

Física e Química – A mesma linguagem?¹

ADRIANO SAMPAIO E SOUSA E PAULO SIMEÃO CARVALHO²

Resumo

Neste trabalho é focada a importância da linguagem no ensino das ciências. São identificadas algumas situações concretas em que não existe uma linguagem comum

entre a Química e a Física, para a descrição de um mesmo conceito. Atendendo à perturbação que tal facto pode suscitar na aprendizagem dos alunos, propõem-se algumas estratégias de superação.

Introdução

O poder das palavras é raramente reconhecido pelos professores como a essência do ensino e aprendizagem da Ciência, sendo a principal tônica colocada geralmente na experiência física e no trabalho prático. Não pretendendo retirar a este último a sua importância real, particularmente nos níveis de ensino mais elementares, queremos contudo realçar que as questões de linguagem são responsáveis por uma boa parte do insucesso escolar e do alheamento crescente dos alunos em relação ao estudo da Ciência. Veja-se por exemplo o importante estudo realizado recentemente em Portugal com alunos dos ensinos secundário e universitário (Leite e Almeida, 2001).

Neste trabalho partiremos das seguintes premissas: (1) Aprender a linguagem científica é uma parte importante da educação científica. (2) A linguagem é um dos principais obstáculos para a aprendizagem da Ciência pelos nossos alunos. (3) Existem várias estratégias de ensino que podem ajudar a ultrapassar estas barreiras (Wellington e Osborne, 2001; Sutton, 1992).

(1) Aprender a linguagem científica

A relação entre a linguagem e o pensamento é extremamente importante. Vygotsky (1987) estudou esta relação, tendo estabelecido a sua reciprocidade: o desenvolvimento de uma contribui para o desenvolvimento da outra; isto é particularmente notório a partir do início da escolaridade, mas verifica-se já durante as primeiras fases de aprendizagem da linguagem oral "em casa". Para o progresso desta aprendizagem e para o desenvolvimento da linguagem escrita, a leitura – hoje em dia tão pouco cultivada entre os jovens – é um factor de importância primordial.

A "linguagem do quotidiano" desenvolvida pela criança e pelo adolescente é fortemente influenciada por factores sócio-culturais; assim, o significado dos termos tem um carácter relativo, variando muitas vezes com o contexto e com o meio. Pelo contrário, a linguagem científica caracteriza-se pela sua generalidade e universalidade, tendo cada termo um significado preciso. Contudo, aplicam-se frequentemente palavras e expressões retiradas do quotidiano para designar os conceitos científicos; este hábito é responsável por muitas dificul-

dades dos alunos, que utilizam designações conhecidas sem se aperceberem de que o seu significado mudou completamente (Lee, Smagorinsky, 2000). Torna-se assim evidente que, para a compreensão da Ciência é fundamental, não só o domínio da metalinguagem científica (Leite, Almeida, 2001), como também uma clarificação entre as designações do quotidiano e os termos científicos.

(2) Linguagem como obstáculo

Ouvimos muitas vezes os professores de Física e Química reclamarem, justamente, contra a falta de articulação entre os programas e as práticas lectivas da sua área e de outras áreas científicas afins, como a Matemática e as Ciências Naturais; os alunos aprendem muitas vezes o mesmo conceito em contextos diferentes, criando esquemas cognitivos separados, ou aplicam o mesmo termo a fenómenos diferentes, criando duas definições paralelas. Mas será que a própria linguagem da Física e da Química, leccionadas em conjunto pelo mesmo docente, nos ensinos básico e secundário, se encontra unificada?

¹ Comunicação oral apresentada no III Encontro da Divisão de Ensino e Divulgação da Química, da Sociedade Portuguesa de Química, realizado em 21 de Novembro de 2003, na Póvoa de Varzim.

