



# MUDANÇAS de ESTADO FÍSICO

Guião Didáctico para Professores

Isabel P. Martins  
Maria Luísa Veiga  
Filomena Teixeira  
Celina Tenreiro-Vieira  
Rui Marques Vieira  
Ana V. Rodrigues  
Fernanda Couceiro





# MUDANÇAS de ESTADO FÍSICO

Guião Didáctico para Professores

Ministério da Educação 

**dgide**  
Direcção-Geral de Inovação  
e de Desenvolvimento Curricular

Isabel P. Martins  
Maria Luísa Veiga  
Filomena Teixeira  
Celina Tenreiro-Vieira  
Rui Marques Vieira  
Ana V. Rodrigues  
Fernanda Couceiro



Biblioteca Nacional - Catalogação Nacional

Explorando... mudanças de estado físico : guião didáctico para professores / Isabel P. Martins... [et al.]. - (Ensino Experimental das Ciências ; 6)  
ISBN 978-972-742-265-4

I - Martins, Maria Isabel Tavares Pinheiro, 1948-

CDU



**Colecção Ensino Experimental das Ciências**

Explorando... mudanças de estado físico

1ª Edição - (2008)

**Editor**

Ministério da Educação

Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular

**Autores**

Isabel P. Martins, Maria Luísa Veiga, Filomena Teixeira, Celina Tenreiro-Vieira,  
Rui Marques Vieira, Ana V. Rodrigues e Fernanda Couceiro

**Consultores Científicos**

Vitor M. S. Gil e Isabel Sofia Rebelo

**Design**

Manuela Lourenço

**Paginação**

Olinda Sousa

**Execução gráfica**

Tipografia Jerónimus Lda

**Tiragem**

7500 Ex.

**Depósito Legal**

**ISBN**

978-972-742-265-4

# Introdução

	Enquadramento Curricular	9
	Finalidade das Actividades	10
	Enquadramento Conceptual	11
	Actividades	15
<b>A</b>	Explorando... O efeito da temperatura na mudança de estado físico	16
<b>B</b>	Explorando... A inversão dos processos de solidificação e de fusão no caso da água	23
<b>C</b>	Explorando... A solidificação da água quando nela se dissolvem outras substâncias	30
<b>D</b>	Explorando... Factores que influenciam o tempo de fusão do gelo	35
<b>E</b>	Explorando... Factores que influenciam a rapidez da evaporação da água	49
<b>F</b>	Explorando... O ciclo da água	60
	Recursos	64
	Aprendizagens esperadas	65
	Sugestões para avaliação de aprendizagens	67
	<b>ANEXOS</b> Caderno de Registos para Crianças	



# Introdução

## Sobre o Livro

O presente livro faz parte da **Colecção “Ensino Experimental das Ciências”**, um conjunto de textos concebidos para apoiar um programa de formação de professores com vista à generalização do ensino experimental das Ciências no 1º Ciclo EB. Trata-se, portanto, de um conjunto de textos produzidos especificamente para este fim, baseados em trabalhos de investigação em Educação em Ciências para os primeiros níveis de escolaridade desenvolvidos pelos autores e em muitos outros produzidos a nível internacional, com particular destaque para os últimos anos.

A Colecção “Ensino Experimental das Ciências” está organizada em volumes, dos quais o primeiro assume uma abordagem teórica dos princípios em que assentam abordagens inovadoras de ensino das Ciências nos primeiros anos de escolaridade e, em particular, os fundamentos, as características e o tipo de trabalho prático possível de desenvolver com as crianças.

Os volumes seguintes, os **Guiões Didácticos para Professores**, estão organizados numa lógica temática abordando, cada um deles, um tópico relevante do Currículo Nacional e do Programa do 1º Ciclo EB. Trata-se, pois, de uma Colecção de formato aberto a qual poderá ir sendo acrescentada com novos volumes.

## Destinatários

A Colecção está organizada num formato apropriado para professores (as) do 1º Ciclo do Ensino Básico que pretendam melhorar as suas práticas sobre o ensino das Ciências de base experimental. Daí a opção por uma orientação de didáctica das Ciências, apoiada na integração de

conhecimento de conteúdo e de conhecimento didáctico específico para os primeiros anos de escolaridade. No entanto, a obra poderá interessar a outros públicos, por exemplo, futuros (as) professores (as) do 1º Ciclo EB nos anos terminais da sua formação inicial, alunos de pós-graduação e ainda autores de recursos didácticos.

## Estrutura do Livro

Este livro é um Guião Didáctico para Professores do 1º Ciclo EB, intitula-se "**Explorando... mudanças de estado físico**" e pretende ser uma base de apoio ao ensino do tema mudanças de estado físico, de cariz experimental.

As Actividades propostas poderão ser exploradas do 1º ao 4º anos de escolaridade, de acordo com o desenvolvimento cognitivo das crianças e ser abordadas pela ordem considerada mais apropriada pelo(a) professor(a).

O livro está organizado em duas partes: o **Guião Didáctico**, propriamente dito, destinado a ser usado por professores(as), e o **Caderno de Registos**, para uso das crianças no acompanhamento das actividades propostas (fotocopiável conforme o número de utilizadores). Neste Caderno as crianças irão registar as suas ideias prévias, a planificação das actividades que farão com o auxílio do(a) professor(a), os dados recolhidos durante a realização dos ensaios e as conclusões construídas a partir dos dados, tendo em conta as questões-problema iniciais.

A organização do Guião Didáctico, equivalente para todos eles, embora salvaguardando as especificidades próprias de cada tema, está estruturada nas seguintes secções:

- **Enquadramento curricular**, justificando a pertinência do tema segundo o Currículo Nacional do Ensino Básico (ME, 2001) e o Programa do 1º Ciclo EB (ME, 1990; 2004);
- **Finalidade das Actividades**, explicitando o que se pretende que as crianças alcancem, globalmente, com a realização das actividades propostas;

- **Enquadramento conceptual**, clarificando o conhecimento de conteúdo que os professores do 1º Ciclo EB deverão ter sobre o tema, de modo a poderem conduzir as tarefas e apoiar as crianças na exploração das suas ideias prévias. Não se trata, evidentemente, de conhecimento apenas de conteúdo próprio para o 1º Ciclo EB, mas constitui aquilo que deve ser o nível de conhecimento mínimo dos professores;
- **As Actividades**, estruturadas em subtemáticas que vão ser objecto de exploração experimental. As actividades apresentam-se organizadas segundo um formato facilitador do trabalho dos alunos e professor(a): propósitos da actividade, contexto de exploração e metodologias de desenvolvimento.

Cada actividade engloba uma ou mais questões — problema formuladas numa linguagem próxima da das crianças, as quais são objecto de exploração experimental individualmente ou em grupo, conforme decisão do(a) professor(a). As actividades do tipo investigativo estão estruturadas de modo a que as crianças compreendam o que é um ensaio controlado; saibam prever factores que poderão afectar, no caso particular em estudo, o valor da variável a medir; sejam capazes de distinguir dados de uma observação, sua interpretação e conclusões a extrair; confrontem resultados obtidos com previsões feitas e percebam os limites de validade da conclusão de cada um dos ensaios realizados.

- **Recursos didácticos**, equipamentos e dispositivos duradouros e materiais consumíveis necessários para a realização do conjunto das actividades propostas (as quantidades dependerão do número de ensaios a realizar, a decidir pelo(a) professor(a));
- **Aprendizagens esperadas**, do domínio dos conceitos, processos e atitudes, que as actividades, no seu conjunto, poderão ajudar os(as) alunos(as) a envolver-se, com vista ao desenvolvimento de competências preconizadas no Currículo Nacional do Ensino Básico;
- **Sugestões para avaliação das aprendizagens**, exemplificando questões às quais os (as) alunos (as) deverão ser



capazes de responder de forma adequada, após a realização das actividades propostas. Embora estejam apresentadas na parte final do livro, tal não significa que o(a) professor(a) deva deixar a sua exploração para o fim do tema.

Ao longo do Guião Didáctico, particularmente na metodologia de exploração das actividades, utiliza-se sinalética própria orientadora de tarefas a realizar pelas crianças (anotações, previsões, conclusões), de cuidados a ter com a manipulação de instrumentos e materiais e procedimentos a seguir, conforme se ilustra:



Anotar no caderno de registos



Fazer previsões



Elaborar conclusão/síntese



Condições de segurança

# Explorando...

## MUDANÇAS de ESTADO FÍSICO

### Enquadramento Curricular

A temática geral dos materiais (em sentido amplo) é largamente mencionada no Currículo Nacional do Ensino Básico (ME, 2001) no que respeita ao 1º Ciclo, quando define, como objectivos, *a observação da multiplicidade de formas, características e transformações que ocorrem nos materiais, a explicação de alguns fenómenos com base nas propriedades dos materiais e, ainda, a realização de actividades experimentais simples, para identificação de algumas propriedades dos materiais, relacionando-os com as suas aplicações.*

Também no Programa do 1º Ciclo EB (ME, 1990; 2004) se podem encontrar referências a fenómenos de mudanças de estado das substâncias, em particular da água, definindo-se como objectivos:

- *Reconhecer e observar fenómenos de condensação (nuvens, nevoeiro, orvalho) e de solidificação (neve, granizo, geada);*
- *Realizar experiências que representem fenómenos de evaporação, de condensação e de solidificação;*
- *Observar os efeitos da temperatura sobre a água (ebulição, evaporação, solidificação, fusão e condensação).*

Em sentido mais amplo, os estados físicos dos materiais e os fenómenos de mudanças de estado são ainda valorizados no Programa quando este refere, como objectivos:

- *Classificar os materiais em sólidos, líquidos e gasosos, segundo as suas propriedades;*
- *Observar o comportamento dos materiais face à variação da temperatura (fusão, solidificação, dilatação, ...);*
- *Realizar experiências que envolvam mudanças de estado.*

À clara explicitação curricular do tema “Mudanças de estado físico das substâncias” acresce a importância que estes fenómenos têm no quotidiano e com os quais as crianças contactam desde muito cedo. Salienta-se que as mudanças de estado físico são frequentemente consideradas como “transformações de substâncias”, quando, na verdade, queremos referir “outras formas da mesma substância” e não “conversão de umas substâncias noutras”. É, pois, necessária uma atenção especial para que não seja reforçada a ideia prévia de algumas crianças de que, por exemplo, gelo é uma substância diferente de água líquida. Estas e outras preocupações devem estar presentes nos primeiros anos de escolaridade, ainda que aí prevaleça uma abordagem macroscópica, mais descritiva do que interpretativa.



## Finalidade das actividades

- Identificar estados físicos de diferentes amostras de materiais;
- Compreender que um material (em particular, a água) se pode apresentar em estados físicos diferentes (sólido, líquido e gasoso), que podem ser convertíveis uns nos outros através de alterações nas condições (em especial, a temperatura);
- Identificar factores que poderão influenciar a rapidez com que as mudanças de estado podem ocorrer.



## Enquadramento Conceptual

O estado físico das “coisas” materiais é, desde muito cedo, percebido pelas crianças, embora de forma pouco consciencializada: objectos/materiais sólidos e líquidos bem visíveis e, mesmo, “coisas” gasosas, cuja existência se manifesta de várias maneiras (bolhas de gás de uma bebida, o ar que respiramos, o gás dos balões de festa, ...). Já o facto de uma mesma substância poder existir em diferentes estados físicos, conforme as condições do meio, é uma aquisição mais tardia, normalmente já em contexto escolar. E, mesmo aqui, permanece o risco, já acima mencionado, de se tomar a mudança de estado como uma transformação da substância noutra. A água é, por várias razões, um exemplo de excelência e uma delas é tratar-se de uma das poucas substâncias que podem coexistir nos três estados físicos nas condições ambientais correntes na Terra. De tal forma este é, também, um exemplo tão familiar às crianças que, facilmente, as conduz a que associem o estado líquido de uma dada amostra à presença de água.

A compreensão do estado físico de uma substância implica o conhecimento das suas unidades estruturais e das interações/forças entre elas. Uma substância, qualquer que seja o estado físico em que se encontre, tem sempre as mesmas unidades estruturais, sejam elas átomos (por exemplo, no caso dos metais), moléculas (por exemplo, no caso da água, do álcool etílico ou da sacarose) ou iões (por exemplo, o par de iões no caso do cloreto de sódio).

A mudança de estado ocorre quando, normalmente por aquecimento ou arrefecimento, há alterações nas ligações entre unidades estruturais (ligações intermoleculares, no caso dessas unidades serem moléculas). Com o aquecimento de um sólido molecular, como o gelo, por exemplo, a agitação das moléculas aumenta e algumas das ligações entre elas são enfraquecidas, obtendo-se água líquida, em que a mobilidade molecular é maior. Por sua vez, o aquecimento do líquido é acompanhado da destruição de ligações intermoleculares e

formação de um gás (vapor de água, neste caso) em que a mobilidade molecular é máxima, ficando as moléculas, em média, mais afastadas umas das outras.

