

Identificação de versões privadas de conceitos de Química no ensino secundário

António Francisco C. Cachapuz
Maria Gabriela Ribeiro ^a

1. Posição do problema

Um dos aspectos essenciais do estudo da Química no ensino secundário assenta na aprendizagem de conceitos, sendo uma das mais importantes tarefas do professor o planeamento curricular envolvendo esses conceitos.

Por outro lado, a aprendizagem de conceitos da Química é reconhecida como difícil quer por alunos (1) quer por professores (2). No dizer de Shayer: "Since the first act of Chemistry involves formal modelling, this science has a high 'entrance fee'" (3).

Recentes estudos sobre a aprendizagem de conceitos em vários tópicos da Ciência — calor e temperatura (4), energia (5), natureza corpuscular da matéria (6) (7), luz, forma da terra (9), pressão (10), sugerem que os alunos usam para interpretar os fenómenos observados as mais variadas versões privadas (VP) (11), isto é, no sentido restrito, ideias intuitivas que o aluno possui antes de sujeito à instrução formal num dado domínio. Tais estudos sugerem ainda a existência de barreiras na aprendizagem quando a natureza abstracta da Ciência entra em conflito com essas versões privadas.

A nível pedagógico duas opções metodológicas limites podem ser tomadas no que respeita à articulação planeamento/existência de VP:

a) — ter em conta, no planeamento, as ideias pré-existentes do aluno considerando-o como construtor de sua aprendizagem, isto é, o aluno como sujeito das acções educativas, ou seja, uma pedagogia centrada na aprendizagem;

b) — considerar que o aluno não tem ideias, ou menosprezar essas ideias, sobre um assunto antes deste lhe ser ensinado, isto é, o aluno como objecto das acções educativas, ou seja, uma pedagogia centrada no ensino.

Tais posições limite reflectem, a nível pedagógico, diferentes demarcações epistemológicas relativamente à natureza do conhecimento:

— a primeira, uma visão "construtivista" do conhecimento: a realidade seria apercebida de forma pessoal pelo observador sendo essa percepção dependente das ideias pré-existentes de cada um;

— a segunda, uma visão "objectivista": a realidade surgiria como uma ordenação de "factos" objectivos, os quais estariam ao alcance de quaisquer observadores que agindo disciplinarmente os apreenderiam de modo idêntico (12).

A nível do planeamento curricular a adopção de uma pedagogia centrada na aprendizagem implica que as versões privadas dos alunos sobre um dado aspecto da Química sejam diagnosticadas e tomadas em conta antes do ensino das versões públicas de um dado conceito, isto é, aceites pela comunidade científica. A difi-

culdade de tal diagnóstico constitui um dos maiores óbices à adopção pelos professores de uma tal pedagogia. Na verdade, de um modo geral, os estudos de versões privadas de alunos utilizam a técnica de entrevista, reconhecidamente inadequada para ser usada por professores, no essencial pelo elevado tempo que o seu uso implica. Daqui deriva uma questão de grande importância, a saber: de que modo pode o professor, no seu dia a dia, identificar a existência de versões privadas, senão para todos os alunos, pelo menos para os que apresentem maiores dificuldades?

2. Objectivo

Identificação de versões privadas dos alunos sobre alguns conceitos de Química no ensino secundário, usando uma técnica capaz de poder ser utilizada pelo professor no seu dia a dia no contexto de uma avaliação diagnóstico/formativa.

Versão privada será aqui entendida no seu sentido lato, isto é, ideias reflectindo experiências anteriores à instrução formal (aspectos intuitivos) ou aprendizagem não adequada num dado contexto.

3. Metodologia

3.1. Técnica usada para a obtenção de versões privadas

Dado se ter excluído, desde logo, o uso de entrevistas, pelas razões referidas em 1, foi escolhida como compromisso a técnica de definições livres, T.D.L., frequentemente usada (13).

A T.D.L. consiste na análise de descrições escritas espontaneamente pelos alunos acerca de uma palavra-conceito proposta pelo investigador. Os alunos têm que compor a descrição nas suas próprias palavras e a descrição envolve cerca de cinco linhas.

Como hipótese de trabalho assumiu-se que as descrições obtidas utilizando esta técnica reflectiam de um modo substancial o conhecimento que naquele momento os alunos tinham sobre um dado conceito apresentado através da sua designação.

É uma técnica muito simples de administrar, não é necessário recorrer a métodos sofisticados de tratamento de dados e não necessita de preparação específica do professor. A principal desvantagem desta técnica reside na interpretação das descrições obtidas, devido à eventual dificuldade dos alunos descreverem as suas ideias, ao significado diferente que aluno e investigador podem atribuir às mesmas palavras e eventualmente à falta de clareza das próprias descrições.

^a Departamento de Química, Universidade de Aveiro.

3.2. Selecção de conceitos

Os conceitos seleccionados (suas designações) constam da tabela 1. No texto aparecem escritos em maiúsculas e por ordem alfabética.

Os critérios utilizados nesta selecção foram os seguintes:

- a) — a sua relevância nos programas de Química do ensino secundário desde o 8.º ano de escolaridade até ao 10.º;
- b) — fazerem também parte (alguns deles) dos programas de Ciências da Natureza do 5.º e 6.º anos de escolaridade;
- c) — alguns deles serem usados na linguagem do quotidiano mas tendo significado específico em Química;
- d) — possuírem um grau elevado de centralidade, isto é, serem importantes para a compreensão de outros conceitos da Química.

A selecção de conceitos foi validada por dois professores do ensino secundário e por dois professores do ensino preparatório, com mais de dez anos de experiência.

3.3. Amostra

A amostra utilizada consta da tabela 2. Com a utilização de alunos de diferentes anos pretendeu avaliar-se a eventual persistência/evolução das versões privadas. Todos os alunos inquiridos tinham já sido sujeitos ao ensino formal da Química ou Ciências da Natureza no ano que frequentavam.

Tabela 1 — Conceitos e respectivas abreviaturas

CONCEITO	ABREVIATURA
Ácido	A
Dissolução	D
Elemento	E
Evaporação	Ev
Gás	G
Mistura	Mi
Molécula	Mo
Pureza	P
Reacção Química	R
Solução	S

Tabela 2 — Amostra utilizada

ANO	6.º	8.º	10.º
Nível etário médio	12	14	16
Dimensão da amostra (n.º de alunos)	55	42	42

3.4. Organização da experiência

Foi realizado um estudo piloto em Março de 1984 e o estudo principal teve lugar em Maio/Junho de 1984. Foi construído um inquérito constituído por um livrete com doze páginas, tipo A4:

— capa: título e espaços a preencher pelos alunos, identificando a escola, ano de escolaridade, idade e a data da resposta;

— 1.ª folha: indicação do objectivo do inquérito e instruções do preenchimento;

— folhas seguintes: cada uma das folhas correspondia a um dos conceitos seleccionados pedindo-se em primeiro lugar aos alunos a descrição das ideias que tal palavra lhes sugeria, quando usada em Química.

Após este pedido de descrição alinhavam-se quatro questões no 6.º ano e cinco no 8.º ano a que os alunos

deveriam responder pela positiva ou negativa (ver quadros 1 e 2).

Quadro 1

Página do livrete usado no estudo principal no 6.º ano para o conceito *Ácido*

— Descreve as ideias que te sugere quando usada em Química, a palavra: **ÁCIDO**

— Julgas que a descrição que acabaste de fazer seria considerada certa pelo teu professor?

SIM ☐

NÃO ☐

— Tiveste alguma dificuldade em compreender a ideia que acima descreveste?

SIM ☐

NÃO ☐

— Já tinhas ouvido falar dela fora da escola?

SIM ☐

NÃO ☐

— Já tinhas ouvido falar dela numa aula?

SIM ☐

NÃO ☐

Quadro 2

Página do livrete usado no estudo principal no 8.º e 10.º anos para o conceito *Ácido*

— Descreve as ideias que te sugere, quando usada em Química, a palavra: **ÁCIDO**

— Julgas que a descrição que acabaste de fazer seria considerada certa pelo teu professor?

SIM ☐

NÃO ☐

— Tiveste alguma dificuldade em compreender a ideia que acima descreveste?

SIM ☐

NÃO ☐

— Já tinhas ouvido falar dela fora da escola?