² Departamento de Física, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Estas duas Ciências tiveram como objecto, desde as suas origens, uma abordagem dos fenómenos a escalas diferenciadas: a Física dirigia os seus interesses para a escala macroscópica e para a escala subatómica, enquanto a Química se ocupava tradicionalmente da escala molecular. Este facto levou ao desenvolvimento, nestas duas áreas, de uma linguagem própria para a caracterização dos fenómenos, adequada à especificidade de cada uma. Como consequência, a descrição de um mesmo fenómeno sob o ponto de vista da Física e da Química é feita de forma diferente, muitas vezes com carácter complementar, mas que para um aluno (ou professor menos atento) sugere formas alternativas de interpretação desse fenómeno.

Além disso, o ensino da Física e da Química (e de outras Ciências) tem sido implementado habitualmente de modo compartimentado, quer no ensino básico, quer no ensino secundário. Para os alunos, isto é muitas vezes interpretado como fruto da inexistência de articulação entre conteúdos destas duas áreas; assim, quando o mesmo fenómeno é abordado na Física e na Química, os alunos não conseguem relacionar as duas descrições e tendem a optar por uma delas, consoante o contexto em que o fenómeno aparece.

Apresentamos em seguida alguns exemplos de conceitos acerca dos quais são frequentemente transmitidas diferentes perspectivas no âmbito do ensino da Química e da Física.

Estado / Fase

Perspectiva da Química

- Atenção especial aos aspectos estruturais.
- Ênfase no conceito de estado.

Perspectiva da Física

- Aspectos microscópicos e propriedades macroscópicas. Ênfase no conceito de fase.

A noção de estado está relacionada com a estrutura da matéria, enquanto a noção de fase se encontra relacionada com a homogeneidade e uma fronteira

bem definida entre subsistemas do sistema em estudo. São conceitos diferentes, que se complementam: é necessário clarificar a distinção entre os termos fase e estado, pois a confusão entre ambos é frequente, quer por parte dos alunos, quer até dos próprios docentes. Expressões do tipo "durante a evaporação as moléculas mudam de estado" (e não de fase, como seria correcto) são utilizadas displicentemente.

Substância

Perspectiva da Química

- Sinónimo de pureza.
- Uso da expressão "substância pura" como redundância de linguagem – perigo de indução da concepção errónea "substância impura".

Perspectiva da Física

- Uso indiscriminado da palavra "substância" para designar vários materiais.

Ex. Introdução de impurezas nas substâncias (dopagem)

Devem ser evitadas expressões redundantes como "substância pura" (existem outros exemplos, como "luz visível" ou "som audível") e utilizadas de forma correcta as palavras "substância" e "mistura".

Quantidade de matéria/substância

Perspectiva da Química

- Quantidade de substância como grandeza SI.
- Inicialmente aplicada a substâncias, depois também alargada à matéria em geral.

Ex. electrões, iões...

Perspectiva da Física

- Quantidade de matéria como definição operacional de massa (antes da introdução das leis de Newton).

Os alunos devem ser alertados explicitamente para as definições e especificidades destes dois conceitos, que são totalmente diferentes. A definição operacional de massa deve ser substituída logo que possível pelo conceito de

massa inercial (e, mais tarde, massa gravitacional).

Densidade

Perspectiva da Química

- Característica de uma substância.
- Critério de pureza.
- A propósito da estrutura da matéria, é associada ao "empacotamento das partículas".

Perspectiva da Física

- Proporcionalidade entre massa e volume: massa de uma unidade elementar de volume.

A definição deste conceito, que é um só, deve ser construída à custa dos diferentes atributos que lhe são imputados, quer na Química, quer na Física, já que as duas perspectivas se completam.

Energia

Perspectiva da Química

- Por vezes associada à intensidade de uma força.

Ex. Energia de ligação:

forças de ligação fracas \leftrightarrow baixa energia de ligação

forças de ligação fortes \leftrightarrow alta energia de ligação

Perspectiva da Física

- Não existe ligação directa entre os conceitos de energia e força.

Ex. Energia mecânica associada ao trabalho das forças; energia cinética associada ao movimento (velocidade)

Deve ser evitada, tanto quanto possível, a relação directa entre energia e força pois os alunos tendem a não discriminar os conceitos "energia", "força" e "velocidade", como apontado desde há décadas por inúmeros investigadores; isto impossibilita uma aprendizagem significativa de qualquer um destes conceitos.

