

A química nos primeiros anos de escolaridade em Portugal. A dissolução em líquidos e o trabalho investigativo

La química en els primers anys d'escolaritat a Portugal. La dissolució en líquids i el treball indagatiu

The chemistry in the early years of schooling in Portugal. The dissolution in liquids and investigative work

Isabel P. Martins, Rui Marques Vieira e Celina Tenreiro-Vieira / Universidade de Aveiro. Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores (Portugal)



resumo

Assumindo que a educação em ciência nos primeiros anos de escolaridade, na qual se inclui uma iniciação à educação em química, deve orientar-se pela meta da literacia científica e que para tal é necessário intervir na formação de professores, o Ministério da Educação português criou o Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências (PFEEC). Em apoio à formação foram desenvolvidos guiões didáticos para professores, sendo um deles «Explorando materiais... Dissolução em líquidos». Neste artigo descreve-se a estratégia didáctica concebida neste guião e apresentam-se dados recolhidos em sala-de-aula, durante a realização de trabalho prático investigativo pelos alunos (6-10 anos).

palavras chave

Química, ensino básico, dissolução em líquidos, trabalho investigativo, formação de professores.

resum

L'educació en ciències en els primers anys d'escolaritat, la qual inclou una iniciació a l'educació en química, s'ha d'orientar en termes d'alfabetització científica, i per formar al professorat amb aquesta finalitat, el Ministeri d'Educació portuguès va crear el Programa de Formació d'Ensenyament Experimental de les Ciències (PFEEC). Es van desenvolupar guió didàctics com «Explorant materials... Dissolució en líquids». En aquest article es descriu l'estratègia didàctica concebuda en aquest guió i es presenten dades recollides en classe durant la realització de treball pràctic investigador per part dels alumnes (6-10 anys).

paraules clau

Química, educació primària, dissolució en líquids, treball investigador, programa de formació del professorat.

abstract

Scientific literacy should be taken into consideration in science in primary, that also includes an introduction to chemistry, and to provide teacher training in this direction, the Portuguese Ministry of Education created an education training programme for experiment based science teaching (PFEEC). Teaching scripts were developed for experiments such as Exploring Materials: Dissolving in Liquids. This article describes the teaching strategy used in these scripts and presents the data which was collected by in the classroom by the students (6-10 years old) who were doing the investigative practical work..

keywords

Chemistry, primary education, dissolving in liquids, research based work, teacher training programme.

Introdução

A importância da literacia científica nas sociedades democráticas é hoje uma perspectiva correntemente aceite embora não haja ainda consenso sobre um conceito de literacia científica para público escolar e, sobretudo, sobre como deverão ser organizados os currículos, programas, estratégias de ensino e de avaliação concordantes com tal perspectiva. Discute-se também que a escola não é a única instituição responsável pela formação dos alunos e, em particular, pela literacia científica, mas caber-lhe-á sempre um papel principal na forma como organiza estratégias de ensino e de aprendizagem que permitam a consolidação de saberes de índole científico-tecnológica. O conceito usado pela OCDE nos estudos PISA a partir de 2000 é, porventura, aquele que em contexto escolar poderá ser adoptado por educadores e decisores políticos: «Capacidade de usar conhecimento científico para identificar questões, para estabelecer conclusões a partir de provas, com a intenção de compreender e ajudar a tomar decisões sobre o mundo natural e sobre as modificações nele operadas fruto da actividade humana» (OECD, 2000; 2003). Esta definição, de aparência sintética, encerra conceitos que importa clarificar.

O primeiro é de que a literacia científica envolve conhecimento científico e conhecimento do processo através do qual ele foi gerado. Assim, o processo científico é uma expressão que só tem sentido quando se aplica ao domínio da ciência, pelo que usar processos científicos implica sempre ter alguma compreensão de ciência.

Em segundo lugar, saber «usar conhecimento científico para identificar questões, para estabelecer conclusões a partir de provas» significa muito mais do que conhecer factos e termos. Implica

Mais ainda, a literacia científica para funcionar nas sociedades modernas inclui saber usar processos de questionamento científico, reconhecendo a natureza e limites de tal questionamento, identificar evidências que permitam responder a tais questões, estabelecer e avaliar conclusões e comunicá-las a outros

conhecer conceitos científicos básicos mas, também, compreender que tal conhecimento tem limitações e que é um produto da actividade humana.

Através da expressão «compreender e ajudar a tomar decisões», o terceiro aspecto, pretende-se relevar que a compreensão do mundo é um valor em si mesmo visto poder contribuir para uma decisão. Note-se, no entanto, que o conhecimento científico raramente é determinante da decisão. A dimensão social, política ou económica é, normalmente, mais influente do que a dimensão científica, apesar do carácter não controverso da evidência científica. Aquilo que é controverso na dimensão científica é a escolha das evidências que servem de base à conclusão.