Em regra, a passagem de sólido a líquido ocorre com (ligeiro) aumento de volume (o contrário acontece no caso da água, dada a estrutura aberta do próprio gelo). A passagem de líquido a gás ocorre, invariavelmente, com um grande aumento de volume, em linha com o maior afastamento entre as moléculas.

É a maior mobilidade corpuscular de um líquido, em comparação com o respectivo sólido, que explica o facto de o líquido se adaptar à forma do recipiente onde está colocado. É a maior mobilidade corpuscular de um gás que explica que ele se difunda livremente por todo o espaço disponível.

É através das distâncias médias entre as unidades estruturais que é possível compreender a diferente compressibilidade: os sólidos são praticamente incompressíveis (o que não deve ser confundido com materiais que contêm ar no seu interior, como, por exemplo, a esferovite e certas espumas); os líquidos são muito ligeiramente compressíveis (veja-se o que acontece quando se aperta o êmbolo de uma seringa contendo água, cuja extremidade se tapa com um dedo); os gases são bastante compressíveis, isto é, podem reduzir apreciavelmente o seu volume quando a pressão aumenta.

Do ponto de vista macroscópico (aquele em que os fenómenos se apreciam ao nível do 1º Ciclo EB), nem sempre é fácil decidir se uma amostra se encontra no estado líquido ou sólido, quer porque se espalha sobre uma superfície ou se adapta ao recipiente onde está contido (como é o caso dos sólidos pulverizados), quer porque apresenta uma textura viscosa (como é o caso do mel), o que remete frequentemente as crianças para uma classificação "entre o sólido e o líquido". Assim, pode tomar-se como critério macroscópico de classificação do estado líquido o facto de os materiais serem passíveis de formar gotas.

Analisando, agora, as mudanças de estado de um ponto de vista energético, a ruptura de ligações (neste caso

intermoleculares) é sempre um processo endoenergético, pelo que a fusão e a ebulição ocorrem com consumo de energia, embora na mudança de estado a temperatura se mantenha constante. Concretizando para o caso da água, a ebulição só se mantém se a amostra de água for aquecida, embora não haja aumento de temperatura durante a ebulição (caso não exista sobreaquecimento). Também a fusão de uma amostra de gelo ocorre com consumo de energia, apesar de a água líquida obtida ficar à mesma temperatura que o gelo quando inicia a fusão.

Os fenómenos inversos — condensação e solidificação — são exoenergéticos, isto é, ocorrem com libertação de energia. É por esta razão que uma queimadura com vapor de água a  $100^{\circ}\text{C}$ <sup>1</sup> é mais intensa do que com água líquida à mesma temperatura, visto que, no contacto do vapor com a pele, a primeira coisa que acontece é a condensação (com libertação de energia para a pele), ficando nela a água líquida ainda à temperatura de  $100^{\circ}\text{C}$ .

A temperatura a que cada substância muda de estado físico é, em geral, dependente da pressão a que a amostra está submetida. No caso da água em contacto com o ar, à pressão atmosférica normal (pressão ao nível do mar, altitude zero), a temperatura de solidificação (que coincide com a temperatura de fusão do gelo) é  $0^{\circ}\text{C}$ , e a temperatura de ebulição é  $100^{\circ}\text{C}$ . Na verdade, estas temperaturas de  $0^{\circ}\text{C}$  e  $100^{\circ}\text{C}$  foram definidas justamente a partir das mudanças de estado da água. Significa isto que, à pressão normal, a água está no estado sólido abaixo de  $0^{\circ}\text{C}$  e no estado gasoso acima de  $100^{\circ}\text{C}$ . Para valores de temperatura entre 0 e  $100^{\circ}\text{C}$ , e desde que exista contacto com a atmosfera, ocorre uma transferência recíproca de moléculas de água da fase líquida para a fase gasosa, coexistindo água nos estados líquido e gasoso, sendo tanto maior a componente gasosa quanto mais altos forem os valores da temperatura. Por esta razão e, também, porque a pressão de um gás aumenta com a temperatura, a pressão de vapor de água em equilíbrio

---

<sup>1</sup> Deverá ler-se grau Celsius.

com a água líquida é uma função crescente da temperatura. É também devido a este equilíbrio líquido — gás, o qual acontece na superfície do líquido, que a evaporação ocorre para todos os valores da temperatura, e que se justifica a existência de água no estado gasoso na atmosfera.

À medida que a temperatura da água líquida aumenta, a pressão de vapor vai aumentando e quando esse valor atinge o valor da pressão exterior, a água entra em ebulição: a pressão de vapor é suficiente para que surjam bolhas de vapor de água no interior do líquido, as quais ascendem à superfície do líquido e rebentam. Para uma pressão exterior normal, a água atinge esse valor a  $100^{\circ}\text{C}$ . Se a pressão exterior aumentar (como no caso da panela de pressão), então a pressão de vapor da água só atinge esse valor a uma temperatura superior. A água entra em ebulição (ferve) acima de  $100^{\circ}\text{C}$  (a cozedura dos alimentos na panela de pressão é mais rápida porque dentro dela se atinge uma temperatura mais elevada do que na panela à pressão normal). Claro que quando a pressão exterior diminui (como, por exemplo, no cimo de uma montanha), a ebulição da água acontece a uma temperatura inferior a  $100^{\circ}\text{C}$  (a cozedura dos alimentos demora, então, muito mais tempo).

O estado físico que um material pode apresentar é, portanto, função da temperatura e pressão a que se encontra. Note-se, contudo, que existem muitos materiais sólidos ou líquidos à temperatura ambiente e pressão normal que, quando são aquecidos à mesma pressão, se transformam, não havendo lugar a mudança de estado. É o que acontece com o açúcar (sacarose) quando é aquecido. Para materiais que assim se comportam, a fusão ou a ebulição só poderão ocorrer se o aquecimento se processar numa atmosfera inerte (sem oxigénio) e se o aquecimento não produzir decomposição do material. Também a passagem do estado gasoso para o estado líquido pode ocorrer por aumento da pressão e não por arrefecimento. Por exemplo, os gases armazenam-se no estado líquido em garrafas, sob pressão (caso do gás de cozinha). Quando a pressão é aliviada abrindo a válvula, o líquido passa a gás (é o que acontece quando chega ao queimador do fogão).



## Actividades

Para explorar as “Mudanças de estado físico” propõem-se 6 actividades (A, B, C, D, E, F), estruturadas de acordo com o diagrama organizador da temática.

A sequência das actividades pode ser decidida pelo(a) professor(a).



Explorando...

## MUDANÇAS DE ESTADO FÍSICO

ACTIVIDADE A	ACTIVIDADE B	ACTIVIDADE C	ACTIVIDADE D	ACTIVIDADE E	ACTIVIDADE F
<b>Explorando</b> <i>O efeito da temperatura na mudança de estado físico</i>	<b>Explorando</b> <i>A inversão dos processos de solidificação e de fusão no caso da água</i>	<b>Explorando</b> <i>A solidificação da água quando nela se dissolvem outras substâncias</i>	<b>Explorando</b> <i>Factores que influenciam o tempo de fusão do gelo</i>	<b>Explorando</b> <i>Factores que influenciam a rapidez da evaporação da água</i>	<b>Explorando</b> <i>O ciclo da água</i>
Como se distinguem os sólidos dos líquidos?	Depois de solidificar/fundir, a água pode voltar ao estado físico inicial?	Quando se dissolve sal ou álcool em água, a temperatura de congelação da mistura será igual à da água?	A massa de um cubo de gelo influencia o seu tempo de fusão?	A temperatura da água influencia a rapidez de evaporação?	Como podemos simular o ciclo da água?
Qual o efeito da temperatura no estado físico?	O que acontece à massa e ao volume de água quando muda de estado físico?		O estado de divisão de uma amostra de gelo influencia o seu tempo de fusão?	A área da superfície de água em contacto com o ar influencia a rapidez de evaporação?	
			Se revestirmos uma amostra de gelo com diferentes materiais, podemos alterar o seu tempo de fusão?		

# Actividade



Explorando ...

## O efeito da temperatura na mudança de estado físico

### A1 Propósitos da actividade

- Identificar o estado físico em que amostras de materiais se encontram à temperatura ambiente (e à pressão local);
- Distinguir materiais líquidos de materiais sólidos;
- Reconhecer que o estado físico de algumas substâncias se pode alterar por mudança da sua temperatura;
- Reconhecer a ocorrência de fenómenos de solidificação e de fusão em substâncias do quotidiano;
- Identificar a solidificação como o fenómeno de passagem de um material do estado líquido para o estado sólido;
- Identificar a fusão como o fenómeno de passagem de um material do estado sólido para o estado líquido;
- Reconhecer que a temperatura a que ocorrem as mudanças de estado em diferentes materiais/substâncias depende dessas/es substâncias/materiais.

### A2 Contexto de exploração

As crianças contactam diariamente com materiais que se encontram em diferentes estados físicos. Para elas, o vinagre, o leite, os sumos, ... são considerados líquidos por serem "semelhantes à água", ou porque "escorrem", ou porque "molham", ou porque "deitam-se num copo", ou porque "ficam com a forma do recipiente onde estão contidos".

Daí a dificuldade em compreenderem que algumas substâncias (como, por exemplo, o mel<sup>2</sup>) que, a temperatura ambiente semelhante, também “escorrem” ou se podem “deitar num copo”, se encontrem noutra estado físico.

Assim sendo, é necessário ajudar as crianças a desconstruir a ideia de que os sólidos se distinguem dos líquidos com base nessas características e a encontrarem critérios genericamente mais válidos/rigorosos para a distinção.

Para isso, podem começar por eleger-se os critérios usados pelas crianças para a distinção entre os estados físicos dos materiais, em particular entre os estados sólido e líquido, partindo-se de um cartaz onde três crianças dialogam sobre o estado físico em que o mel se encontra à temperatura ambiente. Em sala de aula, o(a) professor(a) explora o cartaz, solicitando aos (às) alunos (as) que se pronunciem a esse respeito.

O mel que está no frasco para o nosso lanche encontra-se no estado sólido ou líquido?



<sup>2</sup> O mel é, sobretudo, uma mistura de glicose e frutose. Dependendo da sua natureza e da temperatura ambiente, pode encontrar-se no estado líquido, formando gotas viscosas (mel “filtrado”), ou no sólido (mel quase cristalizado).

## A3 Metodologia de exploração

- ✓ Após diálogo na turma sobre as opiniões acima expressas, sistematizar as ideias das crianças e formular a seguinte questão:



### Questão-Problema I:

#### O Como se distinguem os sólidos dos líquidos?

- ✓ Propor às crianças o manuseamento de materiais que se encontrem à temperatura ambiente, disponibilizando, para tal, amostras diferentes com 50g<sup>3</sup> (azeite, leite, manteiga, álcool etílico, sal, ...), colocadas em sacos transparentes de plástico e herméticos<sup>4</sup>, identificados com letras (A, B, C, D, E, ...).
- ✓ Pedir que com esses sacos formem 2 grupos — o dos materiais no estado sólido e o dos materiais no estado líquido.
- ✓ Registrar a constituição de cada um dos grupos e explorar os critérios usados pelas crianças para distinguir os sólidos dos líquidos. Admite-se que, a este propósito, associem, num mesmo grupo, o azeite, o leite, o álcool etílico e o mel e, no outro grupo, a manteiga e o sal. Admite-se, também, que digam que os líquidos "molham", "escorrem", "deitam-se de um copo para outro", "mudam de forma"<sup>5</sup>, ... e os sólidos "não molham", " não escorrem", "não mudam de forma quando se mudam de um recipiente para outro", "não se bebem", ....

<sup>3</sup> Quantidade suficiente e adequada à mão das crianças para se visualizarem os fenómenos em estudo.

<sup>4</sup> O recurso a sacos de plástico herméticos permite que os materiais possam ser manipulados em condições de higiene.

<sup>5</sup> A ideia, frequente nas crianças, de que só os líquidos escorrem, é já, na verdade, uma construção de alguns livros e de um certo ensino escolar.

- ✓ Propor (se tal não for sugerido pelas crianças) a utilização de um conta-gotas para verificar quais os materiais que formam gotas e as que as não formam.

**Como vamos registar...**

- ✓ Apoiar as crianças no preenchimento de uma tabela, para registo das observações efectuadas:

Amostras		Saco A	Saco B	Saco C	Saco D	Saco E	...
Materiais			Leite				
Formação de gotas			X				
Outros critérios referidos pelas crianças							
Estado físico (à temperatura ambiente de ...°C)	Sólido						
	Líquido		X				

- ✓ Confrontar os registos decorrentes da utilização do conta-gotas com as opiniões anteriormente expressas pelas crianças.

**O que verificamos...**

- ✓ Após esse confronto, as crianças reconhecem que, à mesma temperatura (temperatura ambiente de ...° C), uns materiais formam gotas (azeite, leite, álcool etílico) e outras não formam (manteiga e sal).