Motivação

Um dos possíveis motivos que levam os nossos jovens a abandonar precocemente a ciências é a desmotivação (passe o termo) que entre eles se instala por *não sentirem o problema*, pelo facto de não *meterem a mão na massa*. Com isto queremos apenas dizer que o ensino das ciências (apesar de todas as novas correntes de ensino) ainda se tem centrado muito no transmitir conhecimentos para decorar, para ser avaliado, para prosseguir os estudos, para...

Por *meter a mão na massa* queremos dizer, aguçar a natural curiosidade do jovem de tal forma que ele aborde o problema (qualquer problema!) de uma forma tanto quanto possível empírica, para que a *explicação científica* surja depois como reforço explicativo gratificante (e não como uma maçada, chatice, mais uma equação para decorar...).

Existe uma actividade diária que, de tão banal (como necessária), dela nos esquecemos quando queremos dar exemplos práticos da ciência do dia-a-dia, nomeadamente da química –trata-se da **alimentação**.

A alimentação, nas suas várias vertentes –preparação, conservação, confecção– é um processo em tudo semelhante ao que se passa num laboratório. Na realidade, os químicos e os chefes de cozinha têm muito em comum (aliás existem alguns que são simultaneamente as duas coisas) e possuem uma abordagem idêntica, por exemplo, no manejo dos utensílios (tachos, panelas, facas, fornos, etc., devem ser utilizados com os cuidados que se devem observar com provetas, mantas de aquecimento, etc.). E que dizer dos reagentes e das fórmulas? Quando elaboramos os alimentos seguimos receitas em tudo parecidas com os procedimentos laboratoriais. "Batam-se 6 claras com um garfo, juntando umas gotas de limão ou umas pedras de sal, até ficar em consistência em castelo", é uma acção tão protocolar como "Pesar depressa mas rigorosamente 0.40g de NaOH, dissolver em 100mL de água e com esta solução titular uma solução aprox. 5% de ácido acético".

Por outro lado, temos a noção que os procedimentos laboratoriais são infalíveis, isto é, se repetirmos a mesma experiência com os mesmos reagentes nas mesmas condições, obteremos o mesmo resultado –final esta é a base do método científico usado nos últimos 4 séculos. Em contrapartida, todos nós sabemos, empiricamente, que o bolo não sai sempre da mesma maneira (mas cuidado, há até quem ache que a posição da lua, ou a altura o mês pode influenciar o bolo ou a maionese, ou ...).

Nesta actividade propomos algo diferente do que habitualmente se faz num laboratório e que vai permitir debater, entre outros, estes 2 conceitos que apontámos acima: algo muito prático e que qualquer aluno sabe, mas sobre o qual pode nunca ter pensado cientificamente e que permita discutir a questão da repetibilidade de um procedimento laboratorial.

Para tal, vamos fazer várias versões de um bolo de uma forma não muito convencional –num copo ou caneca–, trabalhando com doses individuais e um método muito rápido de cozedura –um forno de microondas. Este, por sua vez, até pode servir de tema de conversa sobre a inocuidade do microondas na cozedura de um bolo (sim porque ainda existem muitos mitos) e ao mesmo tempo para explicar como funciona o aquecimento com um microondas. Neste caso pode (consoante o grau de escolaridade envolvido) explicar-se a transferência de energia num forno de microondas desde a rotação rápida das moléculas de água (ou outro líquido), por exemplo, experimentar aquecer na potência do microondas apenas os sólidos do bolo para verificar que não aquecem, até aos fenómenos de da cavidade de microondas, por exemplo, pincelar ou espalhar clara de ovo num prato e colocá-lo no interior do microondas sem que este rode, para verificar os nodos internos da cavidade (e consequentemente explicar que é por isso mesmo que se usa um dispositivo que rode para que o aquecimento se processe de forma uniforme).