Por fim, através da expressão «modificações do mundo natural operadas pela actividade humana» pretende-se abarcar tudo aquilo que constitui o mundo seja fruto directo da natureza seja produto da intervenção tecnológica.

Em síntese, no referencial do PISA/OCDE (OECD, 2002), a literacia científica de um indivíduo depende da sua familiaridade com conhecimentos e processos científicos. No corpo de conhecimentos pertinentes destacam-se conceitos científicos fundamentais como cadeias alimentares, sustentabilidade, conservação da energia, adaptação, estados da matéria e hereditariedade. Mais ainda, a literacia científica para funcionar nas sociedades modernas inclui saber usar processos de questionamento científico, reconhecendo a natureza e limi-

tes de tal questionamento, identificar evidências que permitam responder a tais questões, estabelecer e avaliar conclusões e comunicá-las a outros.

A organização do ensino das ciências em contexto escolar deve, pois, preocupar-se e orientar-se para este propósito e desde muito cedo. Daí decorre a preocupação com a orientação dada aos currículos escolares e à formação de professores.

Ciências e ensino das ciências

As perspectivas existentes sobre o ensino das ciências dependem de vários factores que importa considerar, qualquer que seja o nível de ensino:

I. A dimensão epistemológica: que perspectiva de ciência / ciências se pretende que os alunos devam alcançar naquele nível de estudo? A questão é, portanto, que ciência ensinar.

II. A dimensão psico-sociológica: como é que os alunos aprendem ciências? Importa conhecer formas de interpretar a aprendizagem e, em particular, dificuldades específicas de aprendizagem.

III. A dimensão metodológica: que estratégias de ensino das ciências são potencialmente mais adequadas, tendo em conta o conhecimento sobre as dimensões anteriores? Importa conhecer contextos particulares onde determinadas situações de ensino foram particularmente bem sucedidas e validadas por procedimentos de investigação.

Em traços gerais poderemos considerar que a organização de currículos escolares para os primeiros anos de escolaridade deverá preocupar-se com aspectos apresentados no quadro 1:

Quadro 1. Aspectos gerais a considerar em currículos de Ciências para os primeiros anos de escolaridade

Aspectos gerais de currículos escolares

1. Ensinar ciências como um dos pilares da cultura do mundo moderno.
2. Ensinar ciências para o dia-a-dia.
3. Ensinar ciências como forma de interpretar o mundo.
4. Ensinar ciências para a cidadania.
5. Ensinar ciências para compreender a sua inter-relação com a tecnologia.
6. Ensinar ciências para melhorar atitudes face à ciência.
7. Ensinar ciências para compreender a sua relação com actividades profissionais.

É neste quadro de preocupações que se discutem posições sobre o ensino e a aprendizagem das ciências nos primeiros anos. Foi nos anos noventa do século xx que surgiram grandes projectos, na Europa e nos Estados Unidos, sobre o ensino experimental das ciências desde os primeiros anos. O projecto «La main à la pâte» desenvolvido em França, concebido por Georges Charpak, Prémio Nobel da Física em 1992, recentemente falecido, inspirou projectos análogos em muitos outros países (em Portugal «Ciência Viva»). Charpak mobilizou grandes equipas de investigadores, educadores e instituições para pôr em acção uma ideia muito simples: a forma de as crianças aprenderem ciências implica que se envolvam em situações práticas e experimentais que proporcionem a possibilidade de desenvolver a curiosidade e o rigor, de distinguir o verdadeiro do falso, de aprender com alegria (não divertindo-se,

ideia que procurou combater) e de se exprimir correctamente. Também no Reino Unido Wynne Harlen muito contribuiu para o ensino experimental das ciências nos primeiros anos. Nos Estados Unidos o relatório *Science for all children* (NSRC, 1997), impôs-se como uma referência.

As perspectivas sobre o ensino das ciências dependem de vários factores:

1. Que ciência ensinar.
2. Como é que os alunos aprendem ciências?
3. Que estratégias de ensino são mais adequadas

O ensino experimental das ciências nos primeiros anos em Portugal

Sabe-se que a promoção de condições nas escolas e o desenvolvimento de competências dos professores no que respeita à implementação do ensino experimental das ciências no 1º ciclo do ensino básico (CEB) (6-10 anos) são factores imprescindíveis à melhoria da formação científica dos alunos, a qual poderá induzir maior apetência dos jovens para a escolha de carreiras relacionadas com a ciência e a tecnologia, e para o acompanhamento de questões sócio-científicas. Assim, é necessário desenvolver medidas para proporcionar formação aos professores sobre o ensino das ciências para este nível de ensino. Reconhece-se que a maioria dos professores portugueses do 1º CEB em exercício não terá tido uma formação específica neste domínio, pelo menos de orientação enformada pela investigação recente em didáctica das ciências. Sabe-se também que as práticas de ensino experimental das

ciências nas escolas são muito incipientes, quer em metodologias de trabalho adoptadas quer em tempo curricular que lhes é destinado. O programa «Ciência Viva» que teve grande repercussão nas escolas portuguesas foi desenvolvido de forma livre no que respeita a conteúdos / temas e metodologias. Tratava-se de envolver os alunos em actividades práticas ao gosto e critério dos seus promotores, não necessariamente articuladas com os programas escolares. Tão-pouco contemplava formação de professores enformada por referenciais teóricos e metodológicos.