**A resposta à questão-problema I deverá ser do tipo:**

À temperatura ambiente (...°C), os líquidos formam gotas e os sólidos não.



### **O que concluímos...**

Ajudar as crianças a concluir que a distinção entre líquido e sólido se faz pela formação de gotas (os líquidos formam gotas e os sólidos não).

Após esta actividade, o(a) professor(a) introduz nova questão:



### **Questão-Problema II:**

#### **Qual o efeito da temperatura no estado físico?**

- ✓ Perguntar às crianças o que pensam que acontecerá aos materiais contidos nos sacos (A, B, C, D, E, ...), que se encontram à temperatura ambiente, se estes:
  - i) Forem colocados, durante algum tempo, a uma temperatura inferior a 0°C (aproximadamente -5°C);
  - ii) Forem colocados, durante algum tempo, a uma temperatura superior a 0°C (aproximadamente 40°C).
- ✓ Registrar as respostas das crianças às duas questões colocadas. Admite-se que as suas opiniões sejam, para a questão i), do tipo: "umas ficam na mesma", "outras ficam duras", "outras ficam mais pesadas", .... e, para a questão ii), do tipo: "não lhes acontece nada", "derretem", "amolecem", ....
- ✓ Para testar<sup>6</sup> as suas opiniões, constituir 2 grupos de crianças, cabendo a um (G1) a realização da actividade correspondente à questão i) e a outro (G2) a realização da actividade correspondente à questão ii).

<sup>6</sup> Sugere-se a utilização de: 3 amostras (sacos) de 50g de cada substância (azeite, leite, manteiga, álcool etílico, sal, ...) 2 termómetros digitais; 2 tabuleiros; 1 caixa de esferovite com tampa (23x30 cm), 1 caixa de vidro com tampa (30x40 cm); 1 placa eléctrica; gelo.

- ✓ Solicitar ao G1 que coloque 1 saco de cada amostra num recipiente com tampa, contendo gelo a uma temperatura aproximada de  $-5^{\circ}\text{C}$  (medir e registar a temperatura a que se encontra o gelo).
- ✓ De igual modo, o G2 colocará 1 saco de cada amostra numa caixa de vidro com tampa, que contém água aquecida a uma temperatura aproximada de  $40^{\circ}\text{C}$  (medir a temperatura a que se encontra a água).
- ✓ Observar, de minuto a minuto e durante cerca de 10 minutos, que alterações ocorreram no conteúdo dos sacos nos grupos G1 e G2, centrando a observação não só nessas alterações, mas também na ordem pela qual elas ocorreram.
- ✓ Solicitar a cada grupo que descreva ao outro o que se passou com as suas amostras, durante o período de observação.
- ✓ No diálogo, introduzir os termos "solidificação" e "fusão".

**Como vamos registar...**

- ✓ Apoiar as crianças no registo das observações efectuadas, através do preenchimento de uma tabela do tipo:

Amostras	Estado físico			Ordem de fusão (1º, 2º, ...)	Ordem de solidificação (1º, 2º, ...)
	À temperatura ambiente de ___ $^{\circ}\text{C}$	Na caixa com gelo à temperatura de ___ $^{\circ}\text{C}$	Na caixa com água aquecida à temperatura de ___ $^{\circ}\text{C}$		
<b>Azeite</b>					
<b>Leite</b>					

### **O que verificamos...**

- ✓ Após confronto das previsões feitas com as observações registadas, as crianças reconhecem que, às temperaturas experimentadas, o estado físico de alguns materiais se altera por mudança de temperatura e o de outros não.

### **A resposta à questão-problema II deverá ser do tipo:**

Quando se varia a temperatura, alguns materiais alteram o seu estado físico, enquanto que outros não (por exemplo, à temperatura de  $-5^{\circ}\text{C}$ , o sal permanece sólido e o álcool permanece líquido<sup>7</sup>).



### **O que concluímos...**

Ajudar as crianças a concluir que:

- A variação de temperatura pode fazer alterar o estado físico de um material.
- A alteração do estado físico está relacionada quer com o material, quer com a temperatura a que é sujeito.
- A fusão é o fenómeno de passagem de uma substância/material do estado sólido para o estado líquido.
- A solidificação é o fenómeno de passagem de uma substância/material do estado líquido para o estado sólido.

---

<sup>7</sup> Não deve dar-se a ideia de que, se fosse dado o tempo suficiente, o álcool acabaria por solidificar a  $-5^{\circ}\text{C}$ . À pressão normal, o álcool etílico solidifica à temperatura de  $-117,3^{\circ}\text{C}$ .

## Actividade



Explorando ...

### A inversão dos processos de solidificação e de fusão no caso da água

#### B1 Propósitos da actividade

- Verificar que, no caso da água, a variação da sua temperatura permite a inversão dos processos de solidificação e de fusão.
- Reconhecer a conservação da massa de uma amostra de água nos processos de solidificação e de fusão.
- Reconhecer a não conservação do volume nos processos de fusão e de solidificação da água.
- Descrever, a nível macroscópico, as mudanças de estado sólido — líquido e líquido — sólido.

#### B2 Contexto de exploração

- ✓ São vários os contextos do quotidiano onde as crianças têm oportunidade de experienciar situações que envolvem a solidificação da água, particularmente quando utilizam o congelador para obter gelo e /ou quando nele colocam directamente uma garrafa de água para que fique mais fria e ela congela. Situações deste tipo, em que se observa a *solidificação da água*, podem ser aproveitadas para dialogar com as crianças acerca da inversão desse processo, levantando questões como, por exemplo: "Já alguma vez colocaram uma garrafa de água no congelador e se esqueceram dela? O que aconteceu à água e à garrafa? O que fizeram para conseguir beber essa água?"
- ✓ Ouvir as respostas das crianças e registá-las. São exemplos dessas respostas: "Quando me esqueci de a

tirar do congelador, a água ficou em pedra e a garrafa partiu". "A minha garrafa era de plástico, ficou inchada, a tampa saltou, ...tirei-a para fora e passado algum tempo, obtive água outra vez", ...

## Metodologia de exploração

O(a) professor(a) formula, então, a seguinte questão:

### Questão-Problema I:

**Depois de solidificar ou de fundir, a água pode voltar ao estado físico inicial?**

- ✓ Perguntar às crianças o que pensam que acontecerá a uma amostra de água líquida, se a colocarmos, durante algum tempo, dentro do congelador ou numa caixa com gelo e, posteriormente, a passarmos para um recipiente que se encontra a uma temperatura aproximada de 40°C.
- ✓ Registrar as respostas das crianças à questão colocada (admite-se que digam que "primeiro solidifica e depois funde", "fica sempre sólida", "primeiro solidifica e depois ... não sei", ...).
- ✓ Para testar as suas opiniões, colocar amostras (sacos) de água líquida (com cerca de 50g<sup>8</sup>), durante ... minutos, dentro do congelador ou numa caixa com gelo (aproximadamente -5°C).
- ✓ Medir a temperatura no seu interior.
- ✓ Proceder ao registo da temperatura e do estado físico em que a água inicialmente se encontra.

<sup>8</sup> Quantidade suficiente e adequada à mão das crianças para se visualizarem os fenómenos em estudo.

- ✓ Decorrido algum tempo, observar e registar que alterações ocorrem no conteúdo dos sacos<sup>9</sup>.
- ✓ Perguntar às crianças se têm sugestões sobre o que fazer para que as amostras de água fiquem outra vez no estado líquido.
- ✓ Colocar (eventualmente de acordo com as sugestões das crianças) essas amostras solidificadas numa caixa de vidro com tampa, que contém água aquecida (aproximadamente 40°C).
- ✓ Medir a temperatura no seu interior e registar.
- ✓ Algum tempo depois, observar e registar que alterações ocorrem no conteúdo dos sacos<sup>10</sup>.
- ✓ Perguntar às crianças se têm sugestões sobre o que fazer para que as amostras de água fiquem outra vez no estado sólido.
- ✓ Colocar (eventualmente de acordo com as sugestões das crianças) as amostras (agora no estado líquido) novamente dentro do congelador ou numa caixa com gelo (aproximadamente -5°C).
- ✓ Medir a temperatura no seu interior e registar.
- ✓ Passado algum tempo, observar e registar que alterações ocorrem no conteúdo dos sacos<sup>11</sup>.

### **Como vamos registar...**

- ✓ Apoiar as crianças no registo das observações efectuadas, através do preenchimento de uma tabela do tipo:

<sup>9</sup> Permitir o manuseamento dos sacos, de modo a poder identificar o estado físico em que a água se encontra e compará-los quanto à dureza (consistência).

<sup>10</sup> *Idem.*

<sup>11</sup> *Idem.*

Observações	Temperatura	Estado físico da água (ao fim de ... minutos)
1 <sup>a</sup>	Temperatura (ambiente): ___°C	
2 <sup>a</sup>	Temperatura (na caixa com gelo): ___°C	
3 <sup>a</sup>	Temperatura (na caixa com água aquecida): ___°C	
4 <sup>a</sup>	Temperatura (na caixa com gelo): ___°C	

### O que verificamos...

Após confronto das previsões feitas com as observações registadas, as crianças reconhecem que: i) as amostras de água líquida solidificam quando a temperatura diminui (aproximadamente -5°C, na experimentação realizada) e retornam ao estado líquido quando a temperatura aumenta (aproximadamente 40°C); ii) as amostras de água no estado sólido fundem quando a temperatura aumenta (aproximadamente 40°C) e voltam ao estado sólido quando a temperatura diminui (aproximadamente -5°C).

### A resposta à questão-problema II deverá ser do tipo:

Depois de solidificar ou de fundir, a água pode retomar o estado físico inicial, através de alterações de temperatura adequadas.



### O que concluímos...

Ajudar as crianças a concluir que os processos de solidificação e de fusão da água se podem inverter<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> Quando solidificadas e, posteriormente, colocados em água quente, as amostras de água retomam o estado físico anterior. De igual modo, quando fundidas e, posteriormente, colocados a baixa temperatura, as amostras de água retomam o estado sólido anterior. Por isso, os processos de solidificação e de fusão da água se podem inverter.

Após esta actividade, o(a) professor(a) introduz nova questão:



### Questão-Problema II:

#### O que acontece à massa e ao volume de água quando muda de estado físico?

- ✓ Perguntar às crianças o que pensam que irá acontecer à massa e ao volume de uma amostra de água à temperatura ambiente, quando solidificar e o que acontecerá à massa e ao volume dessa amostra solidificada quando fundir. Ou seja, terão a percepção de se há ou não variação da massa e do volume de uma amostra de água quando muda do estado líquido para o sólido e do sólido para o líquido? 
- ✓ Registrar as ideias das crianças (admite-se que digam que "quando solidifica fica mais pesada e ocupa mais espaço"; "quando funde e quando solidifica fica sempre com o mesmo peso e o mesmo volume"; "quando funde fica mais leve, mas tem o mesmo volume" ...). 
- ✓ Para testar as suas opiniões, começar por medir, à temperatura ambiente, a massa e o volume de 3 amostras diferentes de água líquida, usando uma balança e um copo graduado<sup>13</sup>.
- ✓ Colocar essas amostras a uma temperatura inferior a 0°C (aproximadamente -5°C) e esperar que solidifiquem.
- ✓ Medir a massa das amostras de água solidificada e observar a "olho nu" a alteração de volume<sup>14</sup>.

<sup>13</sup> Recomenda-se o uso de uma balança digital. Na ausência de copo graduado, usar um marcador para assinalar o nível da água num recipiente adequado.

<sup>14</sup> É recomendável que se utilizem sacos bem cheios, de modo a poder observar-se a variação do volume.

- ✓ Colocar essas amostras solidificadas a uma temperatura superior a 0 °C (aproximadamente 40°C) e esperar que fundam.
- ✓ Medir, de novo, a massa e o volume das amostras de água líquida.
- ✓ Comparar as medições efectuadas, confrontando-as com as previsões inicialmente feitas pelas crianças<sup>15</sup>.

**Como vamos registar...**

- ✓ Apoiar as crianças no registo das observações efectuadas, através do preenchimento de uma tabela do tipo:

Estado físico	Amostras	Massa (gramas)	Volume (cm <sup>3</sup> )
Líquido	A		
	B		
	C		
Sólido	A		
	B		
	C		
Líquido	A		
	B		
	C		

Após confronto das previsões feitas com as observações registadas, as crianças reconhecem que:

- Quando a água muda do estado líquido para o sólido, a sua massa mantém-se constante e o seu volume varia (aumentando).

<sup>15</sup> Em alternativa, podem usar-se garrafas, meias de água, colocadas no congelador, depois de pesada e de marcado, em cada uma delas, o nível da água líquida que contém. Pesar também no fim e observar o nível do gelo.

— Quando a água muda do estado sólido para o líquido, a sua massa mantém-se constante e o seu volume varia (diminuindo).

