

# Linguagem em Química

## — Estudo de um caso \*

Mariana P.B.A. Pereira <sup>a</sup>

M. Jourdain: *O quê? Quando eu digo «Nicole, traz-me os meus sapatos de quarto e dá-me o meu roupão», é prosa?*

O Professor de Filosofia: *É sim senhor.*

M. Jourdain: *Céus! Tenho falado em prosa nos últimos 40 anos e não o sabia!*

Molière, *Le Bourgeois Gentilhomme*

### 1. Introdução

A explosão escolar da última década fez com que os professores se tivessem que preocupar com mais questões do que simplesmente o conteúdo das suas aulas. Um dos desafios que lhes foi lançado foi o de comunicarem com os seus alunos, utilizando uma linguagem que lhes fosse compreensível.

Uma das funções da educação em ciência deve ser a de disseminar um conjunto básico de princípios científicos simples, que possam ser relevantes para a vida da população em geral.

A reflexão do carácter dinâmico da ciência e, do nosso conhecimento em termos de factos e de teorias crescer rapidamente, verifica-se não tanto nos programas escolares — alguns dos quais não foram devidamente construídos nem interligados — mas, principalmente, nalguns livros escolares em que se procura comunicar por meio de uma linguagem correcta, inteligível pelos alunos e inter-relacionando factos e teorias.

Num relatório de há dez anos do Departamento de Ciência e Educação de Inglaterra, foi exarada a seguinte recomendação central:

«Na escola secundária todos os professores das diversas disciplinas necessitam de estar alerta, em primeiro lugar, para o processo linguístico pelo qual os alunos adquirem informação e compreensão e as implicações para o uso que o professor da linguagem; e, em segundo lugar, para o nível exigido nas leituras dos diferentes assuntos e meios que os alunos têm de os encontrar.»

Se quisermos transferir estas recomendações para o nosso ensino e, sem querer propor que todos os professores sejam professores de Português, podemos melhorar a compreensão que os alunos adquirem dos assuntos científicos, desenvolvendo neles confiança e capacidade de escrita, comunicação oral e leitura. Para isso, o professor deve estar alerta para a linguagem que utiliza, em especial a linguagem científica e, para a linguagem que os alunos empregam.

Vejamos um exemplo: ao aparecer uma palavra nova, uma característica da sua inserção no vocabulário é a definição do significado dessa palavra, a partir do modo como foi formada: cromatografia, ecologia, microscópio electrónico, halogénio, ...

Vejamos outro exemplo: ao estudar um fenómeno novo, esse fenómeno aparece com uma designação

científica que pode diferir da linguagem vulgar que os alunos utilizam. Assim, tem-se:

na linguagem vulgar

- o gelo derrete a 0 °C
- num copo com água o açúcar de uma colher desaparece
- um prego de ferro deixado à chuva enferruja

na linguagem científica

- o gelo funde a 0 °C
- num copo com água o açúcar de uma colher dissolve-se
- um prego de ferro deixado à chuva oxida-se

Num estudo feito por Edwin Page em 1971, alunos do second year “(equivalente ao nosso 6.º ano de escolaridade) deram definições de “dissolve”, algumas das quais foram aceites por um painel de professores e outras não foram aceites:

- definições de “dissolve” aceites pelo painel de professores:
  - é absorvido pela água
  - desaparece numa substância
  - qualquer coisa que se separa nos líquidos, ou mais simplesmente, que desaparece
  - desaparece, não se pode ver
  - o sólido mistura-se num líquido, sem o turvar
  - fica transparente na água
- definições de “dissolve” não aceites pelo painel de professores:
  - desaparece ao aquecer
  - em água quente funde
  - desintegra-se, ou desaparece, ou desfaz-se
  - evapora-se quando se põe dentro de alguma coisa
  - faz com que a água turve
  - quando se tem água e se põe dentro dela uma cor, diz-se que dissolve.

O vocabulário utilizado em aulas de ciências pode recorrer a termos técnicos e a termos que não sejam técnicos. Dois estudos feitos por Johnstone e Cassels (1980 e 1985) sobre compreensão de palavras não técnicas em ciência, chegaram aos seguintes resultados:

No estudo de 1980, palavras que menos de 70 % dos alunos têm correcto:

- |                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| (1) 1st form (equivalente ao 5.º ano) | 122 |
| (2) 2nd form (equivalente ao 6.º ano) | 73  |
| (3) 3rd form (equivalente ao 7.º ano) | 49  |
| (4) 4th form (equivalente ao 8.º ano) | 18  |

\* Comunicação apresentada no 8.º Encontro Anual da SPQ (Braga, Abril de 1985).

<sup>a</sup> Dep. Educação — Faculdade de Ciências de Lisboa.

Entre essas palavras contam-se as seguintes:

abundante	(1,2)	espontâneo	(1,2,3,4)
perpendicular	(1)	acumula	(1)
essencial	(1)	planeia	(1,2,3,4)
análise	(1)	excesso	(1,2,3)
positivo	(1,2)	ao acaso	(1,2,3)
factor	(1,2,3,4)	proporção	(1,2)
característico	(1,2,3)	fenómeno	(1,2,3)
referência	(1,2,3)	classifica	(1,2,3,4)
fundamental	(1,2,3)	relativo	(1,2,3,4)
composição	(1)	ilustra	(1)
sequência	(1,2,3)	conceito	(1,2,3,4)
interpreta	(1,2,3,4)	símbolo	(1)
constituente	(1,2,3,4)	liberta	(1,2,3,4)
simultâneo	(1,2,3,4)	corresponde	(1,2,3,4)
limite	(1,2,3,4)	sistema	(1,2,3,4)
critica	(1,2,3,4)	maioria	(1)
substitui	(1,2,3,4)	diagnostica	(1,2,3)
máximo	(1,2)	teoria	(1,2,3)
desintegra	(1,2,3,4)	média	(1,2,3)
transforma	(1,2)	desloca	(1)
modifica	(1)	válido	(1,2,3,4)
distingue	(1)	negativo	(1,2,3)
valor	(1,2,3,4)	efeito	(1,2,3)
neutro	(1)	velocidade	(1,2,3,4)
equivalente	(1)	percentagem	(1)
tabela	(1,2,3)		