SIM ☐

NÃO ☐

— Já tinhas ouvido falar dela numa aula em anos anteriores?

SIM ☐

NÃO ☐

— Já tinhas ouvido falar dela numa aula de Química, este ano?

SIM ☐

NÃO ☐

A ordenação das folhas nos livretes fez-se aleatoriamente.

O inquérito foi administrado aos alunos pelo investigador em aulas normais (após ter obtido para tal efeito prévia autorização): no 6.º ano numa aula de Ciências

Tabela 3 — Distribuição das descrições dos alunos pelas categorias formadas para o conceito *ÁCIDO*

N.º	NOME DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA (Aspectos referidos)	EVIDÊNCIA DO COMPORTAMENTO: qualquer descrição referindo-se a	EXEMPLOS DE DESCRIÇÃO	% DE DESCRIÇÕES		
					6.º ANO	8.º ANO	10.º ANO
1	Descritiva	Ácido em termos descritivos.	faz fumo, roi, corroi, solve, azedo, amargo, arde, tóxico, áspero, perigoso, destroi, torna mole, faz efervescência, faz borbulhas, ferve, queima, sabor ácido, tira as forças, pura, forte, provoca alterações, picante, irrita a pele.	<ul style="list-style-type: none"> — É um líquido efervescente. — Um produto que queima e é amargo. — Ácido é uma coisa que queima. — Sugere-me alguma coisa que arde na boca. — É um produto que arde. — É uma coisa que amarga. — É um produto tóxico. — É aquilo que roi. — É um produto que tem poderes para meter as coisas moles. — Eu entendo por uma coisa azeda quer faz certas coisas. — É uma coisa azeda e que arde e é uma substância que tira as forças nos produtos. — Ácido é a mesma coisa que áspero. — É uma coisa que fura. — É um produto tóxico e bastante perigoso dado que não se deve pôr a mão no ácido visto que este corroi. — Ácido é uma substância perigosa e muito forte. — É uma característica de alguns produtos que se tomarem contacto com outros provocam-lhes alterações. — É um líquido que ferve quando lhe é colocado um objecto. — Ácido é um líquido que quando irritado faz muito fumo. — É um líquido que irrita a pele. — É um líquido um pouco picante. — O ácido é uma substância de água mais outros produtos que tornam essa substância destruidora. — Um ácido é um material capaz de solver outros materiais reagindo com os mesmos. — Sugere-me uma coisa que arde que posto em algumas pedras faz borbulhas. 	69	51	30
2	Funcional	Ácido em termos de aplicações.	serve para experiências, aplicações várias.	<ul style="list-style-type: none"> — É um produto químico que se usa para lavar certos instrumentos agrícolas e para fazer experiências. — É uma substância muito usada nas experiências e noutras coisas feitas em Química. 	18	9	0
3	Estado físico	Estado Físico.	líquido, água mais qualquer coisa.	<ul style="list-style-type: none"> — É um líquido que é usado em química para fazer experiências. — É um líquido que contém impurezas. — O ácido é uma substância de água mais outros produtos que formam esta substância destruidora. 	28	17	10
4	Exemplos	Exemplos de ácido.	exemplos de ácido.	<ul style="list-style-type: none"> — Ácido clorídrico. — Sumo de limão. — Ácido sulfúrico. 	8	11	13
5	Operacional	Ácido caracterizado pelo pH ou reconhecido por um indicador.	Ph, escalas, reconhecido por indicador.	<ul style="list-style-type: none"> — É uma substância que tem o $\text{pH} < 7$. — É uma substância que é reconhecida por um identificador. — É um elemento que tem características ácidas e essas características encontram-se numa escala de 0 a 7. 	0	26	43
6	Reacção	Ácido em termos de material capaz de reagir.	reage, reactivo, reagente, dá reacção.	<ul style="list-style-type: none"> — Produto altamente reagente. — É um elemento muito reactivo. — É um composto que reage com outro material. 	0	14	20
7	Microscópica	Interpretação microscópica.	iões H_3O^+ , na sua constituição entra o hidrogénio.	<ul style="list-style-type: none"> — Mistura química em que cada molécula tem depois de formada o ião H_3O^+. — Composto com $\text{pH} < 7$. Na sua constituição tem hidrogénio. 	0	0	10
8	Outras	As descrições não pertencem às categorias anteriores.		<ul style="list-style-type: none"> — É um composto com características ácidas. — Grau de acidez elevado. — Composto químico com características próprias. — Substância que pode resultar de uma ligação. — É um fenómeno de formação química. — Solução alcalina. — Produto químico. — O produto para ser ácido tem que ter química. — Acho que o ácido é um conjunto de produtos químicos. — Ácido é um produto. — A palavra ácido é uma palavra de que eu já ouvi falar muito na aula de Ciências da Natureza. Eu não tenho bem a certeza mas a palavra ácido vem de outra e até se tiram várias conclusões. 	12	11	20

Tabela 4 — Distribuição das descrições dos alunos pelas categorias formadas para o Conceito DISSOLUÇÃO

N.º	NOME DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA (Aspectos referidos)	EVIDÊNCIA DO COMPORTAMENTO: qualquer descrição referindo-se a	EXEMPLOS DE DESCRIÇÃO	% DE DESCRIÇÕES		
					6.º ANO	8.º ANO	10.º ANO
1	Desaparecimento	Dissolução em termos de algo que se desfaz, derrete, desaparece.	desfazer, derreter, desaparecer.	<ul style="list-style-type: none"> — É qualquer coisa que se desfaz. — É derreter qualquer coisa. — Esta palavra a mim sugere-me que se dissolve um produto líquido qualquer este dissolve é fazer diluir o produto num líquido até este desaparecer à vista desarmada. 	22	3	9
2	Ação associada	Dissolução em termos de algo não especificado.	se dissolve, dissolve alguma coisa, algo dissolvido, substância solúvel noutra.	<ul style="list-style-type: none"> — Sugere-me que quer dizer que aquele produto se dissolve. — É quando se está a dissolver qualquer coisa. — É uma coisa dissolvida. — É dissolver qualquer coisa noutra. — É quando alguma coisa se põe na água e dissolve. — É para mim uma coisa que dissolve em água ou em outras coisas. — Portanto dissolução é a dissolução de certas substâncias. — Dissolução é dissolver uma substância noutra. — Quando se dissolve uma substância sólida num líquido, constitui uma dissolução. — É quando se põe alguma substância dissolúvel na água ou em qualquer líquido e se dissolve. Dissolução de qualquer coisa. — É uma substância que é solúvel noutra. — Dissolução é o nome dado quando um elemento se dissolve num líquido. 	54	39	24
3	Exemplos	Situações especificadas de dissolução.	exemplos de dissolução.	<ul style="list-style-type: none"> — É o açúcar dissolvido em água. — Por exemplo quando pomos sal ou açúcar na água ele dissolve-se. Chama-se isso dissolução. — Sugere-me um torrão de açúcar que se dilui na água ou no café. 	14	12	9
4	Mistura	Dissolução como uma mistura de substâncias.	mistura, substâncias juntas.	<ul style="list-style-type: none"> — É alguma mistura. — É qualquer coisa que se juntou, duas substâncias juntas é uma dissolução. — Mistura de duas substâncias, geralmente sólido numa substância geralmente líquida. — É a mistura de dois líquidos que podem ser de cor diferente, mas têm que ter certas características comuns para se dissolverem. 	3	15	27
5	Reacção	Para haver dissolução é necessário haver reacção.	reage, reacção.	<ul style="list-style-type: none"> — Acho que a dissolução é uma reacção química. — É o acto de provocar uma reacção entre um líquido e um sólido com propriedades cristalinas. Transforma o solvente e o cristal num só composto. Pode ser uma reacção endotérmica, espontânea ou provocada por simples agitação. — Qualquer substância que reage na presença de outra, isto é, uma substância que consegue dissolver. 	3	0	9
6	Microscópica	Interpretação microscópica.	partículas, moléculas.	<ul style="list-style-type: none"> — É a palavra que indica uma transformação de uma substância em partículas mais pequenas. — Sugere-me a desintegração das moléculas de uma substância quando é colocada num recipiente com água. — É quando um sólido se dissolve na água, isto é, as suas partículas vão-se misturar com as da água ocupando os espaços vazios que nela existem. 	3	12	12
7	Líquido	É feita num líquido ou na água.	feita num líquido ou na água.	<ul style="list-style-type: none"> — É quando um determinado elemento é diluído em água até não restarem restos sólidos. — É a passagem de um material sólido para um material líquido. 	16	36	55
8	Outras	As descrições não pertencem às categorias anteriores.		<ul style="list-style-type: none"> — Separação de dois compostos. — De uma solução separar os seus elementos. — Solução de soluções. — É quando um produto sólido se transforma em líquido dá-se um dissolução. — É uma propriedade de alguns corpos. — Dissolução é a transformação de dois produtos. — É uma pessoa que está desiludida. — É qualquer propriedade que se dissolve. 	16	21	12