### ***A resposta à questão-problema II é...***

A massa de uma dada amostra de água permanece constante e o seu volume varia quando ocorrem as mudanças de estado líquido — sólido e sólido — líquido.



### ***O que concluímos...***

Ajudar as crianças a concluir que, nas mudanças de estado líquido — sólido e sólido — líquido, há conservação da massa e não há conservação do volume da água.

## Actividade



Explorando ...

### A solidificação da água quando nela se dissolvem outros materiais

#### Propósitos da actividade

- Identificar o efeito da dissolução de um material em água sobre o tempo de solidificação.
- Compreender que, quanto maior for a massa/volume de um material dissolvido na água, mais baixa é a temperatura de solidificação da mistura.

#### Contexto de exploração

Aproveitando a situação explorada na actividade anterior, no que respeita à solidificação da água, perguntar às crianças o que pensam que aconteceria se fossem dissolvidos diferentes materiais em água: Será que a mistura de água com sal solidifica? E se, em vez de sal, juntarmos álcool à água, a mistura também solidificará? Será que essas misturas solidificam, qualquer que seja a quantidade de sal ou de álcool dissolvida<sup>16</sup>?

#### Metodologia de exploração

- ✓ Após o diálogo com as crianças, orientá-las de forma a definirem a seguinte questão-problema: Quando se dissolve sal ou álcool em água, a temperatura de congelação da mistura será igual à da água?

<sup>16</sup> Relacionar estas questões com a solidificação de lagos/rios e a (não) solidificação do mar, bem como com a adição de sal à neve, para baixar a temperatura de fusão.

Esta questão diz respeito ao estudo da influência de uma variável independente (material dissolvido na água) no processo de solidificação da água. É fundamental que as crianças reconheçam que a resposta à questão só terá validade se a experiência for controlada e que esse controlo requer que a experimentação seja feita com recursos adequados (balança, provetas ou copos graduados, vareta, ...).

- ✓ As crianças planeiam, com a ajuda do(a) professor(a), uma experiência que permita dar resposta à questão formulada.
- ✓ O (A) professor(a) deve orientar essa planificação, de modo a que as crianças decidam:

**O que vamos mudar** (variável independente em estudo);

**O que vamos medir** (variável dependente escolhida);

**O que vamos manter e como** (variáveis independentes sob controlo);

**Como vamos registar** (tabelas, quadros, gráficos, ...);

**O que pensamos que vai acontecer e porquê;**

**O que e como vamos fazer.**



### **Questão-Problema:**

- O Quando se dissolve sal ou álcool em água, a temperatura de congelação da mistura será igual à da água?**

### **Antes da experimentação**

#### **O que vamos mudar...**

- O material e a massa dele que se dissolve em água (usando diferentes massas de sal e volumes de álcool).

**O que vamos medir...**

- O tempo de solidificação da água e o tempo de solidificação das misturas (água + pouco sal, água + muito sal, água + pouco álcool e água + muito álcool).

**O que vamos manter e como...**

- O tipo (copos), forma e capacidade dos recipientes;
- O volume e a temperatura da água (usar 50ml de água, à temperatura ambiente) em cada um dos 5 copos;
- O momento de introdução das amostras nos copos;
- A agitação do conteúdo em cada um dos copos;
- O momento de introdução e o tempo de permanência dos copos no congelador (usando relógio);
- O momento de efectuar as observações.

**Como vamos registar...**

- Organizar um quadro do tipo que se apresenta, para proceder aos registos referentes às observações efectuadas:

Amostra	SOLIDIFICA/NÃO SOLIDIFICA							
	Tempo							
	30min	60min	...	120min	...	...	240min	...
A								
B								
C								
D								
E								

**O que pensamos que vai acontecer e porquê...**

Exemplos de previsões das crianças:

**Previsão 1.** *A água demora menos tempo a solidificar do que a água com sal e do que a água com álcool;*

**Previsão 2.** *A água com sal e a água com álcool demoram tanto tempo a solidificar como demora a água;*

**Previsão 3.** *A água com sal e a água com álcool demoram menos tempo a solidificar do que demora a água;*

**Previsão 4.** *Quanto mais sal ou mais álcool dissolvermos em água, mais depressa solidifica;*

**Previsão 5.** *Quanto maior for a quantidade de sal ou de álcool dissolvida na água, mais tempo demora a solidificar;*

**Outras...**

**O que e como vamos fazer...**

- Preparar cinco amostras: A — 50mL de água; B — 50mL de água com ... (por ex. 5g) de sal dissolvido; C — 50mL de água com ... (por ex. 10g) de sal dissolvido; D — 50mL de água com ... mL de álcool dissolvido; E — 50mL de água com ... mL de álcool dissolvido<sup>17</sup>, utilizando copos de plástico de dimensão adequada.
- Colocar, em simultâneo, as amostras (A, B, C, D e E) no congelador, durante cerca de 7 horas e medir a temperatura no seu interior.
- Observar as amostras ao fim de 30 minutos, 60 minutos, 120 ... minutos<sup>18</sup>, ... e registar no quadro.

## **E**xperimentação

Executar a planificação descrita (controlando variáveis, observando, registando, ...).

<sup>17</sup> O(A) professor(a) deverá testar previamente as quantidades de sal e de álcool a dissolver em água, bem como o volume desta a usar.

<sup>18</sup> O(A) professor(a) deverá decidir, com as crianças, os intervalos de tempo das observações.

## **A** pós a experimentação

### **O que verificamos...**

- Quanto, ao fim de algum tempo, a água solidifica, as misturas de sal com água e de álcool com água não solidificam — ficam pastosas.
- Quanto mais sal ou álcool se dissolver em água, mais pastosas as misturas ficam.

### **A resposta à questão-problema é...**

- À temperatura a que a água congela, as misturas de sal com água e de álcool com água não chegam a congelar, porque a temperatura de congelação das misturas é menor do que a temperatura de congelação da água.

## **C**oncluindo...

### **O que concluimos...**

Ajudar as crianças a concluir que<sup>19</sup>:

- A massa de sal ou o volume de álcool dissolvidos em água influenciam o processo de solidificação das misturas.

### **Qual a validade das nossas previsões...**

- Comparar a conclusão com as previsões formuladas.
- Verificar que as previsões 1 e 5 se confirmam e que as previsões 2, 3 e 4 são de rejeitar.

### **Quais os limites de validade da conclusão...**

A conclusão é válida para as substâncias ensaiadas e à temperatura usada, sendo que o mesmo acontece noutros casos.

---

<sup>19</sup> As crianças deverão ficar com a ideia de que se trata de uma questão de abaixamento na temperatura de solidificação, e não de uma questão de tempo (como se, esperando o tempo suficiente, a água do mar acabasse por congelar a 0°C). Enquanto a água congela, ao ser colocada a -5°C, uma solução concentrada de sal (ou de álcool) fica apenas, quando muito, pastosa.

## Actividade



Explorando ...

### factores que influenciam o tempo de fusão do gelo

#### D1 Propósitos da actividade

- Identificar a fusão como o fenómeno de passagem de uma substância do estado sólido para o estado líquido.
- Prever factores que podem influenciar o tempo que uma amostra de gelo demora a fundir.
- Identificar, em cada ensaio e em articulação com a planificação do que se deve controlar e medir (quando e como), as variáveis independentes e a variável dependente (tempo de fusão).
- Identificar o efeito de cada uma das variáveis independentes no tempo de fusão de uma amostra de gelo.
- Identificar bons e maus condutores térmicos.

#### D2 Contexto de exploração

- ✓ São vários os contextos do quotidiano onde as crianças têm oportunidade de experienciar situações que envolvem a fusão do gelo, particularmente quando, no tempo quente, adicionam gelo à água e a outras bebidas para ficarem mais frescas.  
Estas são situações onde o conceito de fusão se aplica e que poderão ser aproveitadas para dialogar com as crianças acerca dos factores que podem influenciar o tempo de fusão do gelo, levantando questões do tipo: "um sumo arrefecerá mais rapidamente se lhe juntar um cubo grande ou um cubo pequeno de gelo?"; "um sumo a

que juntei um cubo de gelo arrefecerá mais depressa se o agitar?"; "como podemos fundir um pedaço de gelo mais rapidamente?"; ...

- ✓ Ouvir as respostas das crianças e registá-las. São exemplos dessas respostas:  
"Se puser um cubo maior, o sumo arrefece mais depressa".  
"Quando mexo com uma colher, o sumo demora menos tempo a arrefecer".  
"Se partir o gelo em pedaços, consigo arrefecer mais depressa o sumo".

Cada uma das possíveis respostas das crianças permite ao (à) professor(a) utilizá-la na exploração de factores que influenciam o tempo de fusão da água.



### Metodologia de exploração

- ✓ Sistematizar as ideias das crianças e, a partir daí, fazer com elas a identificação de factores que julgam poder influenciar o tempo de fusão de uma amostra de gelo:
  - A massa (da amostra de gelo).
  - O estado de divisão (da amostra de gelo).
  - A natureza do revestimento (do recipiente que contém a amostra de gelo).
- ✓ Cada um dos factores corresponde a uma variável independente, cujo efeito no valor da variável dependente (tempo de fusão) só poderá ser avaliado controlando as outras variáveis.
- ✓ Para cada um dos factores (variáveis independentes) formular uma questão concreta, como a seguir se exemplifica para três ensaios.

## Questões-Problema:

<b>Variável em estudo:</b> Massa da amostra de gelo	<b>Questão-problema I:</b> A massa de um cubo de gelo influencia o seu tempo de fusão?
<b>Variável em estudo:</b> Estado de divisão da amostra de gelo	<b>Questão-problema II:</b> O estado de divisão de um cubo de gelo influencia o seu tempo de fusão?
<b>Variável em estudo:</b> Natureza do revestimento do recipiente que contém a amostra de gelo	<b>Questão-problema III:</b> Se revestirmos com diferentes materiais um cubo de gelo, poderemos alterar o seu tempo de fusão?

- ✓ Cada questão diz respeito ao estudo da influência de uma variável independente na fusão de uma amostra de gelo, através do tempo necessário para a sua fusão. Por isso, é fundamental que as crianças reconheçam que a resposta a cada uma das questões-problema só será válida se o ensaio for controlado (controlo das restantes variáveis).
- ✓ Esse controlo exige que a experimentação seja feita com recursos adequados, que permitam avaliar e/ou medir:
  - O tempo de fusão (usando relógio);
  - A massa da amostra (usando balança);
  - O estado de divisão da amostra (usando almofariz);
  - A temperatura (usando termómetro).
- ✓ As crianças planeiam, com a ajuda do(a) professor(a), uma experiência que permita dar resposta a cada uma das questões formuladas.
- ✓ O(A) professor(a) deve orientar essa planificação, de modo a que as crianças decidam:

- O que vamos mudar** (variável independente em estudo);
- O que vamos medir** (variável dependente tempo de fusão da amostra de gelo);
- O que vamos manter e como** (variáveis independentes sob controlo);
- Como vamos registar** (tabelas, quadros, gráficos, ...);
- O que pensamos que vai acontecer e porquê;**
- O que e como vamos fazer.**



### **Questão-Problema I:**

- O A massa de um cubo de gelo influencia o seu tempo de fusão?**



### **Antes da experimentação**

O(A) professor(a) orienta as crianças de forma a decidirem em conjunto:

#### ***O que vamos mudar...***

- A massa da amostra de gelo (um cubo de maior massa e um de menor massa)

#### ***O que vamos medir...***

- O tempo que cada cubo de gelo (o de maior e o de menor massa) demora a fundir por completo.

#### ***O que vamos manter e como...***

- O tipo de copos (de plástico, com idêntica forma e capacidade);
- O estado de divisão dos cubos de gelo (usando dois cubos de gelo inteiros);
- A temperatura de realização dos ensaios;
- O momento da introdução dos cubos de gelo nos copos;
- O momento de registar as observações.

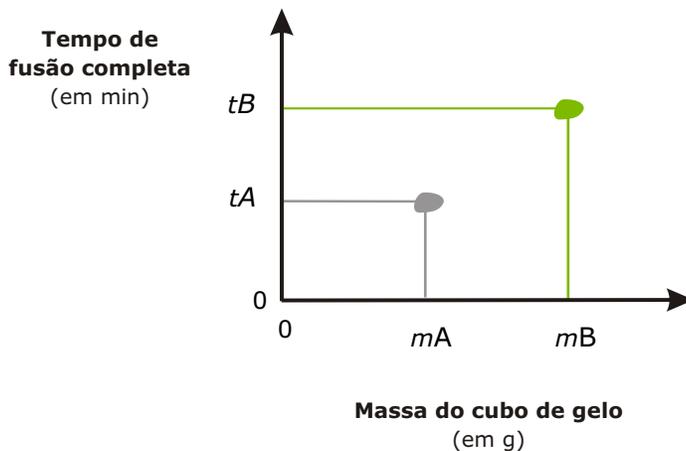
**Como vamos registar...**

— Organizar um quadro do tipo que se apresenta, onde se registam os tempos de fusão:

Copo	Massa do cubo de gelo (em g)	Tempo de fusão completa (em min)
<b>A</b> (com cubo de gelo de menor massa)		
<b>B</b> (com cubo de gelo de maior massa)		

Temperatura: \_\_°C

— Construir um gráfico do tipo<sup>20</sup>



**O que pensamos que vai acontecer e porquê...**

Exemplos de previsões das crianças:

<sup>20</sup> No caso particular, pode construir-se quer um gráfico de barras (se utilizarmos a nomenclatura "cubo de gelo A" e "cubo de gelo B"), quer um de linhas (se utilizarmos os valores da massa de cada cubo de gelo).