No estudo de 1975, palavras que menos de 70% dos alunos têm correcto:

"form"	1	2	3	4	5	6	7
ano a que é equivalente	5	6	7	8	9	10	11
número de palavras	84	80	70	39	21	4	2

As duas palavras que menos de 70% dos alunos têm correcto em qualquer dos anos, são espontâneo e válido.

Nas aulas é importante explicar as palavras no contexto, a ligação com outras palavras e a distinção do uso geral; é importante que os alunos adquiram o vocabulário da ciência a fim de perceberem as ideias que este comunica. Por exemplo, a palavra quantidade tem como significados porção ou qualquer coisa que se mede, como massa, comprimento ou volume. No entanto, em Química, o professor deve utilizá-la correctamente, empregando a designação de porção, massa, volume e quantidade com significados bem distintos; além disso deve inculcar nos alunos a preocupação de estes também utilizarem correctamente cada uma das palavras atrás referidas, embora no contexto vulgar possam vir dadas como sinónimos.

Casos semelhantes acontecem com outras palavras com significado preciso em Química, como matéria, pressão, peso, sal, concentração, neutro, ácido, puro, elemento, entre outras.

Se, em certo sentido, o conhecimento é alimento, talvez seja uma boa ideia não sobrecarregar o "sistema digestivo". Contudo, para a pessoa que come, as suas futuras capacidades dependem mais da actividade gástrica e metabólica do que da composição detalhada do alimento. O mesmo acontece para quem está a aprender: novas ideias ganham significado quando são postas à parte e, a partir daí, incorporadas no próprio conhecimento. Embora isto pareça senso comum, contrasta fortemente com as tradições estabelecidas que influenciaram o ensino das ciências.

A tradição estabelecida em ciência sugere que se, por um lado, o significado de uma ideia é o seu grau de ligação com uma estrutura de outras ideias, então:

1 — o significado pode ser expresso em definições precisas, o significado expande-se indefinidamente à medida que se estabelecem mais ligações com outros conhecimentos;

2 — o conhecimento científico é público e internacional, escrito em revistas científicas

donde se segue que:

a — o significado não está na própria informação mas na mente de quem a lê;

b — o significado difere de pessoa para pessoa; há uma variedade de versões diferentes, privadas, de cada conceito científico, tal como há diferentes significados privados numa linha de poesia. A única diferença é que há mais sobreposições entre estas versões privadas no caso de um conceito científico. No campo ideal têm alguns pontos em comum, que constituem a versão pública mais aceite.

Esta foi a tradição, segundo a qual o significado não está fixo, apesar do esforço dos cientistas para tal. Historicamente vemos que novos significados foram construídos pelo esforço da mente humana, através do uso da linguagem. Ao terem acesso a estes significados os alunos também têm que os construir para eles próprios — reconstruindo-os, formando um conjunto de ligações com significado para eles: cada aluno deve pegar no conhecimento e torná-lo o seu próprio conhecimento.

O conhecimento reformulado pelo aluno, por ele próprio, tem as seguintes características:

a) é lembrado mais facilmente;

b) é ligado a outro conhecimento e, assim, acessível a partir de muitos outros pontos;

c) é aplicado com mais facilidade em situações novas, usado na vida diária, transferido a outras áreas ao resolver problemas e, tem influência em percepções futuras.

O conhecimento que o aluno não reformula:

a) é esquecido com maior facilidade;

b) habitualmente é lembrado apenas em circunstâncias muito semelhantes àquelas em que foi aprendido;

c) não é aplicado ou usado fora dessas circunstâncias.

A reformulação pode ser provocada quer por discussão em pequenos grupos, quer pela escrita que o aluno possa fazer sobre a situação, desde que professores e alunos esperem que a reformulação e a situação social a encorajem.

O efeito da ciência relativamente às palavras foi historicamente muito importante. Boyle escreveu: «O que eu quero *agora* significar por elemento é uma substância sem qualquer mistura». Na precisão da sua frase rejeita os significados vagos que mudavam constantemente que caracterizaram séculos de discussões dos quatro elementos — terra, ar, fogo e água — e da quinta essência de Aristóteles. No tempo de Boyle teve início um movimento forte para dar ênfase ao significado das palavras e uma tentativa para tornar a linguagem um instrumento mais exacto e mais lógico. Este foi um objectivo específico na formulação da Royal Society em 1662, e os votos feitos nesta direcção foram enunciados de um modo elegante por William Whewell, cerca de 170 anos depois: «Quando o nosso conhecimento se torna perfeitamente exacto e puramente intelectual, necessitamos de uma linguagem que também seja exacta



e intelectual; devemos excluir definições vagas, imperfeitas e supérfluas e limitar cada termo a um significado perfeitamente fixo e rigoroso. Esta é a linguagem da ciência.»