Reconhecendo a importância de intervir na formação de professores do 1º CEB, o Ministério da Educação criou o Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências (PFEEC) para professores do 1º CEB, o qual se desenvolveu durante quatro anos, 2006-2010. A Comissão Técnico-Consultiva de Acompanhamento do Programa então designada pela ministra da Educação, concebeu o programa, definindo os seus princípios, objectivos, conteúdos e metodologias, bem como a sua operacionalização através de um plano de formação cobrindo todo o país (continente). Concebeu ainda os recursos didácticos de suporte à formação que foram organizados na colecção «Ensino Experimental das Ciências» (http://sitio.dgicd.min-edu.pt/experimentais/Paginas/Recursos_Didacticos.aspx). O primeiro tomo, intitulado *Educação em ciências e ensino experimental: Formação de professores* (Martins et al., 2006), dirigido, em particular, aos formadores, pretendeu constituir-se como um texto orientador das propostas didácticas apresentadas nos guiões didácticos produzidos e integrados na mesma colecção. Nele se elabora o conceito de ensino experimental,

No presente trabalho destaca-se o tema «Dissolução em líquidos», abordado no segundo guião didáctico (Martins *et al.*, 2007), pela relevância que os fenómenos de dissolução têm em contextos químicos

sendo apresentadas, fundamentadas, justificadas e referenciadas as orientações sobre o que deve ser uma actividade experimental. Aliás, o ensino experimental é defendido e proposto em documentos de referência internacionais largamente referidos por autores, instituições e academias de ciência, alguns publicados posteriormente como é o caso do relatório Rocard (2007).

A opção por guiões temáticos teve por base conferir um carácter mais aprofundado ao tratamento de temas relevantes do ponto de vista curricular, pela possibilidade de poderem ser gradualmente desenvolvidos ao longo dos diferentes anos e níveis de escolaridade, evitando abordagens avulsas cuja articulação e, portanto, rentabilização dificilmente se conseguiria. O formato dos guiões didácticos procura viabilizar aos professores a apropriação de formas de trabalhar com os alunos, numa perspectiva de trabalho investigativo, para diferentes áreas temáticas.

A Química no Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências

As ciências no 1º CEB em Portugal (6-10 anos), tal como na maioria dos países organizam-se numa grande área de ciências naturais e sociais, o estudo do meio. A componente de ciências físicas e naturais do currículo

Quadro 2. Guiões didácticos produzidos para PFEEC e publicados pelo Ministério da Educação de Portugal

Guiões didácticos para professores	
Número da colecção	Temática
1	Flutuação em líquidos
2	Dissolução em líquidos
3	Sementes, germinação e crescimento
4	Luz, sombras e imagens
5	Circuitos eléctricos, pilhas e lâmpadas
6	Mudanças de estado
7	Sustentabilidade na Terra
8	Corpo humano (no prelo)

nacional do ensino básico (CNEB) (Ministério da Educação e DEB, 2001) está organizada com o propósito de que os alunos no final do ensino básico (9-10 anos) alcancem competências específicas promotoras de literacia científica, ao nível de conhecimento, raciocínio, comunicação e atitudes. Para isso o CNEB está construído em torno de quatro grandes temas: «Terra no espaço», «Terra em transformação», «Sustentabilidade na Terra» e «Viver melhor na Terra». Para cada um destes quatro temas são enunciados os conhecimentos, capacidades e atitudes que os alunos deverão alcançar em, cada um dos três ciclos.

Embora PFEEC não estivesse condicionado pelo programa do 1º CEB nem pelo CNEB, dado tratar-se de um programa de formação de professores direccionado para o que deveriam ser as competências dos professores para conduzirem trabalho experimental com os seus alunos, houve necessidade de escolher temas curricularmente relevantes segundo os quais se organizaram os guiões didácticos (quadro 2).

No presente trabalho destaca-se o tema «Dissolução em líquidos», abordado no segundo guião didáctico (Martins *et al.*, 2007), pela relevância que os fenómenos

de dissolução têm em contextos químicos.