Tabela 5 — Distribuição das descrições dos alunos pelas categorias formadas para o conceito **ELEMENTO**

N.º	NOME DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA (Aspectos referidos)	EVIDÊNCIA DO COMPORTAMENTO: qualquer descrição referindo-se a	EXEMPLOS DE DESCRIÇÃO	% DE DESCRIÇÕES		
					6.º ANO	8.º ANO	10.º ANO
1	Conjuntos	Elemento como componente individualizado referido ou não a um conjunto, num contexto não químico.	pessoas ou objectos quer em termos individualizantes quer como componentes de um conjunto, num contexto não químico.	<ul style="list-style-type: none"> — A muitas coisas como por exemplo um conjunto de bonecas, boneca é um elemento, elemento exige-me uma coisa que esteja num conjunto ou numa rocha. — Eu penso que um elemento pode ser um objecto ou uma pessoa de conjuntos. — É quando uma pessoa ou elemento pertence a uma equipa por exemplo. — É uma coisa que é necessária a outros e que nós dizemos que temos que arranjar um elemento para qualquer coisa. — Elemento é um objecto. — Sugere-me um equipa de futebol que tem todos os seus elementos. — É uma coisa, um objecto de qualquer coisa maior. — É um objecto sozinho. — Quer dizer que é uma pessoa qualquer, objecto, etc., individual. — Se tivesse um grupo de pessoas cada pessoa era um elemento desse grupo. 	85	18	5
2	Componente	Elemento como um componente de uma substância.	componente de uma substância, parte de uma substância, constituinte de uma substância.	<ul style="list-style-type: none"> — Para mim elemento é um componente de uma substância qualquer. — Sugere-me que faz parte de uma substância sendo o elemento um dos seus constituintes. — Substância que se pode juntar a outra para formar um composto. 	0	12	10
3	Pureza	Elemento como o único componente de uma substância, como sendo uma substância pura.	puro, não misturado, só um componente, substância simples, substância elementar, substância só com um elemento.	<ul style="list-style-type: none"> — É uma substância que é constituída só por um elemento. — Elemento é uma substância que é formada só por componente. — É uma substância que é pura. — Elemento é um material que não está misturado com outro. — Substâncias simples. — Substância elementar em que cada uma tem um conjunto de características que a definem. 	0	38	18
4	Tabela Periódica	Elemento referido à tabela periódica.	tabela periódica.	<ul style="list-style-type: none"> — É um químico do qual podemos ver as suas características na tabela periódica. — São as substâncias que constituem a tabela periódica. — Elemento lembra-me logo a tabela periódica que é formada por elementos químicos. — É uma substância que existe na natureza em estado sólido, líquido ou gasoso. São os elementos que constituem a tabela periódica e vêm seguindo uma determinada ordem. 	0	0	36
5	Microscópica	Interpretação microscópica.	átomos, moléculas, prótons, electrões, neutrões.	<ul style="list-style-type: none"> — Substância composta de átomos com um número de prótons iguais uns aos outros. — É uma substância que é composta por várias moléculas iguais. — Elemento é uma substância diatómica usada na Química. — É uma substância química composta por electrões, neutrões e prótons. Possui propriedades químicas. — Elemento é um átomo, ou seja uma partícula minúscula não visual a olho nu. — Conjunto de átomos iguais que formam uma substância. — Substância com as moléculas todas iguais (compostas por átomos iguais). 	0	18	44
6	Outras	As descrições não pertencem às categorias anteriores.		<ul style="list-style-type: none"> — Elemento é uma substância existente na natureza ou sintético (se for feito em laboratório) e que tem as suas características próprias. — Elemento tem como base algo que se usa em processo. — Elemento é como uma substância que irá dar reacção a elementos todos juntos. — É uma solução. — A química é um elemento que pode entrar em muitos produtos. — É uma coisa que é descrita como um elemento. 	15	21	10

Tabela 6 — Distribuição das descrições dos alunos pelas categorias formadas para o conceito **EVAPORAÇÃO**

N.º	NOME DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA (Aspectos referidos)	EVIDÊNCIA DO COMPORTAMENTO: qualquer descrição referindo-se a	EXEMPLOS DE DESCRIÇÃO	% DE DESCRIÇÕES		
					6.º ANO	8.º ANO	10.º ANO
1	Ação associada	Evaporação como algo que evapora sem qualquer outra explicação.	alguma coisa que se evapora.	— É quando uma coisa se evapora. — A água evapora.	16	12	7
2	Descritiva	Evaporação em termos descritivos.	desaparece, vai para a atmosfera, dá fumo, liberta gases, passa a vapor, água que forma nuvens, vai para o ar, ferve, forma bolhas.	— É quando se dá um fumo. — É quando um líquido vai para a atmosfera. — É quando a água dos mares, poços, rios, poças de água vai para as nuvens. — É uma coisa que evapora, que desaparece e que nós não conseguimos ver ela a evaporar-se. Há muitos tipos de evaporação e todos diferentes que têm cada um o seu papel a desenvolver. — É água que sobe para o ar. — É água que se transforma em vapor. — É a água quando está a ferver muito. — Uma evaporação é um facto que pode ser observado visualmente (ou através de outros processos) e que consiste na libertação de gases (no estado gasoso). — São bolhas de água quase microscópicas, é um produto tão leve que sobe. Desaparece.	42	36	24
3	Mudança de estado	Evaporação em termos de mudança de estado.	passagem do estado líquido ao estado gasoso, mudança de estado, passagem de sólido a líquido, passagem ao estado gasoso, transformação do estado líquido no estado gasoso.	— É uma mudança de estado. — Uma passagem do estado líquido ao estado gasoso. — É a transformação de um líquido para o estado gasoso. — É a passagem de um corpo sólido a líquido. — É a passagem de certos elementos ao estado gasoso.	26	52	61
4	Microscópicas.	Interpretação microscópica.	átomos, partículas.	— Evaporação é as partículas que se dividem muito e o peso é muito baixo e elas sobem. — Afastamento dos átomos de um líquido que se vai tornar num gás e que sobe para a atmosfera formando nuvens. — Com o calor as partículas vão-se desprendendo umas das outras.	0	7	0
5	Energia	Energia ou calor são associadas a evaporação.	calor, energia, aquecimento, aumento de temperatura, ferver, ao lume, ao sol.	— A evaporação dá-se geralmente pelo calor. — Sugere-me a passagem de uma substância líquida para gasosa quando se fornece calor a essa mesma substância. — Passagem de um corpo do estado líquido ao estado gasoso, através da elevação da temperatura desse corpo. — É quando um líquido se evapora quando está ao sol. — É a transformação do estado líquido para o estado gasoso ganhando energia. — É quando um corpo passa do estado líquido ao estado gasoso aquecendo água. — Água quando está a ferver. — É quando um corpo desaparece como a água quando está ao lume.	18	26	45
6	Processo	Evaporação como um processo de separação de materiais.	separação, processo de obtenção de uma substância.	— É um processo químico usado na química para obtenção de uma substância. — É um processo físico de separação de materiais.	0	10	2
7	Outras	As descrições não pertencem às categorias anteriores.		— Acho que a evaporação é uma reacção química. — É um estado físico. — É o vapor que se evapora. — É a propriedade de alguns compostos. — Os líquidos evaporam-se condensando-se. — É a absorção de qualquer composto por uma determinada fonte.	16	5	10

Tabela 7 — Distribuição das descrições dos alunos pelas categorias formadas para o conceito GÁS