A Química tem a vantagem de utilizar notações que são inteligíveis em qualquer texto, escrito em qualquer língua; por exemplo,  $H_2$ ,  $H_2O$ :

$H_2$	$O_2$	$H_2O$
hidrogénio	oxigénio	água
hidrogène	oxigène	eau
hydrogen	oxygen	water
wasserstoff	sauerstoff	wasser
idrogeno	ossigeno	acqua
hidrojen	oksijen	su
hidrogén	oxigén	víz

Mesmo quando os professores estão conscientes que devem esclarecer convenientemente a linguagem especializada que são levados a utilizar, pode haver palavras ou expressões que os alunos não entendem. A escola, os livros e o professor admitem que os alunos entendem expressões como:

- «é uma função de...»
- «corresponde à razão de...»
- «tem tendência para...»
- «é consequência de...»

Mas os alunos podem ficar fora do diálogo da aula se não as conhecem e, o raciocínio não se desenvolve. A ligação pensamento-linguagem-aprendizagem é estudada correctamente em psicologia — Piaget, Bruner, Vigotsky, Luria, entre outros — e estes conhecimentos foram aprofundados com o aparecimento da psicolinguística, associada a Chomsky.

A expressão do pensamento pode fazer-se por gestos, oralmente e/ou por escrito.

Foi (e é) através dessa expressão que se definiram áreas em que existem nos alunos concepções erradas acerca de determinados tópicos; a título de exemplo, em Química podem citar-se estudos sobre mudanças de estado, teoria corpuscular da matéria, equilíbrio químico, concentração, fórmulas químicas, equações químicas, visualização a três dimensões.

O que é que acontece a um aluno que encontra um novo conceito científico? Muitas vezes preocupa-se com definições e em acreditar que o significado reside nas palavras da definição. Mas para o aluno o significado não é a definição; o significado está relacionado com todas as ligações a outras coisas que ele conhece. O papel do professor deve ser iniciado com as ligações que existem: é um facto que isso se verifica — mas, quanto tempo se dedica a tal? Algumas questões no início do assunto, que são respondidas pelos alunos mais participativos e que deixam a estrutura mental de todos os restantes alunos imperturbada? Num contexto mais vasto, as palavras não são “etiquetas” fixas para coisas ou fenómenos e, a linguagem não é apenas para comunicação; considerar a linguagem daquele modo é atribuir-lhe uma permanência que não tem e deixar escapar a mutabilidade essencial das palavras ao oferecer, por pequenas mudanças no significado, novas maneiras de interpretar a experiência.

Há palavras que mudam de significado quando se voltam a aplicar em novas situações; assim, falamos de *fenómenos* químicos, de *caminhos* metabólicos, de *competições* em reacções redox, de *substâncias* hidrofílicas.

## 2. Descrição de um estudo de um caso

### 2.1. Posições efectivas em relação à Química

A investigação, que será descrita em pormenor mais adiante (v. 2.2.) foi precedida de um pedido de dados pessoais acerca dos alunos — idade, sexo, frequência de Quimicotecnia — e de duas questões que atestam uma posição afectiva relativamente à Química:

«Gosta de Química? Não sei \_\_\_ sim \_\_\_. Justifique \_\_\_\_\_.»

«O que gostaria de estudar nas aulas de Química? \_\_\_\_\_.»

As respostas dadas pelos alunos à primeira questão podem ser resumidas na tabela seguinte:

ano de escolaridade	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
número de alunos	1	2	9	8	7	6	5	4	4	13	6
respostas: não sei		1	2	9	1	4			1	1	
não								2			
sim						7	6	2	5	2	3
										12	6

Vejamos, agora algumas respostas dadas a estas questões:

a) Gosta de Química? Não sei ☒ não \_\_\_ sim \_\_\_. Justifique: *Porque nunca aprendi a trabalhar com os tubinhos e outras coisas mais.*

(sexo: M; ano: 2; idade: 8 anos 0 meses).

b) Gosta de Química? Não sei \_\_\_ não ☒ sim \_\_\_. Justifique: *Acho que é bastante aborrecido e uma pessoa só adquire conhecimento através do estudo.*

(sexo: M; ano: 9; idade: 14 anos 10 meses).

c) Gosta de Química? Não sei \_\_\_ não ☒ sim \_\_\_. Justifique: *Acho bastante complexo e tem de se estudar bastante.*

O que é que gostaria de aprender nas aulas de Química? *A evolução da química, e todos os fenómenos químicos que contactamos diariamente.*

(sexo: M; ano: 9; idade: 14 anos 11 meses).

d) Gosta de Química? Não sei ☒ não \_\_\_ sim \_\_\_. Justifique: *Porque nunca tive a disciplina.*

O que é que gostaria de aprender nas aulas de Química? *Não sei, talvez experiências.*

(sexo: F; ano: 7; idade: 13 anos 3 meses).

e) Gosta de Química? Não sei ☒ não \_\_\_ sim \_\_\_. Justifique: *Porque embora não aprecie muito, tenho notas razoáveis.*

O que é que gostaria de aprender nas aulas de Química? *Química.*

(sexo: F; ano: 11; área: E; idade: 16 anos 6 meses).

f) Gosta de Química? Não sei ☒ não \_\_\_ sim \_\_\_. Justifique: *Porque apesar de haver certos assuntos abordados na Química que não me interessam, existem outros que eu gosto de aprofundar.*

O que é que gostaria de aprender nas aulas de Química? *Gostaria de aprender mais sobre compostos químicos, como se fazem certas substâncias e ver mais.*

(sexo: F; ano: 10; área: A, saúde; idade: 16 anos 11 meses).

g) Gosta de Química? Não sei \_\_\_ não \_\_\_ sim ☒. Justifique: *É interessante, aprende-se coisas novas que não sabíamos.*

