 6.600 m<sup>3</sup>. Sabendo-se que estes contêineres serão transportados por via férrea em trens com vagões de dimensões 20,0m x 3,0m x 5,5m, quantos vagões do trem serão necessários para transportar esta carga de contêineres do navio? (Site NOVA ESCOLA).*

Figura 20 - Problema do navio e do trem



Fonte: Disponível em:  
<https://novaescola.org.br/planos-de-aula/fundamental/8ano/matematica/problemas-de-volume-e-capacidade/1773>

## REFERÊNCIAS

ESCOBAR, F. C. Plano de aula: Problemas de volume e capacidade. **Nova Escola**, [2022]. Disponível em:  
<https://novaescola.org.br/planos-de-aula/fundamental/8ano/matematica/problemas-de-volume-e-capacidade/1773>. Acesso em: 25 set. 2022.

SILVA, C. A. T. A resolução de problemas no cálculo de volumes. *In*: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**: produções didático-pedagógicas. Curitiba: SEED/PR., 2011. v. 1. (Cadernos PDE). ISBN 978-85-8015-075-9.

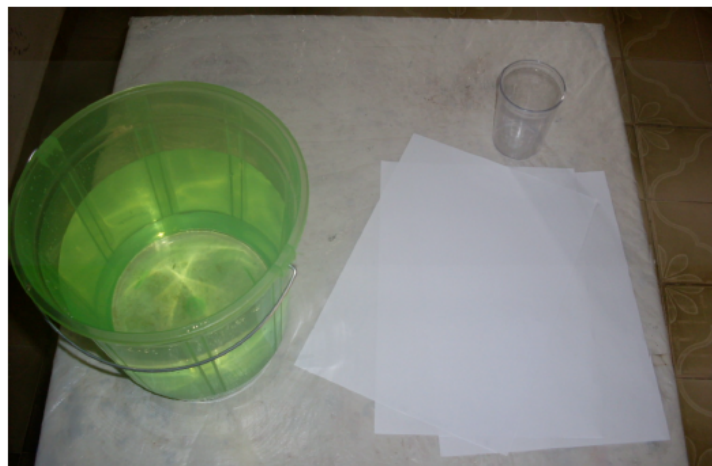
## 2.8 Atividade: O problema do copo

Neste problema experimental (CARVALHO *et al.*, 1998, p. 58), o ar aparece como matéria, preenchendo um espaço que parece vazio. O objetivo é discutir a existência do ar e do espaço ocupado por ele. O aluno terá que colocar uma bola de papel no fundo de um copo e afundá-la dentro de uma bacia contendo água, sem deixar o papel molhar.

### Materiais necessários

- a) um copo de plástico transparente e rígido;
- b) um recipiente transparente com água com profundidade para que os copos fiquem totalmente submersos;
- c) diversas folhas de papel (sulfite ou pedaços de jornal velho);
- d) corante para tingir a água.

Figura 21 - Materiais para o problema do copo

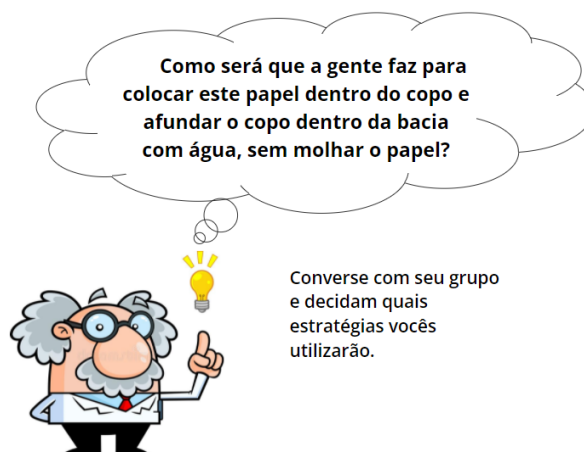


Fonte: Campos *et al.* (2012, p. 7).

### Desenvolvimento da atividade

Com os materiais entregues aos grupos, o professor apresenta o problema (Figura 22). Em sequência, deve-se certificar que todos do grupo estão tendo a oportunidade de manipular os materiais e se entenderam o problema.

Figura 22 - Proposição do problema do barquinho



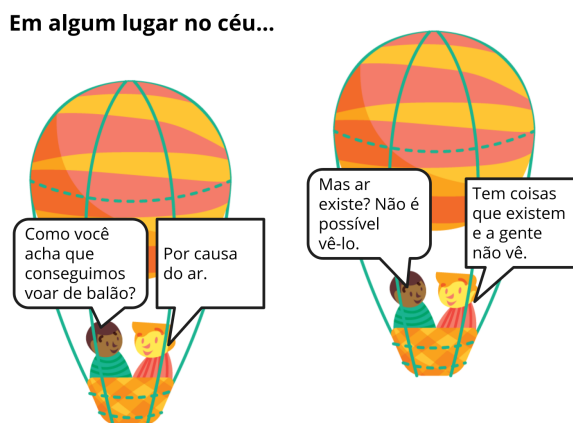
Fonte: Autora (2002) com base em Carvalho *et al.* (1998)

Espera-se que os grupos descubram que o copo deve ser mergulhado verticalmente e com a boca para baixo. O ar ocupará o espaço dentro do copo e assim, não deixará a água atingir o papel. Se inclinarem o copo, o ar sairá e consequentemente o papel será molhado (CARVALHO *et al.*, 1998, p. 58-60).