Em traços gerais pode assumir-se que o conhecimento químico se estrutura em quatro domínios: macroscopicamente observável, simbólico, sub-microscópico e contextual. Nos primeiros anos de escolaridade utiliza-se o domínio contextual quando se escolhem contextos próximos ou familiares e temas abrangentes potencialmente úteis ou interessantes para os alunos. Utiliza-se o domínio macroscópico ao referirmo-nos a características de materiais e substâncias macroscopicamente observáveis. Conjugando estes dois domínios surgem, naturalmente, as misturas dado a diversidade de materiais disponíveis. De entre a variedade de misturas as soluções ocupam um lugar de destaque. Bem cedo os alunos se apercebem que as soluções existem em contextos familiares e essenciais como alimentação, higiene e saúde, e que a sua importância, eficácia e tipo de aplicações estão associadas à diversidade de composição qualitativa e quantitativa. Compreender, a nível macroscópico, o fenómeno da dissolução e os factores que o condicionam são aprendizagens relevantes em química. Aliás, a maioria das reacções químicas ocorrem em solução.

A dissolução em líquidos e o trabalho prático investigativo nos primeiros anos

A dissolução é um fenómeno que resulta de interacções das unidades estruturais do soluto com unidades estruturais do solvente - neste sentido pode dizer-se que se trata de um fenómeno de interacção soluto-solvente a través de interacções entre unidades estruturais de ambos. A natureza das unidades estruturais de um e outro é factor determinante da possibilidade de ocorrência de interacções entre elas. A extensão da dissolução será tanto maior quanto mais intensas forem as interacções entre as unidades estruturais do soluto e do solvente, o que implica que simultaneamente ocorram rupturas de interacções soluto-soluto e solvente-solvente.

Nos casos em que não se estabelecem interacções entre unidades diferentes (o que depende da constituição de tais unidades), a dissolução não ocorre ou ocorre em menor extensão. É por isso que o cloreto de sódio é muito mais solúvel em água do que em álcool etílico. É também por isso que na chamada *limpeza a seco* são removidas nódoas de gordura, o que não acontece quando se tenta fazê-lo com água, porque os componentes predominantes dessas nódoas não se dissolvem em água, mas dissolvem-se nos solventes usados na «limpeza a seco».

Quando a dissolução acontece, a interacção entre as moléculas do soluto e do solvente justifica-se com base na natureza destas, mas é facilitada por vários factores, como a superfície de contacto soluto-solvente e os movimentos das moléculas do solvente que afectam a rapidez da dissolução. É por isso que um rebuçado (cujo componente principal é a sacarose) deixado em repouso no fundo de um copo com água se vai dissolvendo pro-

Para explorar o fenómeno da dissolução, no guião didáctico «Dissolução em líquidos» propõe-se a realização de actividades experimentais num formato investigativo, desenhadas no sentido de os alunos irem dando resposta a sucessivas questões sobre o quê e não sobre o porquê do fenómeno da dissolução

gressivamente de fora para dentro. Isto acontece porque a dissolução é um fenómeno de superfície, que ocorre na «zona de contacto» entre soluto e solvente. Interferir nesta zona de contacto provoca alteração no tempo de dissolução. Assim, quando se tritura um rebuçado, a superfície em contacto com a água aumenta, o que origina um maior número de interacções soluto-solvente por unidade de tempo e daí que seja mais rápido dissolvê-lo (a dissolução completa demora agora menos tempo).

Quando, antes da dissolução ter ocorrido por completo, se agita a mistura (heterogénea), o que se promove são novos contactos entre as moléculas do solvente e as do soluto, ou seja, aumenta-se o número de interacções por unidade de tempo, isto é, aumenta-se a frequência das interacções soluto-solvente. Daí diminuir o tempo necessário para que a dissolução possa considerar-se completa.

Para explorar o fenómeno da dissolução, no guião didáctico «Dissolução em líquidos» (Martins et al., 2007) propõe-se a realização de actividades experimentais num formato investigativo. Tal significa que foram desenhadas no sentido de os alunos irem dando resposta a sucessivas questões sobre o *quê* e

não sobre o *porquê* do fenómeno da dissolução. Para alcançarem a compreensão de o *quê*, prevê-se o seu envolvimento, na definição da questão-problema; na identificação de possíveis factores condicionantes do fenómeno; na planificação dos procedimentos e na sua execução; na elaboração das conclusões e reconhecimento dos limites da sua validade, e na formulação de novas questões a explorar posteriormente, por via experimental ou não.

Por *actividades experimentais investigativas* entendem-se as actividades práticas onde há manipulação de variáveis e que têm como propósito dar resposta a uma questão-problema colocada, sendo, por isso, conduzidas na perspectiva de trabalho científico.

O trabalho investigativo implica que os alunos compreendam o que é um ensaio controlado, nos aspectos conceptuais e procedimentais. Fazer um ensaio controlado consiste em estudar o efeito da variação de uma dada variável independente no valor da variável dependente mantendo as restantes variáveis independentes controladas, isto é, com valor constante.