(sexo: F; ano: 5; idade: 10 anos 3 meses).

h) Gosta de Química? Não sei \_\_\_ não \_\_\_ sim ☒. Justifique: *Porque acho que é interessante e gosto de descobrir coisas curiosas.*

(sexo: F; ano: 6; idade: 12 anos 1 mês).

i) Gosta de Química? Não sei ☐ não ☐ sim ☒.  
Justifique: *Porque gosto de aprender coisas novas sobre o "Mundo".*

O que é que gostaria de aprender nas aulas de Química? *Gosto de aprender aquilo que estou a dar e gostava de dar qualquer coisa sobre a constituição da terra.*

(sexo: F; ano: 8; idade: 13 anos 7 meses).

j) Gosta de Química? Não sei ☐ não ☐ sim ☒.  
Justifique: *Porque a Química é uma ciência interessante e onde ainda há muito por descobrir.*

(sexo: M; ano: 12, com 3 anos de quimicotecnia; idade: 17 anos 7 meses).

l) Gosta de Química? Não sei ☐ não ☐ sim ☒.  
Justifique: *Acho que é muito interessante porque quase tudo o que nos rodeia é química.*

(sexo: M; ano: 8; idade: 13 anos 10 meses).

m) Gosta de Química? Não sei ☐ não ☐ sim ☒.  
Justifique: *Porque é uma disciplina interessante na qual se fazem muitas experiências.*

(sexo: M; ano: 5; idade: 10 anos 6 meses).

n) Gosta de Química? Não sei ☐ não ☐ sim ☒.  
Justifique: *Porque gosto de fazer experiências.*

(sexo: M; ano: 7; idade: 12 anos 5 meses).

o) Gosta de Química? Não sei ☐ não ☐ sim ☒.  
Justifique: *Porque é uma disciplina interessante ao se fazerem experiências, etc.*

O que é que gostaria de aprender nas aulas de Química? *Tudo em relação a experiências, e o que temos dado.*

(sexo: M; ano: 8; idade: 13 anos 5 meses).

p) Gosta de Química? Não sei ☐ não ☐ sim ☒.  
Justifique: *Porque é preciso ter lógica e saber interpretar as experiências coisas que não me faltam.*

(sexo: M; ano: 6; idade: 11 anos 10 meses).

q) Gosta de Química? Não sei ☐ não ☐ sim ☒.  
Justifique: *Porque acho interessante fazer misturas de componentes químicos e ver o seu resultado.*

O que é que gostaria de aprender nas aulas de Química? *Saber o nome de todos os componentes químicos e saber utilizá-los.*

(sexo: M; ano: 7; idade: 11 anos 11 meses).

r) Gosta de Química? Não sei ☐ não ☐ sim ☒.  
Justifique: *Porque não tenho tido dificuldades. É interessante descobrir novas coisas.*

O que é que gostaria de aprender nas aulas de Química? *Ter mais aulas práticas.*

(sexo: F; ano: 10; área: A, saúde; idade: 15 anos 5 meses).

s) Gosta de Química? Não sei ☐ não ☐ sim ☒.  
Justifique: *Acho interessante o modo como são tratados os problemas.*

O que é que gostaria de aprender nas aulas de Química? *Mais maneiras de executar experiências, ter mais aulas práticas.*

(sexo: F; ano: 10; área: A, saúde; idade: 15 anos 1 mês).

t) Gosta de Química? Não sei ☐ não ☐ sim ☒.  
Justifique: *Porque gosto de fazer experiências com elementos químicos, como eles reagem, as suas propriedades, etc.*

O que é que gostaria de aprender nas aulas de Química? *Exactamente as causas de certas experiências*

*darem certos resultados e não outros, o que acontece e porquê, etc.*

(sexo: F; ano: 11; área: A, saúde; idade: 16 anos 7 meses).

u) Gosta de Química? Não sei ☐ não ☐ sim ☒.  
Justifique: *A química, aliás, como qualquer outra ciência da Natureza, dá uma visão mais profunda dos simples objectos com que se contacta todos os dias e consequentemente uma visão melhor.*

O que é que gostaria de aprender nas aulas de Química? *As aulas de química ajudam sempre a compreender melhor aquilo que nós rodeia, a Natureza. Penso que este é o meu objectivo ao estudar esta disciplina.*

(sexo: M; ano: 11; área: A, quimicotecnia; idade: 16 anos 2 meses).

v) Gosta de Química? Não sei ☐ não ☐ sim ☒.  
Justifique: *Acho extremamente interessante e fascinante o estudo de propriedades e comportamentos de substâncias químicas, assim como as explicações para essas características.*

O que é que gostaria de aprender nas aulas de Química? *Análise teórica da composição química de astros.*

(sexo: M; ano: 11; área: A, quimicotecnia; idade: 16 anos 5 meses).

x) Gosta de Química? Não sei ☐ não ☐ sim ☒.  
Justifique: *É uma área em que grande parte dos fenómenos se justificam e eu tenho uma grande curiosidade sobre a forma como as coisas e o universo em geral funcionam.*

O que é que gostaria de aprender nas aulas de Química? *Tudo o que esteja relacionado com a compreensão de fenómenos naturais.*

(sexo: M; ano: 12, com 2 anos de quimicotecnia; idade: 17 anos 9 meses).

z) Gosta de Química? Não sei ☐ não ☐ sim ☒.  
Justifique: *Gosto porque a disciplina é bastante "avivada" pelas experiências.*

O que é que gostaria de aprender nas aulas de Química? *A química ligada ao mundo em si.*

(sexo: M; ano: 9; idade: 14 anos 7 meses).