Depois de cozinhar este bolo faremos outro da mesma forma, mas em que trocaremos os reagentes/ingredientes habituais por outros não imaginados para a função, por exemplo, o ovo é trocado por detergente líquido (?!?!). Esta parte da experiência servirá para explicar o que cada ingrediente do bolo está lá a fazer.

A acção da farinha

A farinha é uma mistura complexa de componentes orgânicos –macromoléculas (amido, proteínas), açúcares (mono, di, e oligossacáridos), lípidos (matéria gorda)– e matéria inorgânica –água e sais minerais. Do ponto de vista estritamente nutritivo, o factor mais interessante na farinha (qualquer farinha alimentar) é o de as proteínas estarem em elevada concentração. No entanto, do ponto de vista do acto culinário, a presença de um elevado teor em proteína, provoca, na presença dos sais e quando se lhe junta água (ou outro líquido) a desnaturação dessa proteína. Neste caso, essa desnaturação conduz à formação de uma rede polimérica extensa com propriedades elásticas consideráveis e que consiste na proteína inchada pela água –o glúten. No entanto, como se trata de um polieletrólito, a proteína inchada vai comportar-se como um gel com propriedades reológicas (elevada força de coesão) essenciais à formação do pão e massas consistentes, mas não de um bolo, que se quer fofo. É por isso que a farinha para bolos tem uma quantidade reduzida de proteína, suficiente para a formação de uma rede polimérica mas muito menos coesa permitindo apenas aguentar a estrutura com imenso ar pelo meio.

A acção do fermento e da mistura mais ou menos vigorosa

O fermento (sólido) das farinhas consiste numa mistura de bicarbonato de sódio mais

um ácido e amido (que absorve a humidade e evita a reacção entre ambos). Ao misturar-se o fermento com água (ou outro líquido que a contenha) os seus constituintes dão origem a um sal, água e dióxido de carbono. É este CO₂ que ao ser libertado em pequenas bolhas no seio da massa que está a ser mexida, vai dar a textura fofo ao bolo. Se se mexer a massa apenas a envolver os ingredientes de forma a tornar a mistura homogénea, o resultado é que o CO₂ permanecerá incorporado na massa, e portanto o bolo vai crescer. Caso se proceda a uma mistura vigorosa e prolongada da massa, o CO₂ perde-se e o bolo terá um aspecto compacto. Existe também um efeito de temperatura, que pode ser experimentado simplesmente fazendo a mistura de fermento em água fria, ou em água quente (>60°C).

A acção do açúcar

O açúcar, além do efeito óbvio, vai também contribuir para que as proteínas formem menor número de ligações da rede acima descrita (em virtude de formar ligações açúcar-proteína), ajudando a tornar a estrutura do bolo mais fofo. Pode reduzir-se a quantidade de açúcar para _ ou mesmo 1/10 (scones) do valor recomendado para se comparar a textura com a da receita original.

A acção do leite

O leite vai essencialmente contribuir com a água necessária para humidificar o bolo (aliás pode muito bem substituir-se o leite por água), contribuindo em muito menor escala com algumas proteínas e sabor.

A acção do óleo (ou outra gordura)

O óleo, contribui com a gordura necessária para amaciar o paladar do bolo (além de acrescentar sabor) e exerce uma função adicional de protecção das proteínas da farinha que, ao evitar a formação de glúten, torna o bolo mais fofo.

A acção destes dois ingredientes juntos – óleo (hidrofóbico) e água (hidrofílica) (como o azeite e o vinagre) – só é possível graças à presença do ovo, cujas proteínas fornecem a emulsionante necessário (como também acontece na maionese).

A acção dos ovos

Os ovos representam uma parte importante no processo. As proteínas de que são feitos desnaturam por efeito mecânico (claras em castelo), ou por efeito de sal ou ácido (experimentalmente 1 gota de limão em cima das claras e vejam estas a ficar brancas e duras, percebe-se por isso porque 1 gota de limão ajuda a que as claras em castelo não deslassem) ou ainda por efeito da temperatura (ovo cozido, frito, estrelado, etc.). A incorporação do ovo no preparado para o bolo vai, por efeito da temperatura, ajudar rapidamente à solidificação do bolo. Neste caso, é visível no forno microondas que o bolo vai começar a solidificar por inteiro e subir mesmo para fora do copo/caneca.