O professor poderá ajudar os alunos a compreender do que se trata servindo-se de um contexto familiar/conhecido dos alunos. Tomando como exemplo a dissolução de solutos comuns (açúcar e sal das cozinhas) em água, o professor poderá colocar a questão «De que depende o tempo de dissolução?». Com recurso a perguntas mais específicas, consoante o desenvolvimento das crianças, poderão identificar-se as variáveis que poderão afectar o tempo de dissolução: são as variáveis independentes. No caso da dissolução poder-se-á indicar: a massa do soluto, o tipo de soluto, o estado de divisão do soluto, a temperatura do solvente, a agitação do sistema, o tipo de sol-

vente. Como cada um destes factores pode ser manipulado livremente, assumindo os valores que se julgar mais convenientes, cada um deles representa uma variável independente. Cada um dos valores atribuídos à variável independente condiciona os valores possíveis da variável dependente (tempo de dissolução completa).

A condução de uma investigação implica a organização da carta de planificação, um instrumento crucial de todo o processo. Na esteira do trabalho desenvolvido por Goldsworthy e Feasey (1997) e já utilizado com êxito em situações anteriores (Martins e Veiga, 2001), no âmbito do PFEEC, o modelo de carta de planificação proposto compreende a explicitação da decisão tomada, relativamente à questão-problema em estudo, sobre cada um dos seguintes aspectos envolvidos na experiência a executar posteriormente:

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

– O que vamos medir (variável dependente escolhida);

– O que vamos manter (variáveis independentes a manter controladas);

– O que pensamos que vai acontecer e porquê (elaboração de previsões e sua justificação),

– Como vamos registar os dados (construção de tabelas, quadros, gráficos);

– Qual o equipamento de que precisamos (materiais, dispositivos, etc.).

Saliente-se que durante a elaboração da carta de planificação, o professor poderá verificar quais as concepções prévias das crianças, como interpretam a questão-problema, que respostas consideram plausíveis, como é possível saber se uma previsão se confirma ou não. Conhecer a metodologia científica de abordagem de uma questão significa saber como organizar procedimentos para obter uma resposta, não significa conhecer a resposta.

O apoio ao aluno na organização da planificação é, pois, de grande importância e exige que o professor avalie em cada instante as consequências das decisões tomadas por este. Note-se que também poderá ser de grande valor educativo a discussão a posteriori dos resultados obtidos no que respeita às condições usadas para a sua obtenção.

Os resultados recolhidos numa dada experiência, compreendendo ensaios distintos, permitem no seu conjunto estabelecer o resultado da experiência, que importa que os alunos compreendam. Tomando como exemplo o estudo da influência da temperatura na dissolução do açúcar em água, os dados são os valores do tempo necessário para a dissolução completa de amostras iguais de açúcar, em volumes iguais de água, em vasos igualmente agitados, a temperaturas (da água) diferentes.

Estes dados dependem, portanto, dos valores escolhidos não só para as temperaturas ensaiadas (a

Saliente-se que durante a elaboração da carta de planificação, o professor poderá verificar quais as concepções prévias das crianças, como interpretam a questão-problema, que respostas consideram plausíveis, como é possível saber se uma previsão se confirma ou não. Conhecer a metodologia científica de abordagem de uma questão significa saber como organizar procedimentos para obter uma resposta, não significa conhecer a resposta.

Nesta actividade comecei por distribuir um rebuçado a cada aluno.

Quando notei que alguns acabaram perguntei:

– Quem já acabou de chupar o rebuçado?

– Quem tem ainda parte do rebuçado?

– Por que é que alguns já não têm o rebuçado e outros ainda têm algum bocado?

Ouvi as respostas dos alunos e registei-as no quadro.

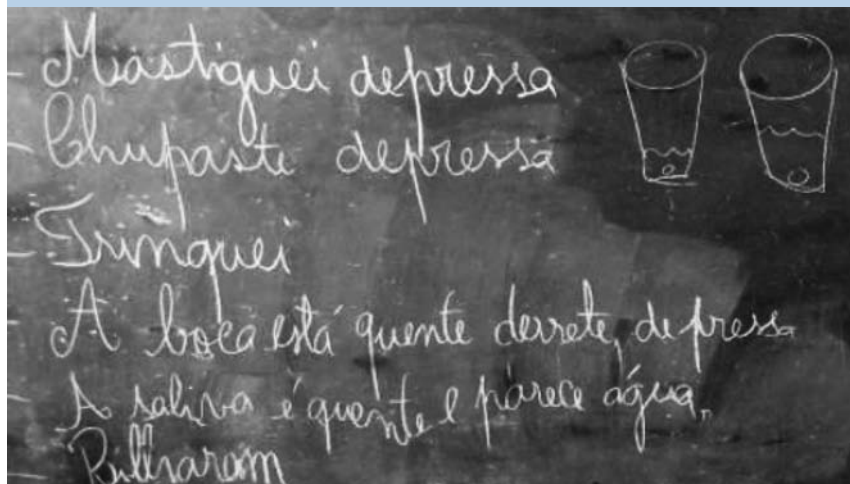


Figura 1. Contexto de exploração do tema «Dissolução em líquidos». Excerto do portefólio de um professor formando.