**Previsão 1.** *O cubo de gelo de maior massa demora mais tempo a fundir do que o de menor massa, porque é mais pesado;*

**Previsão 2.** *Os cubos de gelo fundem ao mesmo tempo, porque ambos são de água.*

**Outras...**

**O que e como vamos fazer...**

- Utilizar 2 copos iguais e 2 cubos de gelo de diferente massa;
- Medir a massa de cada cubo de gelo, utilizando uma balança<sup>21</sup>;
- Colocar, em simultâneo<sup>22</sup>, um cubo de gelo em cada um dos copos (à temperatura de ...°C / temperatura ambiente de ...°C) e começar, de imediato, a medir o tempo, com o auxílio de um cronómetro ou relógio;
- Esperar que as amostras fundam completamente e registar os tempos de fusão.

## **E**xperimentação

Executar a planificação atrás descrita (controlando variáveis, observando, registando,...).

## **A**pós a experimentação

**O que verificamos...**

Os cubos de gelo não fundem ao mesmo tempo. Para uma mesma temperatura, o cubo com maior massa demora mais tempo a fundir por completo (...min) do que o de menor massa (...min).

<sup>21</sup> Um cubo deve ter o dobro da massa do outro.

<sup>22</sup> Os cubos de gelo devem ser colocados em copos que se encontrem lado a lado, nas mesmas condições de temperatura (...°C).

**A resposta à questão-problema I deverá ser do tipo:**

O cubo de gelo de maior massa demora mais tempo a fundir, à temperatura do ensaio (...°C).

## Concluindo...

**O que concluímos...**

Ajudar as crianças a concluir que, para uma mesma temperatura, quanto maior for a massa do cubo de gelo, maior é o tempo necessário para a sua fusão completa.

**Qual a validade das nossas previsões...**

- Comparar a conclusão com as previsões formuladas;
- Verificar que a previsão 1 se confirma e que a previsão 2 é de rejeitar.

**Quais os limites de validade da conclusão...**

A conclusão é válida para as condições utilizadas na experimentação (massas dos cubos de gelo; temperatura ensaiada (...°C).

## Questão-Problema II:

**O estado de divisão de um cubo de gelo influencia o seu tempo de fusão?**

### Antes da experimentação

O(A) professor(a) orienta as crianças de forma a decidirem em conjunto:

**O que vamos mudar...**

- O estado de divisão do cubo de gelo, usando: um cubo de gelo inteiro; um cubo de gelo partido em três ou quatro pedaços; um cubo de gelo triturado num almofariz.

**O que vamos medir...**

- O tempo que demora cada uma das amostras de gelo (cubo inteiro, cubo partido em pedaços, cubo triturado) a fundir por completo.

**O que vamos manter e como...**

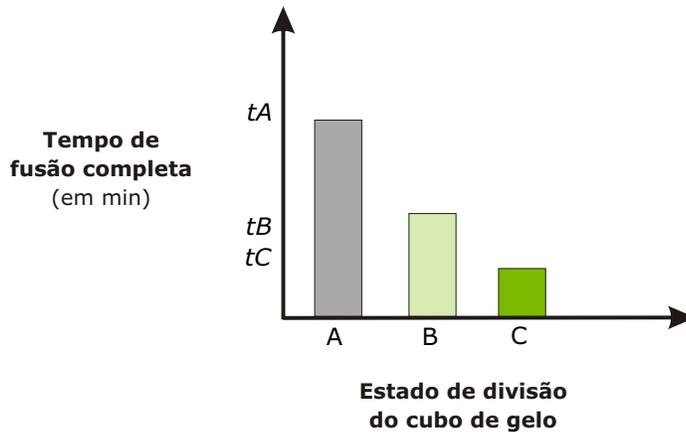
- A massa dos cubos de gelo (50g);
- O tipo de copos (de plástico, com idêntica forma e capacidade);
- O momento da introdução dos cubos de gelo nos copos;
- A temperatura de realização dos ensaios;
- O momento de registo das observações.

**Como vamos registar...**

- Organizar um quadro do tipo que se apresenta, onde se registam os tempos de fusão:

Estado de divisão do cubo de gelo	Tempo de fusão completa (em min)
A (inteiro)	
B (partido)	
C (triturado)	
Temperatura: __°C	

- Construir um gráfico do tipo<sup>23</sup>



### **O que pensamos que vai acontecer e porquê...**

Exemplos de previsões das crianças:

**Previsão 1.** *O cubo de gelo triturado é o que funde primeiro, porque são pedaços mais pequenos;*

**Previsão 2.** *Os cubos de gelo fundem todos ao mesmo tempo, porque são todos iguais;*

**Outras...**

### **O que e como vamos fazer:**

- Utilizar três cubos de gelo de igual massa:
- um cubo de gelo mantém-se inteiro;
  - um cubo de gelo parte-se em três ou quatro pedaços;
  - um cubo de gelo tritura-se num almofariz.

<sup>23</sup> No caso presente, é mais adequada a construção de um gráfico de barras, apesar de o estado de divisão do cubo de gelo poder ser um qualquer. No entanto, como tal não é mensurável pelas crianças, afigura-se mais apropriado considerá-lo de variação descontínua.

- Colocar<sup>24</sup>, em cada um de três copos iguais, à temperatura de ...°C / temperatura ambiente de ...°C, os cubos de gelo a testar, e começar, de imediato, a medir o tempo.

## **E**xperimentação

Executar a planificação atrás descrita (controlando variáveis, observando, registando...)

## **A**pós a experimentação

### ***O que verificamos...***

- O cubo de gelo triturado demorou menos tempo a fundir do que os outros;
- O cubo de gelo inteiro demorou mais tempo a fundir do que os outros;
- Primeiro fundiu o cubo de gelo triturado, depois o partido e, por último, o inteiro.

### ***A resposta à questão-problema II deverá ser do tipo:***

O estado de divisão de um cubo de gelo influencia o seu tempo de fusão: o cubo de gelo inteiro demora mais tempo a fundir do que o cubo partido e este demora mais tempo a fundir do que o cubo triturado.

---

<sup>24</sup> Os cubos de gelo devem ser colocados em copos que se encontrem lado a lado, nas mesmas condições de temperatura (...°C).

## Concluindo...

### **O que concluímos...**

Ajudar as crianças a concluir que, se aumentar o estado de divisão de um cubo de gelo, diminui o tempo necessário para a sua fusão completa, à temperatura de ...°C.

### **Qual a validade das nossas previsões...**

- Comparar a conclusão com as previsões formuladas;
- Verificar que a previsão 1 se confirma e que a previsão 2 é de rejeitar.

### **Quais os limites de validade da conclusão...**

A conclusão é válida para as condições utilizadas na experimentação (massa dos cubos de gelo, estado de divisão dos cubos de gelo e temperatura ensaiada de ...°C).

## Questão-Problema III:

- o **Se revestirmos uma amostra de gelo com diferentes materiais, podemos alterar o seu tempo de fusão?**

### **A**ntes da experimentação

O(A) professor(a) orienta as crianças de forma a decidirem em conjunto:

### **O que vamos mudar...**

O revestimento dos cubos de gelo, usando diferentes materiais: folha de alumínio, película aderente, papel de jornal, cortiça e lã. Um dos cubos não possui qualquer revestimento, funcionando como controlo.

### **O que vamos medir...**

O tempo que cada um dos cubos de gelo, com diferentes revestimentos e um sem revestimento (funcionando como controlo), demora a fundir por completo.

### **O que vamos manter e como...**

- A massa dos cubos de gelo, usando cubos de gelo iguais;
- A temperatura, mantendo os cubos de gelo lado a lado e em igual ambiente;
- O momento de revestimento dos cubos de gelo.

### **Como vamos registar...**

- Organizar um quadro do tipo que se apresenta, onde se registam os tempos de fusão:

Revestimento dos cubos de gelo	Tempo de fusão completa (em min)	Bom/Mau condutor térmico
<b>A</b> (folha de alumínio)		
<b>B</b> (película aderente)		
<b>C</b> (papel de jornal)		
<b>D</b> (cortiça)		
<b>E</b> (lã)		
<b>F</b> (sem revestimento)		
<b>Temperatura: ... °C</b>		

### **O que pensamos que vai acontecer e porquê...**

Exemplos de previsões das crianças:

**Previsão 1.** *O cubo de gelo revestido a lã é o que funde primeiro, porque a lã aquece o gelo e ele derrete;*

**Previsão 2.** *O cubo de gelo revestido a lã é o que demora mais tempo a fundir, porque a lã mantém a temperatura do gelo durante mais tempo;*

**Previsão 3.** *O cubo de gelo revestido a folha de alumínio é o que funde primeiro, porque ...;*

**Previsão 4.** *O cubo de gelo revestido a papel de jornal é o que demora mais tempo a fundir, porque ...;*

**Previsão 5.** *Os cubos de gelo fundem todos ao mesmo tempo, porque são todos do mesmo tamanho;*

**Outras...**

**O que e como vamos fazer:**

- Utilizar 6 cubos de gelo, de igual massa e à mesma temperatura inicial;
- Revestir 5 desses cubos com diferentes materiais (A, B, C, D, e E)<sup>25</sup> e deixar o outro cubo sem qualquer revestimento (F);
- Começar<sup>26</sup>, de imediato, a medir o tempo, com o auxílio de um cronómetro ou relógio;
- Quando o cubo F estiver totalmente fundido, retirar o revestimento dos outros cubos e compará-los.

## **E**xperimentação

Executar a planificação atrás descrita (controlando variáveis, observando, registando...).

<sup>25</sup> Em alternativa, podem utilizar-se copos de plástico transparentes, enfiados noutros copos iguais, mas revestidos (excepto o de controlo).

<sup>26</sup> O(A) professor(a) deve alertar as crianças para não colocarem as mãos à volta dos cubos durante o desenvolvimento da actividade.

## **A** pós a experimentação

### **O que verificamos...**

- O cubo de gelo revestido com folha de alumínio (bom condutor térmico) é o que demora menos tempo a fundir;
- Os cubos de gelo revestidos com película aderente, papel de jornal e cortiça demoram mais tempo a fundir;
- O cubo de gelo revestido a lã (mau condutor térmico) é o que demora mais tempo a fundir.

### **A resposta à questão-problema III deverá ser do tipo:**

- Podemos alterar o tempo de fusão de um cubo de gelo se o revestirmos com diferentes materiais.
- Há materiais que contribuem para aumentar o tempo de fusão do cubo de gelo — designam-se maus condutores ou isoladores térmicos (lã, cortiça, película aderente e papel de jornal).
- Há materiais que contribuem para diminuir o tempo de fusão do cubo de gelo — designam-se bons condutores térmicos (folha de alumínio).

## **C**oncluindo...

### **O que concluímos...**

Ajudar as crianças a concluir que o material do revestimento permite alterar o tempo de fusão de um cubo de gelo, à temperatura de ...°C.

### **Qual a validade das nossas previsões...**

- Comparar a conclusão com as previsões formuladas;
- Verificar que as previsões 2 e 3 se confirmam e que as outras são de rejeitar.

### **Quais os limites de validade da conclusão...**

A conclusão é válida para as condições utilizadas na experimentação (revestimentos dos cubos de gelo, temperatura ensaiada).

# Actividade **E**

**E**xplorando ...

## **Factores que influenciam a rapidez da evaporação da água**

### **E1** Propósitos da actividade

- Identificar a evaporação como o fenómeno de passagem da água do estado líquido para o estado gasoso, que ocorre à superfície do líquido quando este está em contacto com a atmosfera<sup>27</sup>.
- Prever factores que podem influenciar a rapidez com que uma amostra de água no estado líquido demora a evaporar.
- Identificar, em cada ensaio e em articulação com a planificação do que se deve controlar e medir (quando e como), as variáveis independentes e a variável dependente (rapidez de evaporação).
- Identificar o efeito da variação de cada uma das variáveis independentes (temperatura da água, área da superfície exposta, ...) na rapidez de evaporação de uma dada quantidade de água.

### **E2** Contexto de exploração

A evaporação da água é, porventura, a mudança de estado menos perceptível para as crianças, dada a não visibilidade da água no estado gasoso<sup>28</sup>. Além disso, como tal evaporação ocorre em ambiente aberto, sem que qualquer acção específica tenha de ser direccionada sobre a água no estado líquido, é plausível que, na lógica da criança, esta

<sup>27</sup> No caso da água, a evaporação ocorre para valores de temperatura entre 0°C e 100°C.