A acção emulsionante das proteínas do ovo pode então ser compreendida substituindo-o por uma quantidade equivalente de detergente líquido (por vezes é necessário experimentar antecipadamente a quantidade de detergente, uma vez que existem mais ou menos concentrados no mercado).

A acção do forno microondas

É de notar que fazer um bolo destes em 2-3 minutos só se consegue porque a potência de aquecimento é razoável, mas também porque a temperatura é homogénea em toda a massa do bolo. Este efeito é visível no forno microondas, podendo observar-se que o bolo vai começar a solidificar por inteiro (e subir mesmo para fora do copo/caneca) enquanto que num bolo convencional existem tensões na massa e a solidificação se dá de forma diferenciada, ficando sempre o bolo com um ar arredondado no topo.

A radiação de microondas (frequência @ 2.45GHz) ao atravessar os alimentos altera as suas propriedades eléctricas, quer fazendo rodar as moléculas polares (como a da água), quer originando correntes eléctricas dos iões em solução (sais, ácidos, etc. presentes nos alimentos). O facto de a água estar em pequenas quantidades na massa do bolo leva a que as moléculas sejam amortecidas (a rotação não é livre) e consequentemente percam energia para o resto da massa sob a forma de calor (como no fenómeno de atrito). O facto de a massa ter gordura, açúcares e outro polímeros não polares, baixa-lhe a sua capacidade térmica, consequentemente, para a mesma quantidade de energia recebida a massa aquece mais que outros alimentos, e, portanto, coze mais depressa.

Um exercício interessante consiste em demonstrar a validade do Princípio de Lavoisier na confecção deste bolo. Peça-se aos alunos para pesar o copo/caneca com o conteúdo antes e depois de *cozinhado*, para se aferir que a evaporação de líquidos foi mínima (não detectável na maioria das balanças). Na realidade, pode pedir-se aos alunos que façam o mesmo exercício em casa quando for confeccionado um bolo *tradicional* (de maiores dimensões) e comentar, porque é que na confecção num forno existem perdas de massa (as balanças de casa devem ter sensibilidade para medir a diferença da água evaporada) e no forno de microondas tal não se passa (as perdas devem-se essencialmente ao tempo elevado de cozedura que permite a difusão continuada da água para fora do recipiente e depois para fora do forno, enquanto que no copo, em 2-3 minutos, praticamente não se perde líquido).

Quando grande parte das pessoas ouve falar em Química, normalmente associam a palavra a coisas desagradáveis, como pesticidas, poluentes, contaminantes. Nem se lembram que a vida de hoje sem plásticos, produtos farmacêuticos, corantes (para as roupas, a coca-cola, ou qualquer outra coisa pintada), etc... não seria possível. Mesmo sem esses exemplos, existem coisas que fazemos todos os dias e que, se estivermos com atenção, veremos nelas Química, e ainda por cima uma química divertida.

Vamos levar o laboratório para a cozinha e vamos usar *reagentes e material* que estás habituado a ver noutro contexto. Vamos *meter as mãos na massa* e fazer um bolo de uma forma não muito convencional mas que servirá para exemplificar o que acontece quando fazemos um bolo de chocolate *tradicional* e para explicar o que cada ingrediente do bolo *está lá a fazer*.

Reagentes:

40g de farinha com fermento
50g de açúcar
10g de cacau
1 ovo
10mL de óleo
10mL de leite

Material

Copo ou caneca para ir ao microondas
Espátulas (ou colher)
Agitador (ou garfo)
Microondas

Procedimento

Misturar homogeneizando a farinha (com fermento) com o açúcar e o cacau. Misturar o ovo e incorporar o óleo e o leite.

Levar ao microondas na potência máxima cerca de 2 a 2_ minutos.

Nota: Pode fazer-se numa caneca mas se se fizer num copo ainda é mais espectacular porque se pode observar todo o processo durante a cozedura.