variável independente em estudo) mas também da massa de soluto escolhida (quanto menor for, menor será o tempo) e da agitação usada (quanto maior for, menor será o tempo). O resultado tem a ver com a interpretação dos dados, retiradas as condições que os justificam individualmente, isto é, para a situação em estudo deverá ser «aumentando a temperatura diminui o tempo necessário à dissolução completa».

A conclusão refere-se à resposta (possível) à questão-problema inicial. Se, no caso presente, a questão tivesse sido «Qual a influência da temperatura na dissolução do açúcar em água?», a investigação conduzida permitiria aos alunos concluir que «a dissolução é mais rápida quando a temperatura aumenta, para valores compreendidos entre X (o menor) e Y (o mais elevado)».

É importante também que os alunos compreendam os limites de validade da conclusão. Tal conclusão é balizada pelos valores máximo e mínimo da temperatura usada. Nada se poderá extrapolar para além desses valores.

A conclusão alcançada fica condicionada também pela própria variável dependente escolhida para responder à questão de partida. Se para a pergunta «Qual a influência da temperatura na dissolução de [...] em água?» se escolheu o tempo de dissolução completa, não será possível, na conclusão, exceder esse âmbito. Assim, ficará sem resposta se aumentar a temperatura implica ou não ser possível dissolver maior quantidade do soluto.

Alguns dados recolhidos em sala-de-aula

Tendo por referência o trabalho desenvolvido pela equipa de formação da Universidade de Aveiro no âmbito do PFECC, ilustra-se a operacionalização e implementação de actividades experimentais investi-

Factores que podem influenciar o tempo de dissolução de um rebuçado			
Ideias/Opiniões	Factores que influenciam a dissolução	Questão-problema	Resposta à questão-problema
trincou	o estado de divisão do rebuçado (soluto)	"O estado de divisão do rebuçado (soluto) influencia o tempo de dissolução?"	Sim
-chupou e misturou com a saliva; -tinha muita saliva	quantidade de líquido (solvente)	"A quantidade de líquido (solvente) influencia o tempo de dissolução?"	Não
deu muitas voltas na boca (mexeu)	agitação	"A agitação influencia o tempo de dissolução?"	Sim
boca quente; boca morna; saliva quente	a temperatura do líquido (solvente)	"A temperatura do líquido (solvente) influencia o tempo de dissolução?"	Sim
rebuçados de diferentes tamanhos	o tamanho do soluto (massa)	"O tamanho do rebuçado influencia o tempo de dissolução?"	Sim
rebuçados de diferentes tipos	o tipo de rebuçado (soluto)	"O tipo de rebuçado influencia o tempo de dissolução?"	Sim
salivas diferentes	o tipo de líquido (diferentes líquidos)	"O tipo de líquido (solvente) influencia o tempo de dissolução?"	Sim

Figura 2. Registo síntese acerca de factores que influenciam o tempo de dissolução de um rebuçado. Excerto do portefólio de um professor formador.

gativas em sala-de-aula por professores em formação com o acompanhamento/supervisão do formador. Tais actividades enquadram-se na abordagem do tópico «Factores que influenciam o tempo de dissolução de um material».

Na esteira do sugerido no guião didáctico, «Dissolução em líquidos», vários professores formandos (PF) partiram de um contexto familiar e próximo das crianças, chupar um rebuçado, sendo o acto de chupar um rebuçado rentabilizado para fazer perguntas às crianças, conforme ilustra o seguinte excerto retirado do portefólio de um PF (fig. 1).

As respostas das crianças foram usadas como ponto de partida para a exploração de factores

que influenciam o tempo de dissolução de um rebuçado num dado intervalo de tempo, relacionando os termos usados pelas crianças e termos cientificamente apropriados. Por exemplo:

- Trincar significa 'dividir em pedaços mais pequenos, triturar'.
- Mexer significa 'agitar'.
- Chupar significa 'remover a solução e adicionar mais solvente'.
- Saliva corresponde ao 'solvente (tipo de solvente)'.