Alcançada a solução, desfeitos os grupos e reorganizados em um grande círculo os alunos devem contar como resolveram o problema e explicar o porquê acreditam que o papel não molhou quando mergulhado da maneira como fizeram.

Na busca pelas explicações causais, a provocação da argumentação pode partir das perguntas: “Como é possível provar a existência do ar, uma vez que não é possível vê-lo? Se ocupa lugar no espaço, o ar tem massa? E peso, o ar tem peso?” A situação da (Figura 23) pode dar condições para os alunos relacionarem as ideias envolvidas na atividade com o funcionamento de um balão.

Figura 23 - Imagem para atividade de sistematização e contextualização



Fonte: Disponível em:  
<https://planosdeaula.novaescola.org.br/fundamental/7ano/ciencias/atmosfera-o-ar-que-nos-cerca/1923>.

Após a discussão, deve ocorrer o registro dos alunos dos procedimentos e entendimentos sobre a atividade.

## REFERÊNCIAS

CAMPOS, B. S. *et al.* Física para crianças: abordando conceitos físicos a partir de situações-problema. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S. l.], v. 34, n. 1, p. 1402-1-15, 2012.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ciências no ensino fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 1998.

GOMES, Ana Luiza Mendes. Plano de aula: Atmosfera - O ar que nos cerca. **Nova Escola**. [2022]. Disponível em:  
<https://planosdeaula.novaescola.org.br/fundamental/7ano/ciencias/atmosfera-o-ar-que-nos-cerca/1923>. Acesso em: 11 fev. 2022.

## REFERÊNCIAS

- ALRØ, H.; SKOVSMOSE, O. **Diálogo e aprendizagem em educação matemática**. Tradução de Orlando Figueiredo. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2010.
- ARTIGUE, M. Ingénierie Didactique. **Recherches en didactique des mathématiques**, Paris, v. 9, n. 3, p. 281-308, 1988.
- BONGIORNO, V. de F.; SOUZA, C. R. Flutua ou afunda. *In*: SCHIEL, D.; ORLANDI, A. S. **Ensino de ciências por investigação**. São Paulo: Compacta, 2009. p. 75-86.
- CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ciências no ensino fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 1998.
- CARVALHO, A. M. P. O Ensino de Ciências e a proposição de Sequências de Ensino Investigativas. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 01-20.
- CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 18, n. 3, dez. 2018.
- CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Ensino de física por investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino investigativas. **Ensino em Re-Vista**, Uberlândia, v. 22, n. 2, p. 249-266, jul./dez. 2015.
- MACEDO, L. de. **Ensaaios construtivistas**. 6. ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2010.
- MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 43, out. 2021.
- MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, [S. l.], v. 32, n. 94, 2018. Disponível em: 10.1590/s0103-40142018.3294.0006. Acesso em: 11 jan. 2022.
- PEREIRA, M. V.; MOREIRA, M. C. do A. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 34, n. 1, p. 265-277, abr. 2017.
- PIAGET, J.; INHELDER, B. **O desenvolvimento das quantidades físicas nas crianças**. Tradução de Christiano Monteiro Oiticica. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.
- PIAGET, J. **A representação do mundo na criança**: com o concurso de onze colaboradores. Tradução de Adail Ubirajara Sobral. 5. ed. Aparecida, SP: Ideias & Letras, 2005.
- PONTE, J. P.; BROCARDO, J. OLIVEIRA, H. **Investigações matemáticas na sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2003
- SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 41-61.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. C. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SEDANO, L.; CARVALHO, A. M. P. de. Ensino de ciências por investigação: oportunidades de interação social e sua importância para a construção da autonomia moral. **Alexandria: Revista de Educação Científica e Tecnológica**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 199-220, maio 2017.

VERGNAUD, G. A explicação é algo diferente da conceitualização?. Traduzido por Camila Rassi, com revisão de Luca Rischbieter, Maria Lucia Faria Moro e Maria Tereza Carneiro Soares do original em francês. (VERGNAUD, G. L' explication est-elle autre chose que la conceptualisation? (2002). *In*: SAADA-ROBERT, M. (éd.). **Expliquer et comprendre en Sciences de l'Éducation**, p. 31-44. Louvain-la Neuve: De Boeck Supérieur. Disponível em: <https://vergnaudbrasil.com/textos/>. Acesso em: 19 abr. 2022.