Estarão todos a comentar "mas isto é uma receita muito pequena para um bolo simples de chocolate!". Não, não se trata de uma receita para o "chá de bonecas", trata-se de uma receita para uma dose individual de um bolo de chocolate, em vez da tradicional fatia de bolo de chocolate feita de um bolo de *dimensões* normais. Vamos misturar os *reagentes/ingredientes* e observar o que se passa quando os misturamos.

Já devem ter ouvido que a ordem pela qual se misturam os ingredientes não é arbitrária. Haverá algum motivo para isso? Ou será apenas porque é mais um dos hábitos culinários e/ou culturais? Discutam com o/a vosso/a professor/a.

Claro que se a mistura de sólidos for homogénea torna mais fácil a sua solução ou incorporação com outros constituintes e, consequentemente, a *reação* (cozedura). Por outro lado, também a mistura também não deve ser feita de qualquer maneira. Veremos seguidamente o efeito nefasto que pode ter mexer demasiado a massa do bolo.

Agora vamos agora repetir a experiência anterior alterando, alternadamente, um dos reagentes para perceber de uma forma racional como cada um deles intervém na reação.

1ª variante – Substituir o ovo por cerca de 10mL de detergente comercial da loiça.

Com o mesmo procedimento e seguindo a metodologia anterior (tempo de cozedura inclusive), refazer o *bolo*. Discute o que aconteceu. O produto obtido agora tem o aspecto do bolo inicial? Se sim, isso quer dizer que no processo químico que ocorre na mistura de reagentes o ovo vai desempenhar as mesmas funções do detergente? Quais serão essas funções?

2ª variante – Substituir a farinha com fermento por uma que não tenha fermento.

Discute com o professor em que consiste o fermento que está na farinha por forma a perceber a diferença entre as duas situações.

Para perceber o efeito de temperatura, mistura a mesma quantidade (1 colher de chá) fermento em água (50mL) fria e água quente (>60°C) e observa o que se passa. Discute as reações que estão a ocorrer.

3ª variante – Não colocar óleo.

Com procedimento inicial (tempo de cozedura inclusive), refazer o *bolo*. Discute o que aconteceu. O produto obtido agora tem o aspecto do *bolo* inicial? Em que medida é que o óleo ajuda na confecção do *bolo*?

4ª variante – Reduzir o açúcar para 10g (ou mesmo na totalidade)

Com procedimento inicial (tempo de cozedura inclusive), refazer o bolo. O produto obtido agora tem o aspecto do bolo inicial? Em que medida é que o açúcar ajuda na confecção do bolo? Discute com o/a professor/a o resultado.

5ª variante – Agitação vigorosa

Com procedimento inicial (tempo de cozedura inclusive), refazer o bolo mas só após mexer a massa com uma batedora tipo varinha-mágica durante pelo menos 10 minutos. Discute o que aconteceu. O produto obtido agora tem o aspecto do bolo inicial? Em que medida foi a estrutura da massa afectada pela agitação vigorosa? Ter-se-ão quebrado ligações? Ou algo mais ocorreu?

Quando fizeres estas experiências deves lembrar os princípios básicos que regem a química, nomeadamente o princípio de Lavoisier. Assim, pesa o copo/caneca com o conteúdo antes e depois de *cozinhado*. O resultado era o esperado desta reação? Discute com o/a professor/a o resultado.

Discute também com o/a professor/a o porquê da utilização do forno microondas neste caso e tenta saber como funciona

Visitem o endereço "A Cozinha é um laboratório" do Programa Ciência Viva <http://www.cienciaviva.pt/divulgacao/Cozinha/> para tirarem mais ideias para a vossa próxima experiência *gastronómica*.

E existem muitos mais sites onde podes ir buscar informação interessante para tema de conversa e debate com os professores e colegas. A título de exemplo:

A química da cozinha

<http://www.ajc.pt/ciencia/n04/marado.php3>

Ciência em casa

<http://cienciaemcasa.cienciaviva.pt/index.html>

La main a la pate

<http://www.inrp.fr/lamap/>

How Things Work

<http://howthingswork.virginia.edu/>

Experimentos para a sala de aula

<http://www.professorberti.hpg.ig.com.br/EXPERIM.htm>

Sem dúvida, uma cozinha é um laboratório. De cheiros e gostos, de emoções e histórias. Agora *mãos à massa* e divirtam-se.