<sup>28</sup> Esclarecer o uso da palavra "vapor" - gás correspondente a uma substância normalmente líquida (ou sólida).

considere que a diminuição progressiva do volume de água contida numa taça acontece porque a água “desapareceu”, “foi para outro lugar”, ....

Este assunto pode ser abordado pelo(a) professor(a), pedindo às crianças que indiquem locais onde pode existir água na Terra. Em simultâneo, pode mostrar fotografias de *habitats* diversos (com e sem água visível), solicitando para que se pronunciem se aí poderá ou não haver água.

O(A) professor(a) poderá, também, colocar questões do tipo: “o que acontece à água da roupa quando é posta a secar, depois de lavada?”; “o que acontece à água que fica nas poças da rua, depois de ter chovido?”.

Estas questões poderão suscitar respostas como: “a água que estava na roupa molhada é arrastada pelo vento para longe”, “...escorre para o chão”, “a água das poças desaparece”, “...seca”, “...infiltra-se na terra”.



## Metodologia de exploração

- ✓ As respostas das crianças deverão ser sistematizadas pelo(a) professor(a), agrupando respostas que reflectam a mesma ideia, embora possam ter sido formuladas de modo diferente.
- ✓ A ideia de que a água pode assumir diferentes estados físicos foi já evidenciada no caso dos estados líquido e do sólido. Pode, agora, introduzir-se a noção de estado gasoso, recordando situações criadas na mudança de estado líquido a gasoso, por ebulição. Através do diálogo, as crianças podem recordar que, à medida que a ebulição progride, o volume do líquido vai diminuindo, o que é justificado pela passagem de líquido a gás. Fazendo o paralelismo entre a ebulição provocada e a evaporação lenta, as crianças admitirão que a evaporação<sup>29</sup> depende da temperatura da água.

<sup>29</sup> Enquanto a fusão ocorre a uma certa temperatura, a evaporação ocorre a qualquer temperatura.

- ✓ O(a) professor(a) pode, ainda, questionar se a água contida numa garrafa se evapora quando ela está tapada, de modo a ajudar os alunos a inferir que, para haver evaporação, a garrafa deve estar destapada<sup>30</sup>.
- ✓ De igual modo, pode perguntar às crianças em que situação a água se evaporará mais depressa: num prato, num copo, numa garrafa (destapada, com gargalo estreito), ...
- ✓ Do questionamento e consequente diálogo, duas questões problema poderão surgir:

## Questões-Problema:

<b>Variável em estudo:</b> Temperatura da água	<b>Questão-problema I:</b> A temperatura da água influencia a rapidez de evaporação?
<b>Variável em estudo:</b> Área exposta da superfície da água	<b>Questão-problema II:</b> A área exposta da superfície da água influencia a rapidez de evaporação?

- ✓ Cada questão diz respeito ao estudo da influência de uma variável independente na evaporação da água. Por isso, é fundamental que as crianças reconheçam que a resposta a cada uma das questões-problema só será válida se o ensaio for controlado (controlo das restantes variáveis).
- ✓ As crianças planeiam, com a ajuda do(a) professor(a), uma experiência que permita dar resposta a cada uma das questões formuladas.

<sup>30</sup> Mesmo no caso da garrafa tapada, há evaporação à superfície do líquido, mas estabelece-se o equilíbrio líquido-vapor, que tem como consequência a não diminuição do volume de líquido para além de um determinado limite.

- ✓ O(A) professor(a) deve orientar essa planificação, de modo a que as crianças decidam:

**O que vamos mudar** (variável independente em estudo);

**O que vamos medir** (variável dependente tempo de evaporação da amostra de água);

**O que vamos manter e como** (variáveis independentes sob controlo);

**Como vamos registar** (tabelas, quadros, gráficos, ...);

**O que pensamos que vai acontecer e porquê;**

**O que e como vamos fazer.**



### **Questão-Problema I:**

- **A temperatura da água influencia a rapidez de evaporação?**

### **Antes da experimentação**

O (A) professor(a) orienta as crianças de forma a decidirem em conjunto:

#### ***O que vamos mudar...***

A temperatura da água (água à temperatura ambiente, água morna entre 30 e 40 °C, água quente entre 80-100 °C).

#### ***O que vamos medir...***

A quantidade de água que se evaporou ao fim de um certo tempo (por exemplo, 2 horas).

O(A) professor(a) deve ajudar os alunos a decidirem que só é possível medir a água que não evaporou, pelo que, quando fica menos água líquida, isso significa que se evaporou uma quantidade maior.

### O que vamos manter e como...

- A quantidade inicial de água (escolher um determinado volume);
- Os recipientes onde se colocam as 4 amostras (copos iguais em capacidade e diâmetro, e do mesmo material);
- A temperatura dos ambientes onde se irão manter as amostras de água;
- O tempo de evaporação (controlo com relógio).

### Como vamos registar...

Organizar um quadro do tipo que se apresenta:

Recipiente com água	Temperatura	Volume inicial	Volume final (após ... horas)	Volume de água evaporada*
<b>A</b>	ambiente (... °C)	100mL		
<b>B</b>	entre 30 - 40°C (... °C)	100mL		
<b>C</b>	entre 80 - 100°C (... °C)	100mL		
<b>D</b> (tapado)	ambiente (... °C)	100mL		

A partir da tabela poderá, também, ser construído um gráfico<sup>31</sup>.

\* O volume de água evaporada = volume final - volume inicial.

<sup>31</sup> Como os valores de temperatura poderão ser quaisquer, pode traçar-se um gráfico de linhas.



### **O que pensamos que vai acontecer e porquê...**

Exemplos de previsões das crianças:

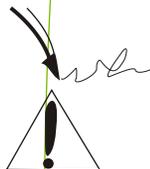
**Previsão 1.** *A água evapora mais depressa no recipiente C, por ser o que se encontra a uma temperatura mais alta.*

**Previsão 2.** *A água demora o mesmo tempo a evaporar em qualquer dos recipientes.*

**Outras...**

### **O que e como vamos fazer...**

- Preparar 4 copos (A, B, C e D) com 100mL de água: o copo A coloca-se à temperatura ambiente (...°C); o copo B à temperatura de 30 a 40°C; o copo C à temperatura de 80 a 100°C<sup>32</sup>; o copo D à temperatura ambiente (...°C), mas tapado<sup>33</sup>.
- Utilizar um termómetro para medir a temperatura, e uma proveta para medir o volume da água;
- Utilizar 4 provetas, uma para cada copo, de modo a que as crianças possam comparar o volume final da água após a evaporação;



## **E**xperimentação

Executar a planificação atrás descrita (controlando variáveis, observando, registando...).



<sup>32</sup> A fim de conseguir ter água a diferentes valores de temperatura, mantendo esta constante em cada caso, aconselha-se a utilização de termos ou de tarros. Também se podem colocar os copos contendo água num banho de areia aquecida a diferentes temperaturas, enterrando os copos com água na areia, até à superfície livre do líquido. Neste caso, será necessário preparar os tabuleiros com areia aquecida, colocando-os sobre uma placa eléctrica. Por razões de segurança, sugere-se que seja o(a) professor(a) a executar essa tarefa.

<sup>33</sup> Usar o copo D como ensaio de controlo, isto é, com o mesmo volume de água, à temperatura ambiente, tapado, para que os alunos verifiquem que, nessas condições, não há evaporação.

## **A** pós a experimentação

### **O que verificamos...**

A evaporação é tanto maior quanto mais elevada for a temperatura<sup>34</sup>.

### **A resposta à questão-problema 1 é...**

A temperatura da água influencia a rapidez de evaporação: quanto mais elevada for a temperatura, maior o volume de água que se evapora no mesmo intervalo de tempo.

## **C**oncluindo...

### **O que concluímos...**

Ajudar as crianças a concluir que a evaporação da água ocorre a qualquer temperatura e que aumenta com o aumento da temperatura.

### **Qual a validade das nossas previsões...**

- Comparar a conclusão com as previsões formuladas;
- Verificar que a previsão 1 se confirma e que a previsão 2 é de rejeitar.

### **Quais os limites de validade da conclusão...**

A conclusão é válida para as condições utilizadas na experimentação (volume de água, temperatura e área de superfície exposta)<sup>35</sup>.

<sup>34</sup> Reforçar a ideia de que a água, à temperatura ambiente, também se evapora.

<sup>35</sup> Conforme se verá na tarefa seguinte, a evaporação depende da superfície e não depende do volume da água contida no recipiente.



## Questão-Problema II:

**O A área da superfície de água em contacto com o ar influencia a rapidez de evaporação?**



### Antes da experimentação

O(A) professor(a) orienta as crianças, de forma a decidirem em conjunto:

#### **O que vamos mudar...**

A área da superfície de água em contacto com o ar (recipientes do mesmo material e com diâmetros/áreas da secção transversal muito distintos<sup>36</sup>).

#### **O que vamos medir...**

A quantidade de água que se evaporou ao fim de um certo tempo (por exemplo, 2 horas). O professor deve ajudar os alunos a decidirem que só é possível medir a água que não se evaporou, pelo que, quanto menos água líquida fica no recipiente, maior é a quantidade de água que se evaporou.

#### **O que vamos manter e como...**

- A quantidade inicial de água (por exemplo 50mL) em cada recipiente;
- A temperatura da água de cada recipiente (escolher um valor entre 40 e 50°C).

#### **Como vamos registar...**

Organizar um quadro do tipo do que se apresenta, onde se registam os volumes de água líquida após a evaporação.



<sup>36</sup> Em alternativa, sugere-se a utilização de fundos de garrafas e de garrafão.

Recipiente com água	Área da superfície de água exposta <sup>37</sup>	Volume inicial de água	Volume de água final (após ... horas)	Volume de água evaporada*
<b>E</b>	...cm <sup>2</sup>	50mL		
<b>F</b>	...cm <sup>2</sup>	50mL		
<b>G</b>	...cm <sup>2</sup>	50mL		
<b>H</b>	...cm <sup>2</sup>	100mL		

A partir da tabela, poderá, também, ser construído um gráfico<sup>38</sup>.

### **O que pensamos que vai acontecer e porquê...**

Exemplos de previsões das crianças:

**Previsão 1.** *A água evapora mais depressa no recipiente A, por ter uma menor área de superfície exposta ao ar.*

**Previsão 2.** *A água evapora mais depressa no recipiente C, por ter uma maior área de superfície exposta ao ar.*

**Previsão 3.** *A água que evapora é sempre a mesma, pois todos os recipientes estão à mesma temperatura. Não depende da área de superfície exposta ao ar.*

**Outras...**

\* O volume de água evaporada = volume final - volume inicial.

<sup>37</sup> A área da superfície exposta pode medir-se, por aproximação, sobre um fundo de papel quadriculado, ou por cálculo, conhecido o valor do diâmetro da boca de cada copo.

<sup>38</sup> Como os valores de temperatura poderão ser quaisquer, pode traçar-se um gráfico de linhas.





### **O que e como vamos fazer...**

- Preparar 4 recipientes: 3 deles (E, F, G) com diferentes áreas de secção transversal/diâmetro, mas à mesma temperatura (valor entre 40 a 50°C)<sup>39</sup>, contendo 50mL de água; o outro recipiente (H)<sup>40</sup> deverá ter a mesma área de secção transversal/diâmetro que o G, ser colocado à mesma temperatura que os outros, mas conter um volume de água maior<sup>41</sup>.
- Utilizar um termómetro para medir a temperatura e uma proveta para medir o volume da água;
- Utilizar 4 provetas, uma para cada recipiente, de modo a que as crianças possam comparar o volume final da água após a evaporação.

### **E**xperimentação

Executar a planificação atrás descrita (controlando variáveis, observando, registando...).

### **A**pós a experimentação

#### **O que verificamos...**

- A evaporação é tanto maior quanto maior for a área de superfície da água exposta ao ar.
- A quantidade de água evaporada é a mesma para a mesma área de superfície de água exposta ao ar, independentemente do volume de água contida no recipiente.

<sup>39</sup> A fim de conseguir ter a água a temperatura constante, isto é, à mesma temperatura em todos os recipientes, aconselha-se a utilização de termos ou de tarros. Também se podem colocar os recipientes contendo água num banho de areia aquecida à mesma temperatura, enterrando os recipientes com água na areia, até à superfície livre do líquido. Neste caso, será necessário preparar os tabuleiros com areia aquecida, colocando-os sobre uma placa eléctrica. Por razões de segurança, sugere-se que seja o(a) professor(a) a executar essa tarefa.

<sup>40</sup> Usar o recipiente H como ensaio de controlo, isto é, à mesma temperatura e com a mesma superfície de exposição que o recipiente G, mas com um volume de água maior (por exemplo 100mL), para que os alunos verifiquem que, nessas condições, a evaporação é a mesma.