## 2.2. Descrição da investigação realizada

### 2.2.1. Finalidades da investigação

A investigação que a seguir se descreve foi levada a cabo com as seguintes finalidades, para as experiências incluídas na investigação:

- verificar se os alunos distinguem entre "descrição" e "interpretação" de experiências, mesmo quando lhes fornecem folhas separadas para relatarem "descrição de experiências" e "interpretação de experiências";
- registar o tipo de linguagem utilizado pelos alunos ao descreverem uma experiência;
- verificar se o tipo de linguagem utilizada pelos alunos é a linguagem vulgar ou a linguagem científica e, em particular, verificar se os alunos que estudaram ligação química interpretam as experiências a partir do tipo de ligação que se estabelece;
- verificar se os alunos interpretam os fenómenos utilizando um modelo.

Nesta investigação entende-se por linguagem científica a linguagem utilizada em livros de ciências.



## 2.2.2. Metodologia da investigação

Nesta investigação procedeu-se a um estudo longitudinal desde o 4.º ano de escolaridade ao 12.º de escolaridade. No estudo piloto entrevistaram alunos dos 2.º e 3.º anos de escolaridade, bem como do 4.º, 5.º, 6.º e 8.º anos.

Foram realizadas experiências pela investigadora, com material e reagentes simples, acessíveis e conhecidos dos alunos; aos alunos, foi pedido, em folhas separadas, um relato escrito da observação e da descrição das experiências vistas realizar.

Após a realização do estudo piloto foram introduzidas alterações na material utilizado, de modo a melhor facilitar a visualização das experiências. Atendendo a que as alterações introduzidas foram ligeiras, foi considerado que as respostas dadas no estudo piloto seriam de incluir juntamente com as respostas dadas no estudo principal.

## 2.2.3. Características do instrumento de investigação

Duas características de qualquer instrumento de investigação são validade e fidelidade.

Uma primeira questão sobre um instrumento usado em investigação é: «Qual é a validade?», isto é, o instrumento é capaz de atingir as finalidades que se pretende que atinja? Em ciências de investigação não existem instrumentos de investigação totalmente válidos.

A segunda questão sobre um instrumento de investigação é: «Qual é a finalidade?», isto é, com que precisão é que o instrumento mede aquilo que se pretende que meça?

Para que um instrumento seja válido deve, em primeiro lugar, ser fiel.

Um aspecto da validade, denominada validade de conteúdo, está relacionada com a adequação do conteúdo das respostas e é definida pelo assunto e pelo tipo de comportamento. A validade de conteúdo do instrumento para esta investigação foi dada por um painel de professores.

A fidelidade de um instrumento dá uma indicação da consistência entre respostas dadas pela mesma pessoa em duas ocasiões separadas. Contudo, em muitos casos, com o da presente investigação, o instrumento só é aplicado uma vez, não sendo possível medir a sua fidelidade.

## 2.2.4. Descrição das experiências

Foram feitas 4 experiências, referidas por A, B, C e D.

### Experiência A:

Material: 1 boião de iogurte, 1 colher de café, sal, água.

Execução: deitar água no boião de iogurte até meio; deitar sal na colher de café; deitar o sal na água e misturar.

### Experiência B:

Material: 1 boião de iogurte, 1 colher de café, álcool, água.

Execução: deitar água no boião de iogurte até meio; deitar álcool na colher de café; deitar o álcool na água e misturar.

### Experiência C:

Material: 1 frasco com colo estreito; 2 tampas iguais, álcool, água.

Execução: encher o frasco com colo estreito com água e marcar o nível; retirar do frasco uma tampa de água; encher a outra tampa com álcool e deitar no frasco; marcar o novo nível.

### Experiência D:

Material: 1 frasco com colo estreito, 2 tampas iguais, sal, água.

Execução: encher o frasco com colo estreito com água e marcar o nível; retirar do frasco uma tampa com água; encher a outra tampa com sal e deitar no frasco; agitar e marcar o novo nível.

## 2.2.5. Selecção dos alunos

Os alunos foram seleccionados pelos professores respectivos com base em voluntariado e em média de idade, que foi iniciado do seguinte modo:

ano de escolaridade	4	5	6	7	8
idade média sugerida/ano	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5
ano de escolaridade	9	10	11	12	
idade média sugerida/ano	14,5	15,5	16,5	17,5	

Foi ainda sugerido que fossem seleccionados 6 alunos (3 rapazes e 3 raparigas).

## 2.2.6. Alunos seleccionados

O número de alunos seleccionados, a idade média, máxima e mínima (A — anos; M — meses) por ano de escolaridade estão indicados na tabela seguinte:

Ano de escolaridade	n.º de rapazes	n.º de raparigas	idade média	idade mínima	idade máxima
2	1	0	8A 0M		
3	2	0	8A 7,5M	8A 2M	9A 1M
4	4	4	9A 10M	9A 4M	10A 3M
5	5	3	10A 9M	10A 2M	11A 9M
6	3	4	11A 8M	11A 6M	12A 1M
7	3	3	12A 11M	11A 11M	13A 8M
8	2	3	13A 6,5M	13A 4M	13A 10M
9	3	1	14A 7M	14A 5M	14A 11M
10	0	4	15A 7M	15A 1M	16A 11M
11	7	6	16A 5M	16A 2M	16A 10M
12	3	3	17A 8M	17A 7M	17A 10M
total de alunos	33	32			

## 2.2.7. Transcrição de algumas das respostas dadas pelos alunos

a) Nalgumas respostas foi usado o impessoal (ex.: deitou-se...) noutras foi usada uma expressão mais pessoal (ex.: a professora juntou...; ex.: juntámos...)

b) Nalgumas respostas não se verificou a distinção entre “descrição” e “interpretação” de experiências.