N.º	NOME DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA (Aspectos referidos)	EVIDÊNCIA DO COMPORTAMENTO: qualquer descrição referindo-se a	EXEMPLOS DE DESCRIÇÃO	% DE DESCRIÇÕES		
					6.º ANO	8.º ANO	10.º ANO
1	Descritiva	Gás em termos descritivos.	arde, é inflamável, faz lume, é tóxico, explode, é transparente, perigoso, mata, causa prejuízos, causa coisas más, não se vê.	<ul style="list-style-type: none"> — Produto transparente. — Quer dizer que é qualquer coisa tóxica. — Porque o gás tem que ter uma certa quantidade de química para poder fazer lume. — É um produto que se guarda em recipientes fechados e que arde. — Intoxica, mata. — É um produto que quando se faz lume perto dele faz fogo. — Produto inflamável. — É uma substância explosiva. — É um vapor que provoca muitas coisas más. — O gás é pouco gasto porque às vezes dá muitos prejuízos. — Substância gasosa com ou sem cheiro que se movimenta no ar sem se ver. 	55	39	21
2	Estado físico	Estado físico.	gasoso, líquido, fumo, vapor.	<ul style="list-style-type: none"> — Sugere-me que é um tipo de vapor. — Gás é um líquido que há no ar. — Gás é um tipo de um fumo que quando se lhe põe um fósforo ao pé explode. — Solução gasosa. — É um elemento no estado gasoso. 	20	53	54
3	Funcional	Aplicações de gás no dia a dia.	para cozinhar, para fogões, para aquecer, para garrafas de gás, usado como combustível.	<ul style="list-style-type: none"> — Gás é uma botija com gás que nós utilizamos para fazer a comida, para aquecer, etc. — Dá-me a ideia do gás que utilizamos nas cozinhas para fazer o comer. — Gás é utilizado pelos homens para se fazer a comida. — Serve para acender os fogões. — Gás como por exemplo uma garrafa de gás. — Eu penso que gás é um produto para aquecer a água e não só. 	43	11	5
4	Exemplos	Exemplos de gás.	exemplos de gás.	<ul style="list-style-type: none"> — Gás é o ar que nós precisamos para viver. — Vapor, oxigénio, dióxido de carbono, etc. — Gás pode ser o último elemento da tabela periódica designado gás raro. — E um elemento que pertence ao VIII grupo da tabela periódica e é inerte (não reage) os gases são elementos que possuem grande estabilidade. 	4	14	26
5	Produto de reacção	Produto de uma reacção.	produto de reacção ou libertado numa reacção.	<ul style="list-style-type: none"> — Gás é o resultado de uma reacção química em que se liberta o produto da reacção. — Ao fazermos certas reacções com certos elementos vemos que libertam gases. 	0	3	21
6	Microscópica	Interpretação microscópica.	átomo, molécula, partícula.	<ul style="list-style-type: none"> — Átomos mais livres que em líquidos e sólidos. — É uma substância que é um conjunto de partículas mas que se encontram todas bastante afastadas umas das outras, existe espaço nas partículas. — É uma mistura de várias moléculas. — Conjunto de moléculas com ligações muito fracas entre os átomos. 	0	19	15
7	Outras	As descrições não pertencem às categorias anteriores.		<ul style="list-style-type: none"> — É uma substância que tem peso, ocupa espaço e tem forma variável. — Substância em que as características mais importantes é a de ferver. — Substância diatómica (salvo os gases raros). — É um fenómeno que é feito por formações químicas. — Acho que foram os químicos que inventaram o gás. — É um gás que serve para várias coisas, também há vários gases. 	4	6	8

Tabela 8 — Distribuição das descrições dos alunos pelas categorias formadas para o conceito **MISTURA**

N.º	NOME DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA (Aspectos referidos)	EVIDÊNCIA DO COMPORTAMENTO: qualquer descrição referindo-se a	EXEMPLOS DE DESCRIÇÃO	% DE DESCRIÇÕES		
					6.º ANO	8.º ANO	10.º ANO
1	Junção	Mistura como resultado de misturar, juntar, adicionar, etc.	juntar, adicionar, misturar, mexer, caldear, aglomeração, conjunto, contacto, combinação.	<ul style="list-style-type: none"> — Quer dizer que é muitas coisas juntas caldeadas. — Quando se mistura produtos uns com os outros é misturar. — É a junção de vários produtos. — Sugere-me a mistura de duas coisas ou mais. — Caldeação de várias coisas. — Mistura quer dizer misturar uma coisa com outra. — É juntar dois produtos um ao outro. — É quando são adicionadas várias substâncias umas às outras aí temos uma mistura. — É quando duas substâncias se contactam formam uma mistura. — É o conjunto de substâncias diferentes dizemos que estamos a fazer uma mistura. — É a combinação de substâncias diferentes é o verbo misturar. — É quando há uma aglomeração de vários elementos num e mesmo recipiente. 	81	73	60
2	Exemplos	Exemplos de mistura.	exemplos de mistura.	<ul style="list-style-type: none"> — Por ex.: os meus pais dizem assim vamos misturar o adubo. — Café com leite. — Por exemplo mistura de gasolina. — Mistura de álcool com água. — Exemplo: laranjada com gasosa, pito com arroz, isto são misturas. — Sugere-me a ideia de alguém que faz uma mistura de bebida e apanha uma tremenda piela. 	23	15	5
3	Composto	Mistura como um composto.	composto, substância composta.	<ul style="list-style-type: none"> — É uma substância que é composta por mais que um elemento. — Composto conseguido através de dois ou mais elementos. — É a junção de vários elementos que darão um composto. — Composto conseguido através de dois ou mais elementos. 	0	5	19
4	Solução	Mistura como uma solução.	solução, dissolução.	<ul style="list-style-type: none"> — Solução de elementos. — Substância não pura solução de várias substâncias. — A dissolução de dois ou vários elementos diferentes entre si. 	1	10	7
5	Microscópica	Interpretação microscópica.	átomos, moléculas.	<ul style="list-style-type: none"> — Mistura é um conjunto de átomos de espécies diferentes. — São vários tipos de átomos juntos. Átomos que são diferentes entre si e que formam moléculas diferentes das anteriores. — Conjunto de moléculas misturadas de vários elementos químicos. — Substâncias constituídas por átomos de vários elementos diferentes. As moléculas não podem ter na sua constituição átomos iguais pois deixam de ser uma mistura. 	0	2	21
6	Outras	As descrições não pertencem às categorias anteriores.		<ul style="list-style-type: none"> — Mistura pode ser homogénea ou heterogénea conforme o seu aspecto. — Processo de obtenção de dois materiais ex.: líquido com sólido gasoso com sólido gasoso com líquido. — Eu acho que a química é todo um conjunto de misturas. — Porque a certos produtos que tem uma percentagem de química. — A palavras “mistura” talvez seja o recolher de vários dados que se dão ao longo de cada dia nas aulas de Química. Talvez seja uma palavra usada que os professores de “Química” a usem para nós compreendermos melhor. — Uma mistura de elementos dá um produto com as características de ambos os elementos empregues. 	6	10	7

Tabela 9 — Distribuição das descrições dos alunos pelas categorias formadas para o conceito **MOLÉCULA**