No sentido de evidenciar a relação entre as respostas dos alunos, o levantamento de factores que estas julguem poder influenciar o tempo de dissolução completa de um rebuçado e a formulação de uma questão

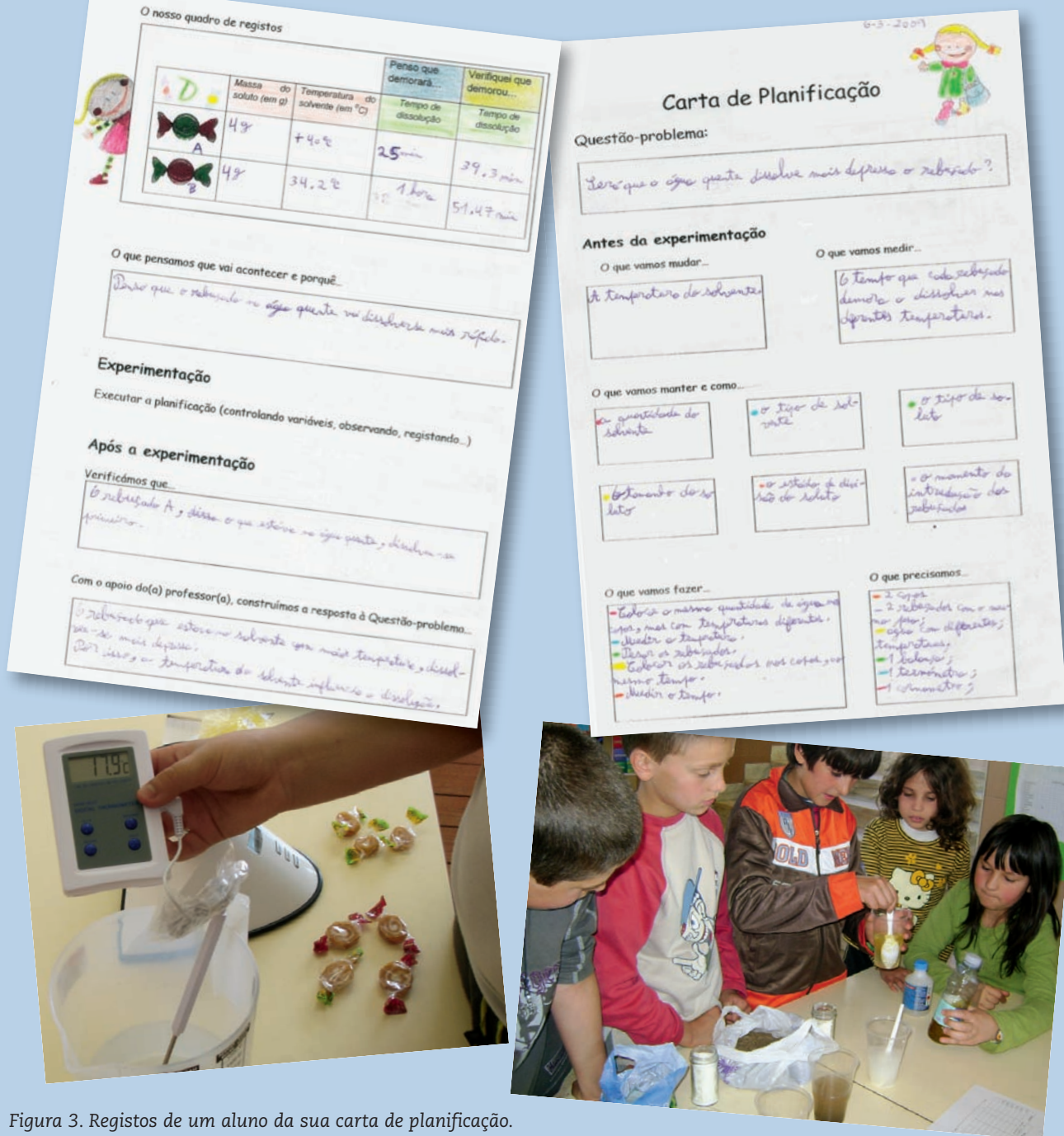


Figura 3. Registos de um aluno da sua carta de planificação.

específica para cada factor, cuja resposta vai exigir uma experimentação com controlo de variáveis, muitos professores formados orientaram a construção de quadros síntese (fig. 2), retirado do portefólio de um professor formador. A última coluna do quadro síntese foi sendo preenchida permitindo, num dado momento, saber as questões-problema a que a turma havia já respondido.

Seguindo de perto as propostas apresentadas no guião didáctico «Dissolução em líquidos», os PF orientaram os alunos na planificação de experiências que permitissem recolher dados para responder às questões-problema formuladas,

respeitando os princípios a que obedece um ensaio controlado. Para tal foi usada a carta de planificação, conforme ilustra o exemplo a seguir apresentado, retirado do portefólio de um PF (fig. 3).