• C) *O álcool e a água misturados fica em quantidade maior do que só a água ou só álcool;*

D) *A água e o sal ficou em menor quantidade do que quando foi só com água;*

(sexo: M; ano: 5; idade: 10A 0M).

A) *No fim vimos que o sal desapareceu e a água ficou turva;*

B) *No fim a água ficou com um cheiro a álcool e também alcoolizada;*

C) *No fim a água não chegou ao traço marcado;*

D) *No fim a água não chegou ao traço e ficou turva.*

(sexo: M; ano: 7; idade: 13A 8M).

c) Confusão entre grandezas físicas, nomeadamente capacidade e quantidade:

- C) *A senhora depois meteu álcool para demonstrar que o álcool ocupa menos capacidade, etc.*  
(sexo: F; ano: 4; idade: 9A 8M).
- C) *Ao princípio pensei que se a quantidade de álcool fosse igual à água o volume era igual, mas não é porque o álcool ocupa menos volume do que a água.*  
(sexo: M; ano: 10; área: A, saúde; idade: 16A 10M).

d) Apresentação errada da noção de densidade, o que após a resposta relativa à interpretação da experiência D, fez com que fosse reformulada a resposta dada à questão C:

- C) *A mistura obtida não ficou com o mesmo volume porque o álcool é mais denso do que a água embora ocupem o mesmo volume da tampa o álcool era em menor quantidade do que a água.*  
D) *A mistura obtida não atingiu o volume anterior porque como a água é menos densa que o álcool tem maiores espaços entre as moléculas fazendo com que o álcool fique nesses espaços não atingindo portanto o mesmo volume;*  
C) *A mistura obtida não atinge o volume anterior porque o álcool é mais denso do que a água — esta tem maiores espaços entre as moléculas fazendo com que as gotinhas fiquem nesses espaços não atingindo portanto o mesmo volume.*  
(sexo: F; ano: 10; área: A, saúde; idade: 15A 1M).
- C) *O álcool sendo menos denso que a água vai ocupar um volume menor, isto é, no mesmo volume cabe maior quantidade de álcool. Esta diferença é interpretada devido à densidade do álcool ser inferior à da água ocupando a mesma quantidade de água e álcool volumes diferentes. O álcool vai fazer ligações com as moléculas da água.*  
(sexo: F; ano: 10; área: A, saúde; idade: 15A 1M).
- C) *O nível da mistura ficou mais baixo porque as partículas de álcool são menos densas que a água assim esta mistura vai ficar abaixo do nível marcado.*  
(sexo: M; ano: 9; idade: 14A 5M).

e) Utilização de explicações simplistas:

- C) *A água ficou a menos porque o álcool evaporou-se e por isso é que a água ficou abaixo do risco;*  
D) *A água ficou mais baixa porque o sal derreteu-se e depois ficou só o pó do sal, misturado com água.*  
(sexo: M; ano: 4; idade: 10A 1M).
- C) *Verifica-se uma diferença de níveis pois a água não reage consigo própria e quando se introduz o álcool algum reage e este não aumenta o volume; e outro álcool não reage e portanto o nível é inferior devido à 1.ª porção que reage. A solução tem tendência a evaporar devido ao álcool que não reagiu. O álcool acumula em cima por ser mais leve.*  
(sexo: M; ano: 12; idade: 17A 10M).
- C) *Eu acho que o álcool ficou mais abaixo porque o bocadinho que fica quando nós pomos nas feridas evapora-se;*  
D) *Eu acho que na segunda experiência quando a medida não foi a mesma foi porque o sal é pesado e então ficou no fundo do frasco enquanto a água é leve.*  
(sexo: F; ano: 4; idade: 10A 0M).
- C) *O nível da água com álcool não chegou ao traço pois parte do álcool evaporou-se antes de chegar à água;*

D) *A água não chegou ao traço pois o sal não ocupa tanto volume como a água.*

(sexo: M; ano: 7; idade: 12A 5M).

- D) *Quando se juntou uma tampa de sal a água subiu, porque o sal ocupa um determinado espaço mas a água não subiu ao risco, porque uma parte do sal foi dissolvida na água.*  
(sexo: M; ano: 11; área: A, saúde; idade: 16A 10M).
- D) *Ficou menos água porque meteram o sal e o sal engrossou a água e a água ficou a ser menos.*  
(sexo: F; ano: 4; idade: 9A 6M).
- C) *As moléculas de álcool são menos volumosas que as moléculas de água. São mais pequenas;*  
D) *As moléculas de sal são menos volumosas que as moléculas de água, são mais pequenas.*  
(sexo: M; ano: 11; área: A, saúde; idade: 16A 15M).

f) Explicação correcta, de acordo com o nível de conhecimentos dos alunos:

- A) *O sal dissolve-se porque ocupa o espaço entre as partículas da água;*  
B) *O álcool por ser líquido juntou-se às partículas da água ficando também o cheiro;*  
C) *O nível da água misturada com o álcool ficou mais baixo, que o outro nível porque o álcool ocupou os espaços das partículas da água;*  
D) *O nível da água com o sal ficou mais baixo porque dissolveu-se e ocupou o espaço entre as partículas da água.*  
(sexo: M; ano: 6; idade: 11A 9M).
- Descrições de observações:  
A) *O sal dissolveu-se e espalhou-se pela água em partículas.*  
Interpretação de observações:  
A) *Porque a água tem poder dissolvente e dissolveu o sal.*  
(sexo: M; ano: 5; idade: 10A 4M).
- C) *As moléculas de álcool foram ocupar o espaço vazio entre as moléculas de água isso explica o facto do nível ter descido;*  
D) *As moléculas de sal foram ocupar o espaço livre entre as moléculas da água, até ficar uma solução saturada, isso explica o facto de o nível ter descido.*  
(sexo: F; ano: 8; idade: 13A 7M).
- C) *Isto dá-se porque as moléculas de álcool foram ocupar os espaços existentes entre as moléculas de água não indo por isso ocupar o volume total que a água ocupava;*  
D) *Da mesma forma que na experiência anterior os iões  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  foram ocupar os espaços existentes entre as moléculas de água.*  
(sexo: M; ano: 12, 2 anos de quimicotecnia; idade: 17A 9M).
- D) *O que acontece agora é que o sal é mais pesado que a água. Logo além de ocupar os espaços entre as moléculas da água, quando estes já estão todos preenchidos, deposita-se no fundo.*  
(sexo: F; ano: 12; idade: 17M 7M).

g) Explicação em função das ligações que se estabelece, apenas foi referida a ligação iónica (experiência A e D), não tendo sido referida a ligação por pontes de hidrogénio (experiências B e C); ex:

- A) *O sal sendo uma substância iónica constituída por iões cloreto e iões sódio ao ser misturado com a água sofreu a dissolução. As moléculas da água sendo polares vão exercer uma atracção sobre os iões (pólo positivo-H sobre o ião cloreto e o pólo negati-*



vo-O sobre o ião sódio) resultando uma ligação forte que vai quebrar as ligações existentes entre os iões; B) O álcool misturou-se com a água (o que é observável a olho nu): ambos têm o mesmo aspecto (incolores), pois a água adquiriu um odor a álcool, em princípio este deve-se ter dissolvido ou talvez as suas moléculas formassem novas ligações com a água; D) O cloreto de sódio em contacto com a água sofreu o fenómeno de dissolução, isto é, quebram-se as ligações entre os iões fazendo-se novas ligações, entre iões e as moléculas da água. Devido ao facto da quantidade de cloreto de sódio ser muita a solução ficou saturada, dando-se a deposição de cloreto de sódio no fundo do frasco. Com a quantidade excessiva a água não pode fazer tantas ligações. (sexo: F; ano: 10; área: A, saúde; idade: 15A 1M).

## 2.3. Conclusões

### 2.3.1. Selecção dos alunos

O facto de alguns dos alunos terem idades que se afastam um pouco da média inicialmente escolhida não parece ter trazido implicações ao estudo realizado.

### 2.3.2. Posição afectiva em relação à Química

Algumas das respostas denotam uma compreensão do campo da Química, que reflecte de modo positivo a posição dos alunos relativamente à Química.

Relativamente à questão «O que gostaria de aprender nas aulas de Química?» poucos alunos referem questões de conteúdo e vários alunos referem aulas experimentais.

O facto de muitos alunos até ao 7.º ano de escolaridade não saberem o que é a Química (respondendo “não sei”) se gostam de química e não respondendo à questão seguinte «o que gostaria de aprender nas aulas de Química») parece indicar que até à altura em que ensina formalmente Química — 8.º ano — os alunos não têm conhecimento do campo de existência desta ciência. O mesmo se poderá dizer para os alunos dos anos de escolaridade seguintes, que já estudaram Química, mas que nem pelo ensino formal ou por uma outra forma de aprendizagem paralela (livros, jornais, televisão) têm conhecimento do campo da Química.

### 2.3.3. Respostas aos relatos sobre as experiências

Os relatos que os alunos fizeram das experiências foram, na maior parte dos casos apresentadas de um modo impessoal, embora nalguns casos referissem o sujeito da investigação ou as descrevessem como se eles próprios as estivessem a realizar (Nós deitámos...).

Nalguns casos não se nota distinção entre “descrição” e “interpretação”, em especial nos anos de escolaridade mais baixa, apesar de serem fornecidas folhas diferentes para relatarmos a descrição e a interpretação das observações.

É de notar que, nalguns casos se regista confusão entre grandezas físicas, nomeadamente capacidade e quantidade e que há uma apreensão errada da noção de densidade.

Em qualquer dos anos nota-se a utilização de “explicações” simplistas, que não se ajustam à interpretação das experiências.

Relativamente às explicações correctas, de acordo com o nível de escolaridade dos alunos, estas só aparecem

depois do 5.º ano de escolaridade, altura em que este tópico vem referido no programa. Para níveis mais elevados há, nalguns casos, o uso correcto da “teoria corpuscular da matéria”; e, para níveis terminais há referência ao modelo que sustenta a ligação iónica, mas não há referência ao modelo que sustenta a ligação por ponte de hidrogénio, que aparece referida com brevidade no programa de Química, mas aparece referida com frequência no programa de Biologia, que os alunos da área Saúde frequentam.