N.º	NOME DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA (Aspectos referidos)	EVIDÊNCIA DO COMPORTAMENTO: qualquer descrição referindo-se a	EXEMPLOS DE DESCRIÇÃO	% DE DESCRIÇÕES		
					6.º ANO	8.º ANO	10.º ANO
1	Tamanho	Molécula em termos de algo pequeno.	micróbio, bicho pequeno, célula, coisa pequena, corpo pequeno, minúsculo.	<ul style="list-style-type: none"> — É um corpo muito pequenino. — Acho que é uma coisa pequena. — É um elemento minúsculo que só pode ver-se em certos microscópios. — É uma célula. — Molécula é um micróbio que é preciso para a nossa sobrevivência. — Molécula é um bicho muito pequenino que quase não se vê. 	25	3	0
2	Mobilidade	Molécula em termos de algo móvel.	movem-se, deslocam-se, mexem-se, afastam-se, apertam-se, atraem-se, contraem-se, dilatam, unem.	<ul style="list-style-type: none"> — É uma coisa que se move quando a gente lhe mexe. — Molécula é um elemento de contracção e dilatação, dizendo melhor é uma substância que sendo aquecida dilata, mas depois de fria contrai-se outra vez, ficando na mesma forma como dantes. — É uma coisa que se mexe. — Elementos que unem umas coisas às outras e que podem estar todas juntas e podem estar soltas. 	21	0	0
3	Componente	Molécula como fazendo parte de um material ou de um corpo.	componente, elemento de, parte de, aparece em corpos, um ser de um corpo.	<ul style="list-style-type: none"> — São alguns componentes de alguns corpos. — Elemento de um corpo. — A palavra molécula sugere-me uma coisa que faz parte de um material. — É uma substância que aparece em vários corpos. — Sugere-me um ser qualquer de um corpo. 	13	6	0
4	Partícula	Molécula em termos de partícula ou átomo sem surgir a ideia de formação de conjuntos ou de legação.	partícula.	<ul style="list-style-type: none"> — É uma partícula. — É uma partícula de água ou no estado sólido ou no líquido ou no gasoso. — É a mais pequena partícula que se pode obter com as mesmas características. — Molécula para mim sugere-me que molécula é uma partícula invisível e que talvez inventada pelos químicos para resolver alguns problemas. — Partícula mais pequena em que um corpo se pode dividir. 	17	25	11
5	Conjunto de partículas	Molécula em termos de conjunto de átomos ou partículas se surgir a ideia de ligação.	conjunto de átomos ou partículas, formada ou constituída por átomos ou partículas, agrupamento, agregado ou junção de átomos ou partículas.	<ul style="list-style-type: none"> — É um conjunto de partículas. — É um conjunto de átomos de uma substância. — É a junção de vários átomos. — É a parte mais pequena de uma substância que contém todas as propriedades dessa substância e que é formada por átomos. — Molécula é um conjunto formado por vários átomos que podem ser átomos do mesmo elemento ou de elementos diferentes. — É um conjunto de átomos da mesma espécie. — Vários átomos agregados. — Agrupamento de átomos no estado de mínima energia. 	0	50	62
6	Ligação	Moléculas em termos de conjunto de átomos ou partículas ligadas.	átomos ou partículas ligadas, ligação.	<ul style="list-style-type: none"> — Molécula é um conjunto de átomos ligados diferentes. — É um conjunto de átomos ligados. — É formada por átomos que podem ser do mesmo elemento ou de elementos diferentes, formando uma ligação que se torna mais estável que um átomo isolado. — Ligação entre átomos iguais ou diferentes através de ligação química. 	0	8	16
7	Exemplos	Exemplos de molécula.	exemplos de molécula.	<ul style="list-style-type: none"> — São as moléculas de água. — A ideia que me ocorre é que a palavra molécula é utilizada para dizer uma molécula de O_2, CO_2, etc. — Molécula é por exemplo um elemento químico O_2, se for escrito dessa maneira O_2 é uma molécula de oxigénio, mas se for $2O_2$ são duas moléculas de oxigénio. 	2	8	3
8	Outras	As descrições não pertencem às categorias anteriores.		<ul style="list-style-type: none"> — É uma coisa que tem todos os estados da matéria. — Molécula é uma reacção química que se dá nos corpos. — Talvez seja uma propriedade de força de um corpo. — Composto químico entre dois elementos. — Estudo das moléculas. — Talvez uma molécula seja um bocadinho da química. — Sugere-me um corpo. — Estudo das moléculas. 	23	6	8

Tabela 10 — Distribuição das descrições dos alunos pelas categorias formadas para o conceito **PUREZA**

N.º	NOME DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA (Aspectos referidos)	EVIDÊNCIA DO COMPORTAMENTO: qualquer descrição referindo-se a	EXEMPLOS DE DESCRIÇÃO	% DE DESCRIÇÕES		
					6.º ANO	8.º ANO	10.º ANO
1	Adjectivo associado	Pureza em termos de algo puro sem qualquer outra explicação.	pura (exclusivamente).	<ul style="list-style-type: none"> — É uma coisa que é pura. — É quando algumas coisas estão puras diz-se que é uma autêntica pureza. — Coisa pura. 	28	13	6
2	Sem sujidade	Pureza como material em boas condições, sem sujidade.	limpa, boa, límpida, sem micróbios, não poluída, sem sujidade, em boas condições, bom para a saúde, sem pó, sem impurezas.	<ul style="list-style-type: none"> — Pureza é uma coisa quando está limpa e purificada dos micróbios chama-se pureza. — Que é uma coisa pura e não está poluída. — Uma coisa que se pode utilizar porque está em boas condições. — É qualquer coisa que não está poluída e está boa. — É uma coisa pura, sem distúrbios, sem sujidade, sem poluição. — É uma coisa que está pura não tem qualquer pó, etc. — Coisa pura sem impurezas. — Uma coisa que é pura, limpa, saudável. — Higiene, limpeza, sem micróbios. — Pureza é algo que é puro sem impurezas é límpido puro. 	53	37	14
3	Exemplos	Exemplos de pureza.	exemplos de pureza.	<ul style="list-style-type: none"> — Ar puro tem pureza. — Natureza. — Água vinda da nascente. — Açúcar quando sai da cana. — Água quimicamente pura é a que tem como fórmula H_2O. Existem outras águas que para além destes têm outros elementos. 	9	8	3
4	Componente único	Pureza como material sem mistura, não misturado com outro.	sem mistura, só um componente, não tem mais elementos, só uma substância, substância não combinada com outra, não tem outro material.	<ul style="list-style-type: none"> — Pureza é por exemplo quando uma substância não mistura. — Indica qualquer material que é puro ou seja material que não tem mais elementos. — É o ponto que as substâncias são puras. Só existe essa substância. — Pureza é um elemento que não possui outras substâncias. — Elemento homogêneo composto pela mesma substância em toda a sua extensão. — Pureza sugere pura, uma substância que não está combinada com outra substância. 	0	37	57
5	Microscópica	Interpretação microscópica.	átomos, moléculas, partículas.	<ul style="list-style-type: none"> — Significa que uma molécula pura só é constituída por vários átomos da mesma espécie. — É substância que só tem átomos do mesmo tipo. — Substância composta por um só tipo de moléculas. — Conjunto de átomos, mas da mesma espécie. — É uma substância química formada por moléculas de átomos iguais. 	0	8	31
6	Outras	As descrições não pertencem às categorias anteriores.		<ul style="list-style-type: none"> — É a característica que caracteriza qualquer substância. — Propriedade que as substâncias podem possuir. — Pureza é usada quanto ao estado de purificação de um produto qualquer. — Uma substância é considerada pura por um critério de pureza. — Pureza é uma substância filtrada. — Pode-se ver a pureza de uma substância através do seu ponto de ebulição e de fusão e através do cromatograma. — Pureza é a pureza dos sólidos. — Para mim a palavra pureza talvez seja uma palavra que vem doutra, mas essa outra talvez seja de pobreza. — É uma coisa que não tem defeito. — A palavras pureza não tem química porque a química tirava já essa palavra. 	19	18	14

Tabela 11 — Distribuição das descrições dos alunos pelas categorias formadas para o conceito REACÇÃO QUÍMICA