<sup>41</sup> Poderá ainda introduzir-se a questão: "Será que se tivermos um volume de água maior, com a mesma superfície de exposição, se evapora mais água?".

***A resposta à questão - problema II deverá ser do tipo:***

A área da superfície da água exposta ao ar influencia a evaporação: quanto maior for a área de superfície exposta, maior é o volume de água que se evapora no mesmo tempo.

## **Concluindo...**

***O que concluímos...***

Ajudar as crianças a concluir que: i) a evaporação da água aumenta, para o mesmo tempo, quando a área da superfície exposta ao ar aumenta; ii) a evaporação é um fenómeno de superfície e não depende do volume de água contida no recipiente.

***Qual a validade das nossas previsões...***

- Comparar a conclusão com as previsões formuladas;
- Verificar que a previsão 2 se confirma e que as previsões 1 e 3 são de rejeitar.

***Quais os limites de validade da conclusão...***

A conclusão é válida para as condições utilizadas na experimentação (temperatura da água e área de superfície de água exposta ao ar).

## Actividade



Explorando ...

### o ciclo da água



#### Propósitos da actividade

- Compreender que a existência de água no estado gasoso na atmosfera se relaciona, sobretudo, com a existência da água no estado líquido à superfície da Terra.
- Reconhecer que as nuvens como micro — gotículas de água no estado líquido (quando estão muito baixas, numa zona da atmosfera com temperatura superior a 0°C), ou micro — cristais de água no estado sólido (quando estão mais altas, numa zona da atmosfera com temperatura inferior a 0°C).<sup>42</sup>
- Interpretar o ciclo da água como uma sequência de fenómenos de evaporação, condensação (com queda na forma de chuva - no caso de água líquida, ou na forma de granizo - no caso de água sólida), infiltração (da água nos solos), nova evaporação...



#### Contexto de exploração

O ciclo da água poderá não ser reconhecido pelas crianças como tal, mas os fenómenos/processos que o compõem fazem parte do seu dia-a-dia e, certamente, todas terão já tido a oportunidade de os observar (mesmo que não saibam, eventualmente, denominá-los): a chuva, granizo ou neve (diferentes formas de precipitação), a evaporação da água (ver actividade E), a fusão do gelo (ver actividades B e D), a solidificação da água (ver actividades B e C), a

<sup>42</sup> Desprezando o efeito da variação da pressão que acontece com a altitude.

evapotranspiração (libertação da água através da transpiração e respiração dos seres vivos, ...).

- Pode, por isso, partir-se da situação de um dia de chuva, de uma poça de água, de uma notícia de inundações, ou, mesmo, de uma qualquer história alusiva a estes fenómenos, que permita questionar as crianças: "De onde vem e para onde vai a água da chuva?"

### Metodologia de exploração

- ✓ Solicitar às crianças que façam um desenho que ilustre "de onde vem e para onde vai a água da chuva"<sup>43</sup>.
- ✓ Discutir as ideias em grande grupo e proceder ao seu registo. Exemplos de respostas das crianças são: "a água da chuva vem..." *"das nuvens", "do céu", "não sei de onde vem"; "vai para..." "o mar, rios, ria, lagoas, lagos, solos"; "sei que cai na terra e quando é muita, forma poças de água"; ...*
- ✓ Continuar o diálogo com uma questão do tipo "e como vai a água parar às nuvens? Respostas possíveis das crianças são: "não sei "... *"da água do mar, dos rios, ria, lagoas, lagos, poças das chuvas", "das roupas molhadas", "da nossa transpiração e respiração e da das plantas e animais", "de fábricas", ...*
- ✓ Prosseguir o diálogo com uma pergunta como "mas as nuvens de que são feitas?" Respostas possíveis: "de algodão"; "de gotinhas de água muito pequeninas"; "de água"; "de fumo", ...
- ✓ Para além dos desenhos que permitam explorar as questões acima colocadas, o(a) professor(a) pode,

<sup>43</sup> O desenho deverá ser feito em grupo, numa cartolina, para, posteriormente, ser apresentado à turma.

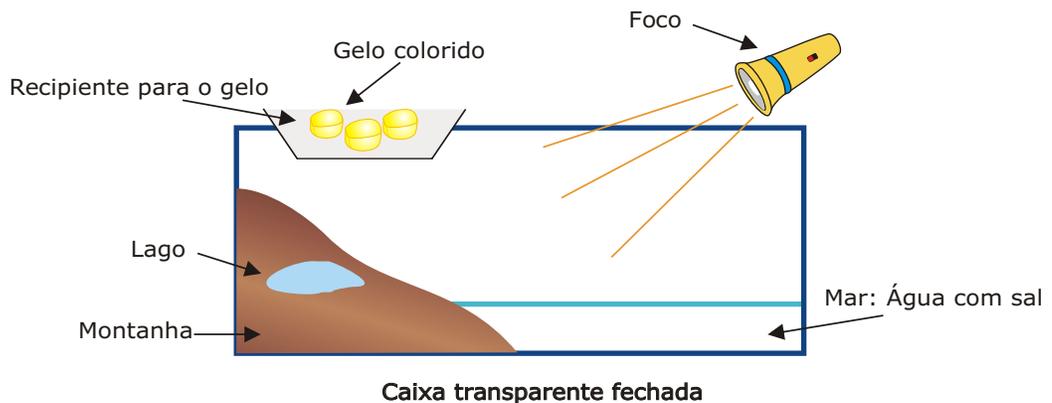


também, sugerir uma pesquisa sobre "de que são feitas as nuvens"<sup>44</sup>.

- ✓ Depois do diálogo e da pesquisa sobre as nuvens, isto é, depois de reconhecerem que as nuvens podem ser microgotículas de água no estado líquido quando estão muito baixas (zona da atmosfera com temperatura superior a 0°C), ou microcristais de gelo quando estão mais altas (zona da atmosfera com temperatura inferior a 0°C), formular outra questão:

### **Como podemos simular o Ciclo da Água?**

- ✓ Para o efeito, disponibilizar/construir uma maquete que permita explorar o ciclo da água<sup>45</sup>.



Partindo de um esquema do tipo do acima representado<sup>46</sup>, dialogar com as crianças sobre o que representa cada parte<sup>47</sup>:

- 
- <sup>44</sup> Para além da pesquisa bibliográfica, em CD ou na internet, pode o(a) professor(a), por sua iniciativa ou por sugestão das crianças, propor a realização de uma actividade experimental sobre "Como fazer uma nuvem".
  - <sup>45</sup> O(A) professor(a) pode recorrer a uma maquete do Ciclo da Água disponibilizada no mercado, ou construir uma, com as crianças.
  - <sup>46</sup> Pode, em alternativa, utilizar-se uma caixa de bolo ou outro recipiente transparente e fechado. Na tampa fazer uma abertura, de forma a colocar um recipiente pequeno para inserir o gelo. Dentro da caixa deverá simular-se uma montanha, um lago, rios, oceanos, ...
  - <sup>47</sup> Sugere-se começar esta actividade logo no início da aula, pois esta experiência leva cerca de 3h.

- Foco de luz: Sol.
- Recipiente com gelo (com corante): camada da atmosfera com temperatura mais baixa.
- Água com sal: mar.

### Como vamos fazer...

- Colocar, no fundo da maqueta, aproximadamente 5dL de água com sal; adicionar o gelo<sup>48</sup> no recipiente que pretende simular "uma nuvem" (temperatura baixa da alta atmosfera); ligar a lâmpada<sup>49</sup> (de potência superior a 60watt) em direção à água do "mar".<sup>50</sup>
- Observar e proceder aos registos.
- Durante as observações, o(a) professor(a) poderá ir sugerindo que provem a água do oceano, das gotas na nuvem e do lago, para dizerem se é salgada ou doce.

### O que vemos na maqueta

Após a montagem	30 min depois	60 min depois	(...)	(...)
<ul style="list-style-type: none"> <li>— água no mar (provámos e é bem salgada)...</li> <li>— no nosso lago e rio não havia água...</li> <li>— por baixo da nossa "nuvem" estava seco/ o nosso plástico estava seco...</li> <li>— a água do ar está em estado gasoso, não a vemos...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— o plástico começou a ficar embaciado...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Começaram a formar-se gotículas de água debaixo da nossa nuvem/recipiente com gelo...</li> <li>— estas começaram a cair para dentro do lago...</li> <li>— provámos a água do lago e esta não era salgada...</li> </ul>		

<sup>48</sup> Pode adicionar-se um corante à água para fazer o gelo, pois muitas crianças pensam que a água que se forma por condensação, por baixo do recipiente, provém da fusão do gelo e/ou de possíveis orifícios minúsculos existentes no recipiente.

<sup>49</sup> A lâmpada e a cobertura de plástico devem distar cerca de 2 cm, de modo a que o plástico não se deforme pelo calor.

<sup>50</sup> Pode montar-se uma maqueta nas mesmas condições, mas sem água no estado líquido, apenas para controlo e comparação.



- Após esta actividade, novas questões poderão ser exploradas: “Se poluirmos o oceano com terra ou barro, será que estes materiais passam do oceano para as gotas na nuvem?”
- Pode, também, explorar-se com as crianças a ideia de que os “circuitos/percursos” do ciclo da água podem ser vários, construindo<sup>51</sup>, por exemplo, um ciclo com nuvens altas (micro - cristais de gelo - solidificação), nuvens baixas (micro - gotículas de água no estado líquido - condensação), montanhas com gelo e glaciares (solidificação, fusão e em caso extremos em que ocorre sublimação), lagos, rios, vários tipos de solo (diferentes percursos da água), aquíferos, animais e plantas (respiração e transpiração), fábricas... (vapor de água), evaporação nos diferentes casos, precipitação (chuva, gelo, granizo), geada e orvalho (processo de condensação e no caso da geada solidificação).
- Ao longo do diálogo, ou através de pesquisa a fazer pelas crianças, podem ser aprofundados vários conceitos, nomeadamente de orvalho, geada, nevoeiro, neve e granizo.



## Recursos

Para a realização das actividades propostas, serão necessários os seguintes recursos:

---

<sup>51</sup> Sugestões disponíveis em: [http://web.educom.pt/escolovar/agua\\_ciclo06.swf](http://web.educom.pt/escolovar/agua_ciclo06.swf) e [http://web.educom.pt/escolovar/agua\\_ciclo01.swf](http://web.educom.pt/escolovar/agua_ciclo01.swf).

- balança de precisão 500g (limite de detecção: 0,1g)
- placa eléctrica
- frigorífico ou congelador
- termómetros digitais<sup>52</sup>
- cronómetros
- tabuleiros de alumínio (aprox. 15cmx15cm)
- provetas de plástico 100ml
- conta-gotas
- maqueta do Ciclo da Água
- recipientes de plástico (aprox. 25cmx30cm)
- suportes de lâmpada, com respectiva garra
- lâmpadas de 75 watts
- álcool etílico
- sal
- sacos de plástico transparentes e com fecho (aprox. 5cmx10cm)

## Aprendizagens esperadas

As actividades apresentadas contribuem para que as crianças desenvolvam aprendizagens aos níveis dos conceitos, processos e atitudes, nomeadamente:

- Distinguir substâncias líquidas de substâncias sólidas, à temperatura ambiente;
- Compreender que a distinção entre líquido e sólido se faz pela formação de gotas (os líquidos formam gotas e os sólidos não), e não pela adaptação ao recipiente em que está contido ou por outros critérios;
- Reconhecer que uma substância (a água) se pode apresentar em estados físicos diferentes (sólido, líquido e gasoso), consoante as condições de temperatura e pressão;

<sup>52</sup> Os termómetros digitais são os mais adequados, porque os de vidro são quebráveis. De entre estes, os de mercúrio estão proibidos, devido à toxicidade do mercúrio. Em alternativa, poderão ser usados os de álcool.