Do exemplo anterior verifica-se que a carta de planificação se mostrou ser uma ajuda relevante, quer para professores quer para alunos na realização de actividades de índole experimental, assegurando rigor e compreensão conceptual, processual e atitudinal. De acordo também com os relatos das formadoras, quando usada de modo contextualizado, a carta de planificação, mostrou-se ser útil como instrumento de formação do PF nas diferentes

tipologias de formação, porquanto ajudava os próprios PF a organizarem o seu pensamento e exporem as suas concepções sobre as diferentes temáticas como a que aqui se ilustrou (a dissolução em líquidos).

Considerações finais

Este programa de formação de professores constituiu, durante quatro anos, um efectivo esforço de mudança na formação continuada de professores sobre ensino experimental com repercussão nas aprendizagens dos alunos a ciências. No total foram envolvidos mais de sete mil professores, que trabalharam com mais 140.000 alunos.

A complexidade dos processos formativos do programa, os princípios seguidos na sua operacionalização, como a articulação entre teoria e prática, e outras evidências, tais como os portfólios individuais finais elaborados pelos PF, apontam para um impacto positivo do programa nas concepções e práticas dos professores que o frequentaram, particularmente aqueles que completaram dois anos de formação (Vieira, 2010, p. 98). Um estudo de avaliação do impacto do programa, a nível nacional está em curso.

Por agora, e no que diz respeito ao presente trabalho, pode dizer-se que é possível desenvolver no 1º CEB aprendizagens com valor para o conhecimento químico. Não se trata de entrar precocemente nos domínios simbólico ou sub-microscópico mas antes de desenvolver competências do foro procedimental, aprendendo a executar ensaios experimentais controlados e a inferir conclusões válidas. No Ano Internacional da Química pretende-se focar atenção especial na importância do conhecimento químico para compreender e para melhorar o mundo. Muitas das aprendizagens relevantes em contextos disciplinares específicos ocorrem fora deles. O caso aqui relatado sobre fenómenos de dissolução evidenciou que os alunos envolvidos alcançaram aprendizagens com valor no domínio da química e transferíveis para outras áreas científicas, tal como se advoga numa perspectiva de literacia científica.

Referências bibliográficas

- GOLDSWORTHY, A.; FEASEY, R. (1997). *Making sense of primary science investigations*. Hatfield: The Association for Science Education.
- MARTINS, I. P.; VEIGA, L. (2001). «Early science education: Exploring familiar contexts to improve the understanding of some basic scientific concepts». *European Early Childhood Education Research Journal*, 9(2): 69-82.
- MARTINS, I.; VEIGA, L.; TEIXEIRA, F.; TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M.; RODRIGUES, A.; COUCEIRO, F. (2006). *Educação em ciências e ensino experimental: Formação de professores*. Lisboa: Ministério da Educação. Direcção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular. <http://sitio.dgicd.min-edu.pt/experimentais/Paginas/Recursos_Didacticos.aspx>
- (2007). *Explorando materiais... Dissolução em líquidos: Guião didáctico para professores nº 2*. 2ª edição. Lisboa: Ministério da Educação. Direcção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular. <http://sitio.dgicd.min-edu.pt/experimentais/Paginas/Recursos_Didacticos.aspx>
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO; DEB (2001). *Currículo nacional do ensino básico: Competências essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- NSRC (1997). *Science for all children*. Washington: National Academy Press.
- OECD (2000). *Measuring student knowledge and skills: The PISA assessment of reading, mathematical and scientific literacy*. Paris: OECD.
- (2002). *Programme for International Student Assessment: Sample tasks from the PISA 2000 assessment of reading, mathematical and scientific literacy*. Paris: OECD.
- (2003). *The PISA 2003 assessment framework: Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. Paris: OECD.
- ROCARD, M. [et al.] (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Bruxelas: Comissão Europeia.
- VIEIRA, R. M. [coord.] (2010). *O programa de formação de professores do 1º ciclo do ensino básico em ensino experimental das ciências na Universidade de Aveiro: 2006 a 2009*. Aveiro: Universidade de Aveiro. Comissão Editorial.



Isabel P. Martins

é professora catedrática no Departamento de Educação (DE) e coordenadora do Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF) da Universidade de Aveiro. Licenciada em química e doutorada em didáctica das ciências. Coordenou programas e projectos de âmbito nacional
E-mail: imartins@ua.pt.



Rui Marques Vieira

é professor auxiliar da Universidade de Aveiro (DE) e membro do CIDTFF. Faz parte da Comissão Técnico-Consultiva do Programa de Formação de Professores do 1º CEB em Ensino Experimental das Ciências e foi coordenador do mesmo no distrito de Aveiro.
E-mail: rvieira@ua.pt.



Celina Tenreiro-Vieira

é professora de ciências do ensino básico e membro do CIDTFF da Universidade de Aveiro. Membro da Comissão Técnico-Consultiva do Programa de Formação de Professores do 1º CEB em Ensino Experimental das Ciências, integra, actualmente a equipa do projecto de avaliação do impacto do referido programa de formação.
E-mail: cvieira@ua.pt.