N.º	NOME DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA (Aspectos referidos)	EVIDÊNCIA DO COMPORTAMENTO: qualquer descrição referindo-se a	EXEMPLOS DE DESCRIÇÃO	% DE DESCRIÇÕES		
					6.º ANO	8.º ANO	10.º ANO
1	Acção associada	Reacção química em termos de algo que reage ou que se passa numa experiência sem qualquer outra explicação.	reage, dá reacção, o que acontece numa experiência, o que se dá com produtos químicos, o que resulta de junção ou mistura de produtos químicos (sem outra explicação).	<ul style="list-style-type: none"> — Quando se executa a mistura de vários elementos químicos, proporcionam uma reacção. — É quando se dá a reacção de produtos químicos. — É quando um produto reage algum tempo. — Dá-se quando dois produtos de substâncias diferentes reagem. — É uma reacção em que entram produtos químicos. — É quando dois ou mais elementos ao se misturarem se verifica uma reacção. — Aquilo que se dá a um tempo com produtos químicos. — É o que acontece numa experiência em química. 	57	36	43
2	Descritiva	Reacção química em termos descritivos.	faz efervescência, alterações nos materiais, libertação de gases, aumento de temperatura, borbulhas, deitar fumo, há transformação da matéria.	<ul style="list-style-type: none"> — Quando se juntam duas substâncias diferentes há reacção se houver libertação de gases ou aumenta a temperatura. — Reacção que teve uma mistura num copo a borbulhar ou a deitar fumo. — Contacto entre várias substâncias. Efervescência. — Uma reacção química é uma reacção entre dois corpos em que há transformação da matéria. — Alteração de uma substância quando misturada com outra. — É o transformado de duas ou mais substâncias, é quando juntando diferentes produtos existem alterações. — Bum, bum, bum. 	13	23	13
3	Exemplos	Situações especificadas de reacção química.	exemplos de reacção química.	<ul style="list-style-type: none"> — Quando pomos água ao lume passado algum tempo a água começa a ferver e a deitar por fora. — $Mg + O \rightarrow MgO$. — Sugere-me um vulcão a rebentar, como por exemplo quando sai a lava. — Eu penso que uma reacção química é por exemplo quando uma pessoa põe um ácido qualquer na roupa e por vezes fura a roupa. 	17	3	3
4	Microscópica.	Interpretação microscópica.	moléculas, átomos.	<ul style="list-style-type: none"> — É uma reacção que há quando entram em contacto vários átomos diferentes. — É quando dois elementos reagem uns com os outros e essa reacção consiste na troca de moléculas e átomos entre os dois elementos. 	0	3	13
5	Energia	Energia associada a reacção química.	endotérmica, exotérmica, energia, endoenergética, exoenergética.	<ul style="list-style-type: none"> — As reacções químicas podem ser endotérmicas ou exotérmicas. — Reacção química é a libertação ou captação de energia quando se juntam elementos diferentes diferentes. É então exotérmica quando liberta energia e endotérmica quando capta energia. 	0	3	18
6	Origina uma substância nova	Reacção química em termos de formação de uma substância nova.	dá uma substância nova, dá outras substâncias, transformam num produto diferente.	<ul style="list-style-type: none"> — É quando duas substâncias entram em contacto uma com a outra dando origem a uma nova substância. — É quando duas substâncias juntas em reacção formam outro produto diferente dos primeiros. — É quando no contacto de duas substâncias a reacção dá outra substância. 	0	36	25
7	Outras	As descrições não pertencem às categorias anteriores.		<ul style="list-style-type: none"> — É quando entre várias substâncias existe como que uma “guerra” quando o ambiente em que essas substâncias se situam, se proporciona para tal. — É o movimento (acção) realizada na mistura de compostos químicos. — Ciência que estuda os corpos. — Acho que reacção química é uma coisa que se move por si própria. — É uma coisa transformada pelo homem. — Reacção química é tudo o que resulta de outras reacções. 	20	5	5

Tabela 12 — Distribuição das descrições dos alunos pelas categorias formadas para o conceito **SOLUÇÃO**

N.º	NOME DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA (Aspectos referidos)	EVIDÊNCIA DO COMPORTAMENTO: qualquer descrição referindo-se a	EXEMPLOS DE DESCRIÇÃO	% DE DESCRIÇÕES		
					6.º ANO	8.º ANO	10.º ANO
1	Resposta	Solução como resultado, resposta ou solução de um problema.	resultado, resposta, solução de um problema.	<ul style="list-style-type: none"> — É quando se encontra a resposta para um problema. — É a resolução de um enigma de qualquer coisa de um problema, etc. — É uma resposta que nós achamos para uma pergunta que nos custa responder e depois encontramos a resposta e dizemos que já temos a solução. — É o resultado de um passatempo. — É o resultado de um problema. — É a resposta a alguma coisa que não sabíamos. — É a hipótese que resolve o problema. 	77	10	3
2	Resultado de uma experiência	Solução como o resultado ou o que se obtém de uma experiência.	resultado de uma experiência, o que se obtém de experiência.	<ul style="list-style-type: none"> — Resultado de uma experiência qualquer. — Algo que se obteve de experiências com substâncias. 	10	23	13
3	Mistura	Solução como uma mistura de materiais.	mistura.	<ul style="list-style-type: none"> — Mistura de vários produtos. — Sugere-me a mistura de duas substâncias (geralmente líquidos + sólidos) que formam uma solução líquida. — É uma mistura de um líquido com um sólido. — É a mistura de dois ou mais compostos líquidos. — É uma mistura de gases ou outros. — É o resultado da mistura de vários elementos. — Corpo no estado líquido misturado com outro, quando não se nota diferença entre as duas substâncias. 	4	37	45
4	Produto de reacção	Solução como o produto ou resultado de uma reacção.	produto de reacção, resultado de uma reacção, mistura que reage.	<ul style="list-style-type: none"> — É o produto de alguma reacção. — Uma solução é o resultado de uma reacção química. — É a mistura de duas ou mais substâncias químicas que reagem um com o outro. 	0	10	13
5	Exemplos	Exemplos de solução.	exemplos de solução.	<ul style="list-style-type: none"> — Solução aquosa/alcalina/ácida. — É uma substância que se adiciona a qualquer líquido para saber qual o seu grau de acidez. — Pode haver solução aquosa, solução de sulfato de cobre. — Por exemplo, se eu tivesse sal e água a ferver e pusesse lá na água o sal a água ficava salgada, a água salgada era a solução. 	2	7	24
6	Composto	Solução como composto.	composto.	<ul style="list-style-type: none"> — Solução é uma junção de dois produtos resultando um composto químico. — Uma solução é um composto de vários elementos. 	0	0	11
7	Outras	As descrições não pertencem às categorias anteriores.		<ul style="list-style-type: none"> — Acho que é da química que se encontram algumas soluções. — É um produto chamado solução. — As características de umas substâncias. — É uma palavra que indica uma espécie de chave de produto. — Solução foi tudo aquilo que foi originado por outras coisas realizadas. — Solução é algo que contém num gobelé é chamado solução. — É um elemento químico. — Numa solução existe o soluto e o solvente. — Solução é o produto de uma dissolução. — Constituinte. — Geralmente é uma substância líquida. 	8	27	13

da Natureza e no 8.º e 10.º anos numa aula de Química, na presença dos respectivos professores, não excedendo o tempo de uma aula. Nenhum aluno se recusou a responder e não foi detectado qualquer problema.

3.5. Método de análise

O método escolhido neste trabalho baseou-se na obtenção de "inventários conceptuais" (14), por ter-se considerado essencial a escolha de um método que, para além de poder ser utilizado pelos professores no seu dia a dia, permitisse reconhecer a natureza semântica das relações entre os conceitos e não fosse restrito ou redutivo à linguagem proposicional.

Para cada aluno e conceito o conteúdo das descrições foi analisado tendo em vista a identificação de expressões (evidências de comportamentos) que pudessem ser consideradas como uma interpretação (naquele momento) do conceito proposto.

As descrições supostas reflectirem a mesma ideia foram agrupadas numa mesma categoria. A cada categoria foi dado um nome. Algumas descrições, descrições mistas, pertenciam simultaneamente a duas ou mais categorias. Descrições para as quais não foi possível identificar ideias comuns a outras descrições foram agrupadas numa categoria a que se deu o nome de "OUTRAS".

À medida que a análise das descrições decorria, as descrições agrupadas numa mesma categoria eram constantemente comparadas entre si dentro de cada categoria e com as descrições que constituíam as outras categorias, para cada conceito. A intenção destas comparações era aprofundar a análise em particular no que se referia à elaboração e consistência das propriedades de uma dada categoria ou à formação de outras categorias relevantes.

Quando a análise das descrições deixou de fornecer informações pertinentes em relação a estes aspectos, considerou-se a categoria saturada (15) — o processo de análise das descrições considerou-se terminado.

A construção das diferentes categorias de descrições foi evidentemente influenciada pelas percepções do investigador e em alguns casos a sua sistematização pode ser considerada como problemática.

Nas tabelas 3 a 12 apresentam-se, para cada um dos dez conceitos, as categorias formadas (a partir das descrições dos alunos) e respectivos critérios de formação. Para cada caso estão também indicados exemplos e percentagens de descrições correspondentes; estas percentagens foram calculadas em relação ao número total de descrições para cada conceito e para cada ano. Tais percentagens podem ser entendidas como reflectindo a saliência, naquele momento, de uma dada interpretação a que essa categoria corresponde. A soma das percentagens para cada ano correspondentes a um dado conceito pode ser superior a 100% devido a haver descrições mistas cujas diferentes componentes foram contabilizadas nas várias categorias a que pertenciam.