- Reconhecer a ocorrência de fenômenos de solidificação e de fusão em substâncias do cotidiano;
- Compreender que o estado físico de algumas substâncias se pode alterar por mudança de temperatura;
- Identificar a solidificação como o fenômeno de passagem de uma substância do estado líquido para o estado sólido;
- Identificar a fusão como o fenômeno de passagem de uma substância do estado sólido para o estado líquido;
- Compreender que a temperatura a que ocorrem as mudanças de estado em diferentes substâncias varia, em regra, de substância para substância;
- Reconhecer que, no caso da água, a variação da temperatura permite a inversão dos processos de solidificação e de fusão;
- Reconhecer a conservação da massa e a não conservação do volume nos processos de solidificação e de fusão da água;
- Identificar o efeito da dissolução de uma substância em água no processo de solidificação;
- Identificar o efeito de cada uma das variáveis independentes (massa, estado de divisão, natureza do revestimento) no tempo de fusão de uma amostra de gelo;
- Identificar a evaporação como o fenômeno de passagem da água do estado líquido para o estado gasoso, que ocorre à superfície do líquido quando este está em contacto com a atmosfera;
- Identificar o efeito da variação de cada uma das variáveis independentes (temperatura da água, área da superfície exposta ao ar) na rapidez de evaporação de uma dada quantidade de água;
- Compreender que a existência de água no estado gasoso na atmosfera resulta da existência de água no estado líquido à superfície da Terra;
- Interpretar as nuvens como micro - gotículas de água no estado líquido, se se encontrarem numa zona da atmosfera com temperatura superior a  $0^{\circ}\text{C}$  ou micro-cristais de água no estado sólido se a temperatura for inferior a  $0^{\circ}\text{C}$ ;
- Interpretar o ciclo da água como a sequência de fenômenos de evaporação, condensação (com queda na forma de

chuva - no caso de água líquida, ou na forma de granizo - no caso de água sólida), infiltração (da água nos solos), nova evaporação...;

- Reconhecer que, quando se provoca a evaporação de uma solução de água com sal, apenas se evapora a água, e que o sal se obtém como resíduo final. Por essa razão se extrai o sal da água do mar nas salinas e a água da chuva não é salgada;
- Compreender o que é um ensaio controlado;
- Organizar o registo de dados;
- Utilizar cronómetro/relógio/balança/termómetro/proveta para fazer medições;
- Confrontar resultados obtidos e previsões feitas;
- Perceber os limites de validade da conclusão de cada um dos ensaios realizados.
- Respeitar normas de segurança (não provar os materiais, a não ser por indicação do(a) professor(a),...).



## Sugestões para avaliação de aprendizagens

Ao longo e após a concretização das actividades, as crianças devem ser confrontadas com outras questões/actividades sobre o tema abordado.

Sugerem-se, por isso, algumas situações que permitam avaliar as suas aprendizagens.

### **SÓLIDO OU LÍQUIDO?**

Numa discussão entre colegas teus, o João disse que uma característica dos líquidos é adquirirem a forma do recipiente em que estão contidos. O Nuno acrescentou que por isso é que se diz que os líquidos não têm forma própria.

A Paula não acredita que essa seja uma boa definição de "líquido", porque então, diz ela, a areia também teria de ser considerada um líquido.

✓ E tu, o que achas? Porquê?

**Resposta adequada:** A areia não é um líquido, porque não forma gotas.

### **GARRAFAS NO CONGELADOR**

Encheram-se duas garrafas de plástico (A e B) com um volume igual de dois líquidos diferentes: uma delas, com água da torneira; outra, com água com bastante sal dissolvido. Colocaram-se as garrafas, em simultâneo, no congelador. Após algum tempo, retiraram-se do congelador e verificou-se que o conteúdo da garrafa B tinha solidificado completamente, e o da A não.

✓ Qual é o conteúdo da garrafa B? Porquê?

**Resposta adequada:** A garrafa B contém água da torneira, pelo que é a primeira a congelar (solidificar). Como a água da garrafa A contém substâncias dissolvidas, não solidifica completamente — formam-se, apenas, alguns cristais de gelo. Isto acontece porque a temperatura de solidificação da mistura é inferior à da água.

### **"FIGURAS" DE GELO**

Na escola da Beatriz realizou-se um concurso de "figuras" de gelo, que envolvia duas provas.

O objectivo da 1ª prova era fazer uma "figura" de gelo bem "dura" — um sólido compacto.

O objectivo da 2ª prova era conseguir manter, durante o maior tempo possível, uma dada "figura" de gelo.

#### **1ª Prova**

Os participantes dispunham de:

— arca congeladora

- formas de plástico (de diferentes cores e dimensões)
- água da torneira
- açúcar
- sal
- corantes (em pó)
- vareta de vidro
- tina



- ✓ Descreve o que farias para obter a tua “figura” de gelo compacta.
- ✓ Justifica as tuas decisões.

**Resposta adequada:** Para obter uma “figura” de gelo compacta, utilizaria apenas água da torneira: enchia uma forma e colocava-a na arca congeladora. Não utilizaria água com muito sal, açúcar, corante, ... dissolvido, porque, ao dissolver substâncias na água, a temperatura de solidificação das misturas seria mais baixa do que a temperatura de solidificação da água da torneira.

## 2ª Prova

Foi dada, a cada participante, uma “figura” de gelo idêntica. Foi, ainda, disponibilizada uma mesa, na qual se encontravam vários recipientes com a mesma forma (cilíndrica) e as mesmas dimensões, mas revestidos de materiais diferentes (cortiça, folha de alumínio, papel de jornal e lã).

- ✓ Em qual dos recipientes optarias por colocar a tua “figura” de gelo, para a manter durante o maior tempo possível?
- ✓ Porquê?

**Resposta adequada:** Para conseguir manter a “figura” de gelo, teria de a colocar num recipiente revestido de um material que fosse mau condutor — isolador térmico — como é o caso da lã, cortiça, papel de jornal. Deste modo, o tempo

de fusão do gelo aumentaria e, como tal, demoraria mais tempo a fundir.

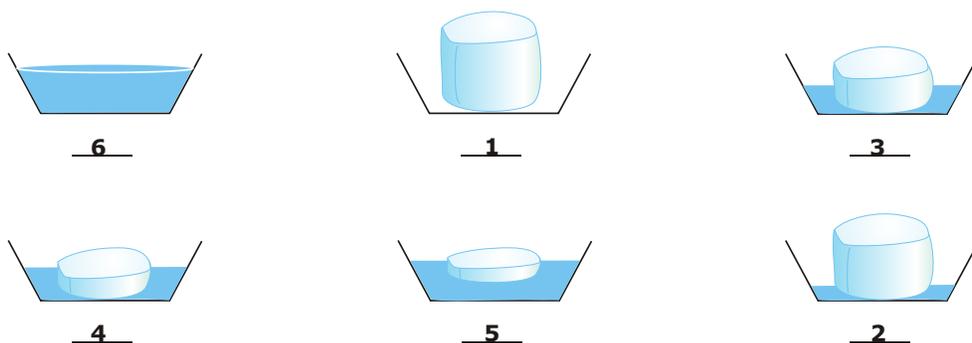
Para o efeito, o melhor seria mesmo a lã, por ser, daqueles revestimentos, o "pioor" condutor térmico. Não utilizaria o papel de alumínio, pois, como é um bom condutor térmico, a "figura" fundiria mais depressa.

### O CUBO DE GELO

Enquanto brincava, a Margarida ia olhando, de vez em quando, para uma mesa, onde estava um cubo de gelo dentro de uma taça. Reparou que o tamanho do cubo se ia modificando, de cada vez que por lá passava...

A figura seguinte representa as observações que a Margarida fez, embora os desenhos estejam desordenados.

✓ Consegues colocá-los por ordem? (numera as figuras).



✓ Para que o cubo de gelo tenha fundido, a que temperatura poderia estar o local onde a Margarida ia passando?

Acima dos 0 °C

Abaixo dos 0 °C

(O/A professor/a pode, aqui, explorar as razões da opção das crianças).

### **TAMPAS FURADAS**

O Tiago e a Carolina encheram três copos iguais com o mesmo volume de água da torneira. Taparam cada um deles com as respectivas tampas, nas quais tinham, previamente, feito um número diferente de furos de igual diâmetro, tal como mostra a figura:



**Tampa A**



**Tampa B**



**Tampa C**

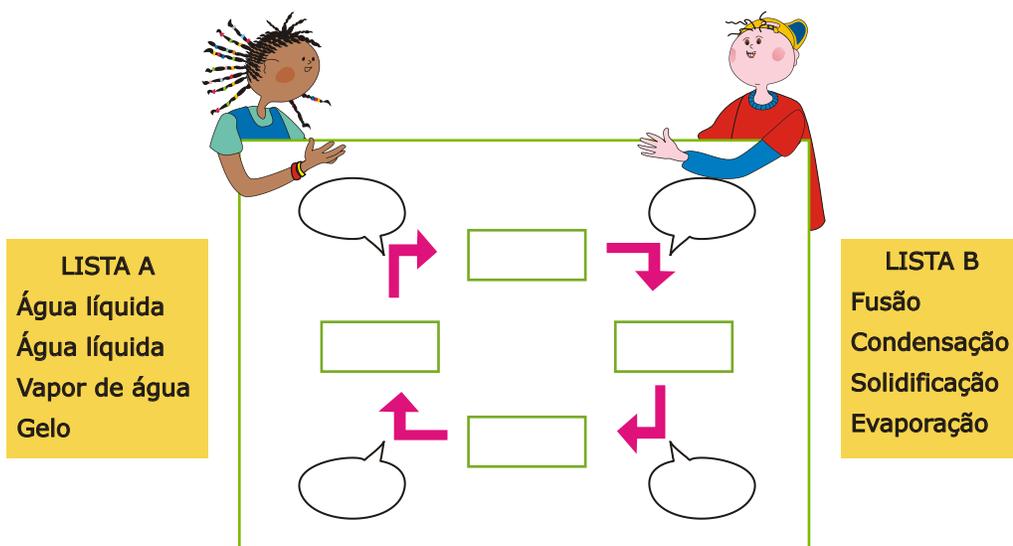
Deixaram os copos, tapados com as respectivas tampas, no parapeito da janela. Decorridos alguns dias, ao observarem o nível do líquido contido em cada um deles, verificaram que os copos já não continham igual volume de líquido — o nível da água num dos copos era visivelmente menor do que nos outros.

✓ Qual das tampas (A, B, C) corresponde a este copo? Porquê?

**Resposta adequada:** A tampa C tem mais furos e, assim, haverá uma maior área de contacto entre a superfície da água e o ar exterior ao recipiente (ar atmosférico). Por isso, durante o tempo em que os copos estiveram no parapeito, a evaporação de água foi maior nesse copo do que nos outros. Se a evaporação foi maior, então o nível de água remanescente nesse copo era menor do que nos outros.

## ÁGUA NA NATUREZA

O Frederico e a Catarina querem preencher os espaços do diagrama que se segue, relativo à água. O que te pedem é que escolhas, das listas A e B, abaixo indicadas, uma palavra adequada para colocares em cada rectângulo e em cada balão. A única pista que te fornecem é que as palavras da lista B são para colocar nos balões...



- Preencher os rectângulos e os balões do diagrama e discute com os teus colegas e o(a) professor(a) as escolhas que fizeste.

**Resposta adequada<sup>53</sup>:** Gelo — Fusão — Água líquida — Evaporação — Vapor de Água — Condensação — Água líquida — Solidificação.

<sup>53</sup> Há diversas opções de preenchimento do diagrama - depende das palavras usadas nos balões e sua correspondência com os rectângulos. Competirá ao(a) professor(a) verificar a sua correcção.

# Referências BIBLIOGRÁFICAS

- Carvalho, R. (1995). *A Física no dia-a-dia*. Lisboa: Relógio D'Água.
- de Bóo, M. (2004). *Using science to develop thinking skills at key stage I — Practical resources for gifted and talented learners*. Suffolk: David Fulton Publishers.
- Departamento da Educação Básica [DEB] (2004). *Organização Curricular e Programas: Ensino Básico — 1º Ciclo* (4ª edição revista). Lisboa: Editorial do ME.
- Direcção Geral do Ensino Básico e Secundário [DGEBS] (1990). *Reforma Educativa: Ensino Básico, Programa do 1º Ciclo*. Lisboa: ME.
- Fiolhais, C. (1991). *Física divertida*. Lisboa: Gradiva.
- Goldsworthy, A., Feasey, R. (1997). *Making Sense of Primary Science Investigations*. Hatfield: The Association for Science Education [ASE].
- Harlen, W. (2006). *Teaching, Learning and assessing science 5-12* (4ª ed.). London: Sage Publications.
- Harlen, W. (Ed.) (2006). *ASE Guide to Primary Science Education*. Hatfield: ASE.
- Harlen, W., Qualter, A. (2004). *The teaching of science in primary schools*. London: David Fulton Publishers.
- Howe, A., Davies, D., McMahon, K., Towler, L., e Scott, T. (2005). *Science 5-11: A guide for teachers*. Suffolk: David Fulton Publishers.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (coord.) et al. (2003). *Enseñar Ciencias*. Barcelona: Graó.
- Miguéns, M. I. (1999). O Trabalho Prático e o Ensino das Investigações na Educação Básica. Em CNE (ed.), *Ensino Experimental e Construção de Saberes*, pp. 77-95, Lisboa: CNE-ME.
- Ministério da Educação — Departamento da Educação Básica (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico*. Lisboa: Editorial do ME.
- Naylor, S., Keogh, B. (2000). *Concept Cartoons in Science Education*. Cheshire: Millgate House Publishers.

Naylor, S., Keogh, B., Goldsworthy, A. (2004). *Active assessment — Thinking learning and assessment in science*. London: David Fulton in association with Millgate House Publishers.

Pereira, A. (2002). *Educação para a Ciência*. Lisboa: Universidade Aberta.

Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis Educación.

Ward, H., Roden, J., Welett, C., Foremoan, J. (2005). *Teaching science in the primary classroom — A practical guide*. London: Paul Chapman Publishing.