António Lopes, alopes@itqb.unl.pt



Velocidade

Perspectiva da Química

- Conceito de velocidade associado à ideia de rapidez ou taxa de variação.

Ex. Velocidade de reacção.

Perspectiva da Física

- Grandeza vectorial, definida à custa do vector deslocamento. Contém, como caso particular, o conceito de rapidez.

Tratando-se de um conceito de tão grande importância e elevado grau de dificuldade para os alunos, torna-se aqui evidente a necessidade de uniformizar/clarificar a linguagem entre a Química e a Física; assim, recomenda-se um uso correcto das designações "velocidade" e "taxa de variação".

Não pretendemos neste trabalho esgotar todas as situações: haverá certamente mais casos em que a linguagem utilizada no ensino da Química e da Física (e de outras Ciências) carece de uma maior uniformização. Assim, encorajamos os professores a estarem atentos e identificarem outros casos nas suas práticas lectivas e a efectuarem a sua divulgação.

(3) Estratégias de ensino

Sendo a linguagem científica uma parte importante da literacia e verificando-se que pode ser um obstáculo à aprendizagem da Ciência pelos alunos, é neces-

sário recorrer a novas estratégias de ensino que possam contribuir para minorar o problema.

Neste sentido, constata-se que a Reorganização Curricular do Ensino Básico vem criar as condições necessárias à articulação entre as temáticas da Física e da Química e os conceitos abordados, esbatendo assim a sua compartimentação e facilitando o desenvolvimento de uma linguagem comum; todavia, tal situação ainda não se verifica nos novos programas do Ensino secundário.

Embora possam e devam surgir certamente outras ideias relevantes, gostaríamos de sugerir duas estratégias que têm vindo a ser utilizadas em vários países com algum sucesso:

- A primeira, é a construção e reconstrução, na sala de aula, de um glossário único para Química e Física (e, se possível, englobando outras ciências), com base na verbalização dos conceitos efectuada pelos próprios alunos e corrigida pelo professor. Esse aspecto da verbalização é extremamente importante para o processo de aprendizagem do aluno, não só porque é parte activa na construção conceptual, como também porque se revê na linguagem usada no glossário e, deste modo realiza uma aprendizagem significativa (Arons, 1997).
- A segunda, é a já tradicional elaboração de mapas conceptuais, mas desta vez interligando as unidades didácticas

de Química e Física, e eventualmente de outras ciências afins. Um exemplo de utilização construtivista dos mapas conceptuais é o trabalho realizado por Sansão, Castro e Pereira (2002) em que esta ferramenta é usada para avaliar a evolução conceptual dos alunos, comparando o seu desempenho antes e após a leccionação de uma unidade didáctica, antes e após a interacção com outros alunos.

Referências:

- Arons, A.B.**, *Teaching Introductory Physics*, John Wiley Sons, Inc., 1997
- Lee, C.D., Smagorinsky, P. (ed.)**, *Vygotskian Perspectives on Literacy Research*, Cambridge University Press, Cambridge, 2000
- Leite, M.S., Almeida, M.J.**, Compreensão de Termos Científicos no Discurso da Ciência, *Revista Brasileira de Ensino da Física*, **23** (4) (2001) 458-470
- Sansão, M.O., Castro, M.L, Pereira, M.P.**, *Mapa de Conceitos e Aprendizagem dos Alunos*, IIE – <http://www.iie.min-edu.pt>, Biblioteca Digital (02-12-2002)
- Sutton, C.**, *Words, Science and Learning*, Open University Press, Buckingham, 1992
- Vigotski, L.S.**, *Pensamento e Linguagem*, Martins Fontes, São Paulo, 1987
- Wellington, J., Osborne, J.**, *Language and Literacy in Science Education*, Open University Press, Buckingham, 2001