4. Resultados e sua discussão

4.1. Aspectos numéricos

Dos alunos inquiridos nem todos apresentaram descrições para todos os conceitos. Foram, no entanto, considerados todos os livretes e dentro de cada livrete só se consideraram as folhas correspondentes aos conceitos para os quais foram apresentadas descrições. No total foram pedidas 1390 descrições e obtiveram-se

1210 o que corresponde a cerca de 87% das descrições pedidas.

A extensão das descrições apresentadas foi, na sua maioria, entre 2 a 4 linhas.

4.2. Adequabilidade das descrições

Com base num inventário de atributos previamente considerados pelos professores como sendo adequados para caracterizar cada conceito em cada ano, definiram-se (para cada ano) critérios de adequabilidade para as correspondentes descrições (Tabela 13).

Para um dado nível de escolaridade, consideraram-se como descrições não adequadas, descrições reflectindo quer uma compreensão incorrecta de um dado conceito, quer a aprendizagem de só alguns dos seus aspectos, insuficientes de acordo com a instrução recebida. A aplicação destes critérios às descrições obtidas conduziu à Tabela 14 onde as percentagens foram classificadas em três grupos conforme o seu valor relativo.

Os valores encontrados indicam uma elevada proporção de conceitos com descrições não adequadas em qualquer dos anos. Por exemplo, no 8.º ano, sete conceitos apresentam uma percentagem de descrições não adequadas igual ou superior a 80%.

4.3. Natureza das versões privadas e sua evolução

A análise das descrições fornecidas pelos alunos sugere:

a) — A existência de versões privadas em termos de aspectos concretos (directamente apreendidas por percepção sensorial), por exemplo para os conceitos que constam da Tabela 15.

Esta tabela foi obtida com as descrições dos alunos que reflectiam aspectos concretos, para os vários conceitos: dentro de cada categoria e para cada conceito foram escolhidas as descrições nessas condições, tendo havido o cuidado de contabilizar as descrições mistas uma só vez.

Grande parte das descrições reflectem situações do dia a dia (ideias intuitivas) que os alunos têm acerca desses conceitos. Esses aspectos tornaram-se menos salientes com a instrução, embora persistam ao longo dos anos.

b) — Para conceitos cujas descrições adequadas em dois ou mais anos de escolaridade são diferentes devido à instrução recebida (por exemplo MOLÉCULA, ver Tabela 13) verificou-se a persistência assinalável de concepções baseadas em instrução anterior. Por exemplo, para REACÇÃO QUÍMICA, verificou-se que no 10.º ano 25% das descrições reflectiam ainda a ideia de formação de substância nova (descrição adequada no 8.º ano) e não em termos de formação de novas ligações (0%), como seria de esperar.

c) — Para conceitos em cujas descrições adequadas em dois ou mais anos de escolaridade se mantêm os mesmos atributos nos diferentes anos (por exemplo PUREZA no 8.º e 10.º anos, ver Tabela 13) verificou-se que a percentagem de descrições adequadas aumentou, de um modo geral, com a instrução provavelmente devido ao efeito de familiaridade. Por exemplo, para REACÇÃO QUÍMICA, a percentagem de descrições adequadas passou de 0% (6.º ano) para 39% (8.º ano); para SOLUÇÃO passou de 3% (8.º ano) para 11% (10.º ano); para ÁCIDO passou de 17% (8.º ano) para 28% (10.º ano) e para PUREZA passou de 37% (8.º ano) para 57% (10.º ano).

d) — De um modo geral, descrições reflectindo aspec-

Tabela 13
Critério de adequabilidade para as descrições

CONCEITO	ANO	São consideradas adequadas as descrições que reflectam a ideia de:
Ácido	6.º 8.º 10.º	Aspectos descritivos. Caracterizado pelo pH < 7 ou reconhecido por indicador. Como no 8.º ano.
Dissolução	6.º 8.º 10.º	— Processo para obter uma solução. Interação entre soluto e solvente.
Elemento	6.º 8.º 10.º	— Formado por um único tipo de átomos. A isotopia pode ser englobada no tipo de descrições.
Evaporação	6.º 8.º 10.º	Passagem do estado líquido ao estado gasoso ou passagem da água ao estado gasoso. Passagem do estado líquido ao estado gasoso. Como no 8.º ano.
Gás	6.º 8.º 10.º	Forma e volume variáveis. Partículas, átomos, moléculas e existência de espaço entre as partículas. Como no 8.º ano.
Mistura	6.º 8.º 10.º	— Tem vários componentes, mantendo estes as suas propriedades individuais. Como no 8.º ano.
Molécula	6.º 8.º 10.º	Pequenas e permanência das propriedades do corpo. Junção de átomos ou partículas e permanência das propriedades do corpo. Ligação entre os átomos ou partículas.
Pureza	6.º 8.º 10.º	— Formada por uma substância. Como no 8.º ano.
Reacção Química	6.º 8.º 10.º	Formação de uma substância nova. Como no 6.º ano. Formação de novas ligações.
Solução	6.º 8.º 10.º	— Mistura homogênea. Como no 8.º ano.

Tabela 14
Distribuição dos conceitos de acordo com a não Adequabilidade das descrições para cada ano

% de Descrições Inadequadas		6.º Ano	8.º Ano	10.º Ano
A	90 - 100	G, Mo, R	E, G, Mi, Mo, S	E, D, G, Mi, R
	80 - 90		A, D	Mo, S
	70 - 80	Ev		A
	66 - 70			
M	60 - 66		Ev, P, R	
	50 - 60			Ev
	40 - 60			P
	33 - 40			
B	30 - 33	A		
	20 - 30			
	10 - 20			
	0 - 10			

tos microscópicos foram pouco frequentes, excepto para MOLÉCULA (8.º e 10.º anos) e ELEMENTO (10.º ano). Tal resultado sugere a pouca saliência para os alunos de atributos mais abstractos para os conceitos apresentados, o que é congruente com o que se refere na alínea a).

e) — Para um dado conceito a natureza das descrições nos diferentes anos evoluiu no sentido esperado.

Tabela 15
Descrições (V.P.) em termos de aspectos concretos

CONCEITO	EXEMPLO DE DESCRIÇÕES	% DE DESCRIÇÕES		
		6.º	8.º	10.º
Ácido	— É um produto que queima e é amargo. — Sumo de limão.	86	62	32
Dissolução	— Esta palavra sugere-me que se dissolver um produto num líquido qualquer este dissolver é fazer diluir o produto num líquido até este desaparecer à vista desarmada. — Sugere-me um torrão de açúcar que se dilui na água ou no café.	82	60	66
Evaporação	— É quando se dá um fumo. — A água evapora.	58	48	31
Gás	— É um produto que quando se faz lume perto faz fogo. — Serve para acender os fogões.	92	47	26
Mistura	— quer dizer que é muitas coisas juntas caldeadas. — Mexer uma certa coisa com outra coisa.	89	78	63
Pureza	— Que é uma coisa pura e não está poluída. — Água vinda da nascente.	81	47	20
Reacção Química	— É o que acontece numa experiência química. — Reacção que teve uma mistura num copo a borbulhar ou a deitar fumo.	80	62	56
Solução	— Por exemplo se eu tivesse sal e água a ferver e pusesse lá na água o sal, a água ficava salgada, a água era a solução. — É o resultado da mistura de vários elementos.	91	71	66

Assim, a percentagem de descrições em termos de aspectos concretos diminui e a percentagem de descrições reflectindo aspectos mais abstractos aumentou. Mais especificadamente:

— Para ÁCIDO (Tabela 3) os resultados sugerem que no 6.º e 8.º anos os aspectos mais salientes foram os descritivos. No 8.º ano, contudo, uma proporção substancial de descrições referiu-se já a aspectos operacionais. No 10.º ano descrições reflectindo aspectos operacionais foram agora os mais frequentes.