## Apêndices

Tabelas de resultados

(não incluídas neste relato)

## BIBLIOGRAFIA

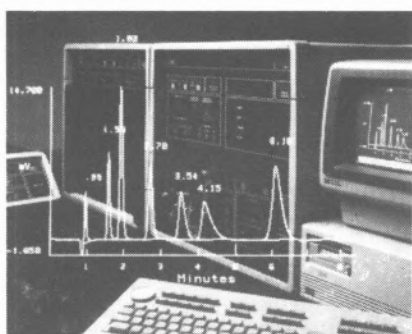
- Archenhold, W., Driver R., Orton, A. & Wood-Robinson, C., eds. (1979) *Cognitive development research in science and mathematics*. Proceedings of an international seminar. Leeds: The University of Leeds.
- Borrows, P. (1984). The Pimlico chemical trail. *The School Science Review*. 66 (235), 221-233.
- Carré, C. (1981). *Language, teaching and learning — 4. Science*. London: Ward Lock educational.
- Carré, C. & Head, J. (1974). *Through the eyes of the pupils: a collection of pupil's writing in science*. London: McGraw Hill.
- Cassels, J. & Johnstone, A. (1980). *Understanding of non-technical words in science*. London: The Royal Society.
- Cassels, J. & Johnstone, A. (1985). *Words that matter in science*. London: The Royal Society.
- Dawson, C. (1978). Pupil's difficulties: what can the teacher do. *Education in chemistry*. 15 (4), 120-121, 123.
- Department of Education and Science (1975). *A language for life*. The Bullock report. London: Her Majesty Stationary Office. in Carré, C. (1981).
- Dollan, T. & Clarke, P. (1979). Language in science lessons. *The School Science Review*. 61 (215), 342-349.
- Driver, R. (1981). Pupil's alternative frameworks in science. *European Journal of Science Education*. 3 (1), 93-101.
- Driver, R. (1983). *The pupil as a scientist?* Milton Keynes: The Open University Press.
- Erickson, G. (1981). Student beliefs about science concepts. Paper presented at a symposium.
- Gilbert, J. & Osborne, R. (1980). I understand but I don't get it. *The School Science Review*. 61 (210), 664-674.
- Johnstone, A. & Kellett, N. (1980). *European Journal of Science Education*. 2 (2), 175-181.
- Leite, C., Dias, O. & Pereira, R. (1983). *A descoberta da Terra — Ciências da Natureza, 5.º ano de escolaridade*. Porto: ASA.
- McClelland, J. (1984). Alternative frameworks: interpretation of evidence. *European Journal of Science Education*. 6 (1), 1-6.
- Nüssbaum, J. (1979). Towards the diagnosis by science teachers of pupil's misconceptions: an exercise with student teachers. in Archenhold, W. et al. 260-272.
- Osborne, R. (1980). A method for investigating concept understanding in science. *European Journal of Science Education*. 2 (3), 311-321.
- Osborne, R. & Bell, B. (1983). Science teaching and children's views of the world. *European Journal of Science Education*. 5 (1), 1-14.
- Osborne, R. & Cosgrave, M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*. 20 (9), 825-838.
- Page, E. (1971). The vocabulary of chemistry — a problem? Reading: unpublished M. Ed. thesis, Reading University. in Carré, C. (1981).
- Peralta, C. & Calhau, M. (1983). *Investigar e aprender — Ciências da Natureza, 5.º ano de escolaridade*. Porto: Porto Editora.
- Schmidt, H.-J. (1984). How pupils think — empirical studies on pupil's understanding of simple qualitative relationships in chemistry. *The School Science Review*. 66 (234), 156-162.
- Science Teacher Education Project. *Activities and experiments*. (1974). London: McGraw Hill.
- Sutton, C. (1980). Science, language and meaning. *The School Science Review*. 62 (218), 47-56.
- Sutton, C. (1980). The learner's prior knowledge: a critical review of technique for probing its organization. *European Journal of Science Education*. 2 (2), 107-120.
- ten Voorde, H. (1979). Education based on a new concept of teaching in chemistry. in Archenhold, W. et al. 310-320.
- Woods, G. (1984). Chemistry syntax. *The School Science Review*. 65 (233), 750-753.



**DIAS DE SOUSA LDA**

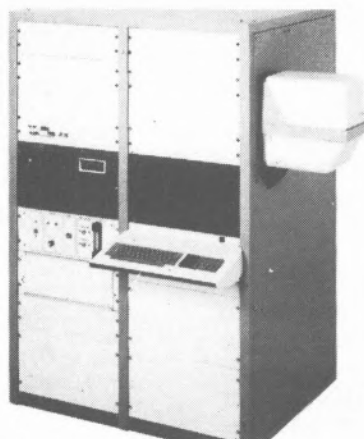
## **INSTRUMENTAÇÃO ANALÍTICA**

Distribuidores exclusivos em Portugal de:



**Cromatografia Iónica**

**DIONEX**



**Espectrometria de Emissão**

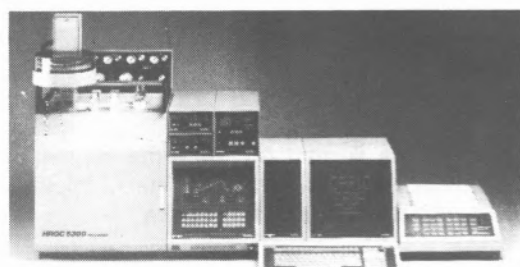
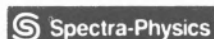


**Espectrometria de Massa**



**Cromatografia HPLC**

**Integradores-Registadores computarizados**



**Instrumentação Científica**

**CARLO ERBA  
STRUMENTAZIONE**

Ao vosso serviço com Seriedade, Apoio Técnico e Analítico especializado, Enquadramento laboratorial.

**VISITE-NOS NA TECNOFIL (26 de Fevereiro a 2 de Março de 86)**

QUINTA DA PIEDADE, LOTE 12, 1.º-D. — 2625 PÓVOA DE STA. IRIA — PORTUGAL  
TEL. (01) 2592316, 2592409 — TLX 43926 DISO P