— Para ELEMENTO (Tabela 5) verificou-se que no 6.º ano as descrições mais frequentes referiam ELEMENTO com uma conotação matemática, embora no inquérito tivesse sido definido o contexto químico. Tal conotação foi ainda relativamente saliente no 8.º ano embora nesse ano as descrições mais frequentes se referissem a ELEMENTO como uma substância pura. No 10.º ano descrições referindo-se a Tabela Periódica (tema central do 9.º e 10.º anos de Química) e reflectindo aspectos microscópicos foram as mais frequentes.

— Para MOLÉCULA (Tabela 9) verificou-se que no 6.º ano foi principalmente encarada como algo pequeno, enquanto que no 8.º e 10.º anos como conjunto de átomos ou partículas sem apresentar a ideia de ligação. No entanto, no 10.º ano, já apareceu uma proporção substancial de descrições reflectindo a ideia de conjunto de átomos ou partículas ligadas.

4.4. Estudo das expectativas dos alunos sobre as suas próprias descrições

As versões privadas dos alunos porque não adequadas a um dado nível de ensino a que são expostos podem dificultar a aprendizagem. Ao mesmo tempo, parece razoável considerar que a consciência das dificuldades é o primeiro passo para as superar. Nesse sentido, a questão que se coloca é a de saber se os alunos têm consciência dessas dificuldades e simultaneamente que critério usam para aferir da correcção das suas concepções.

Na tabela 16 apresenta-se a distribuição dos conceitos para cada ano conforme os valores de RI (%) = percentagem de alunos que consideraram correctas descrições consideradas não adequadas pelo professor.

Tabela 16

Distribuição dos conceitos para cada ano conforme os valores de RI % — Percentagem de alunos que consideraram correctas descrições consideradas não adequadas pelo professor

RI (%)		6.º ANO	8.º ANO	10.º ANO
A	90 - 100		Mi Mo	D, R
	80 - 90			
	70 - 80			
	66 - 70			
M	60 - 66	G Ev Mo R	D, E, G, S A, R Ev, P	E, Mi G, Mo A Ev, P, S
	50 - 60			
	40 - 50			
	33 - 40			
B	30 - 33	A		
	20 - 30			
	10 - 20			
	0 - 10			

Os resultados sugerem existir uma acentuada discrepância entre o juízo dos alunos acerca da correcção das suas próprias descrições e o que é adequado. Quer isto dizer que os alunos podem estar a estruturar a sua aprendizagem na base de versões desses conceitos cuja utilidade é problemática, sem disso estarem conscientes.

A discrepância detectada é mais nítida para os conceitos DISSOLUÇÃO (10.º ano), MISTURA (8.º ano), MOLÉCULA (8.º ano) e REACÇÃO QUÍMICA (10.º ano). Uma possível razão é a de os alunos basearem os seus juízos de valor em critérios essencialmente de ordem pragmática. Na verdade, pelo menos no caso de DISSOLUÇÃO (10.º ano), MISTURA (8.º ano) e REACÇÃO QUÍMICA (10.º ano) os aspectos mais salientes das descrições são aquelas que se referem a situações concretas vividas pelos alunos, sendo a percentagem dessas descrições respectivamente: 66%, 78% e 56% (Tabela 15). De assinalar o baixo valor de RI (%) para ÁCIDO no 6.º ano (Tabela 16) que é consistente com estes resultados. Na verdade, neste caso, a descrição adequada é ela própria baseada em aspectos concretos (Tabela 13). Não admira pois que se tenha verificado aqui o mais baixo de todos os valores para RI (%).

5. Conclusões

5.1. Identificaram-se algumas versões privadas dos alunos reflectindo, no essencial, uma compreensão dos conceitos apresentados a um nível meramente descritivo, com particular relevância para aspectos concretos. Aparentemente tais versões privadas resistem à instrução.

5.2. A auto-coerência dos resultados encontrados neste estudo, nomeadamente a evolução no sentido esperado das descrições com a instrução (4.3.e) e a sua congruência com outros estudos nesta área (16), (17), (18), (19), de par com a facilidade de elaboração, administração e análise subjacente à técnica das descrições livres, sugerem que esta técnica pode ser útil no dia a dia do professor na identificação das versões privadas dos alunos, no quadro de uma avaliação diagnóstico-formativa. Naturalmente que a classificação das descrições em determinadas categorias é por vezes problemática, pois podem surgir dificuldades na compreensão das descrições dos alunos. Além disso, teve de se aceitar que com certas palavras os alunos pretendem exprimir certas ideias, o que pode não acontecer, por exemplo, quando os alunos falam de “partícula” podem estar a referir-se a “grão” e não a “molécula” ou “átomo”.

5.3. Os resultados sugerem ainda a existência por parte dos alunos de critérios essencialmente de ordem pragmática sobre a avaliação da sua própria aprendizagem. Um das implicações educacionais de tal resultado é que tais critérios podem induzir os alunos a uma sobrevalorização de atributos do tipo concreto por eles identificados. É pois recomendável que o professor tenha o cuidado de esclarecer e/ou indagar qual o jogo de atributos envolvidos em função de um determinado contexto, por exemplo, dando aos alunos oportunidade para esclarecerem na sala de aulas as suas ideias sobre esses mesmos atributos.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Johnstone, A.H., Morrison, T.I. and Sharp, DWA. "Topic difficulties in Chemistry". *Education in Chemistry*, 1971, 6(8) 212-214.
- (2) Finley, F.N., Stewart, J. and Yarroch, W.L. "Teachers perceptions of important and difficult science content". *Science Education*, 1982, vol. 66, No. 4, 531-538.
- (3) Shayer, M. and Adey, P. "Towards a science of science teaching cognitive development and curriculum demand". London: Heinemann Educational Books, 1981.
- (4) Erickson, G. "Children's conceptions of heat and temperature". *Science Education*, 1979, vol. 63, No. 2, 221-230.
- (5) Solomon, J. "Messy, contradictory and obstinately persistent: a study of children's out-of-school ideas about energy". *The School Science Review*, 1983, December, 225-229.
- (6) Mitchell, A. and Kellington, S. "Learning difficulties associated with the particulate theory of matter in the Scottish Integrated Science Course". *Eur. J. Sci. Educ.*, 1982, vol. 4, No. 4, 429-440.
- (7) Brook, A., Briggs, H. and Bell, B. "Secondary Students' ideas about particles". Centre for Studies in Science and Mathematics Education, Leeds, 1983, December.
- (8) Anderson, B. and Karrqvist, C. "How Swedish pupils, aged 12-15 years understand light and its properties". *Eur. J. Educ.*, 1983, vol. 5, No. 4, 387-402.
- (9) Nussbaum, J. and Novak, J. "An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews". *Science Education*, 1976, 60(4), 535-550.
- (10) Engel, E. and Driver, R. "Investigation pupil's understanding of aspects of pressure". Paper presented at workshop "Student's Representation", Ludwigsburg, Germany, 1981, September.
- (11) Sutton, C. "Public knowledge and private understandings". Leicester University School of Education, Science Education Conference.
- (12) Pope, M. and Gilbert, J. "Explanation and metaphor: some empirical questions in science education". *Eur. J. Sci. Educ.*, 1983, vol. 5, No. 3, 249-261.
- (13) Schaefer, G. "Concept formation in Biology: The concept 'Growth'". *Eur. J. Sci. Educ.*, 1979, vol. 1, no. 1, 87-101.
- (14) Erikson, G. "Students beliefs about science concepts: a missing ingredient in the instructional process". University of British Columbia, Symposium "Early adolescence: a critical stage for science", AAAS Meetings, Toronto, Ontario, 1981.
- (15) Spector, B. "Qualitative research: data analysis framework generating grounded theory applicable to the crisis in Science Education". *Journal of Research in Science Teaching*, 1984, vol. 21, No. 5, 459-467.
- (16) Kempa, R. and Hodgson, G. "Levels of concept acquisition and concept maturation in students of chemistry". *Br. J. Educ. Psychol.*, 1976, 46, 253-260.
- (17) Happs, J. "Particles". Working paper No. 18, University of Waikato, Hamilton, N.Z. 1980.
- (18) Schollum, B. "Chemical Change". Working paper No. 27, University of Waikato, Hamilton, N.Z. 1981.
- (19) Boulton, M. "Pupil's conceptions of the nature of matter and their interpretations of its behaviour". M.S.C. Thesis, University of East Anglia, 1983.