

Que Química para o 1.º Ciclo?

M. Mercês Sousa Ramos ^aM. Luz Castro Ribeiro ^b

Mercês Sousa Ramos



Luz Castro Ribeiro

Licenciou-se em Física, R. Científico, em 1974, pela FCUL. Fez Estágio Pedagógico no ES em 1976. Obteve o grau de Mestre em Ensino das Ciências, em 1991, pela FCUL. Leccionou no Ensino Preparatório (1973/75) e no Ensino Secundário (1975/86).

Tem desenvolvido actividades na Formação de Professores. Em 1983/84 e em 1985/86 orientou Estágios do Ramo Educacional e co-orientou trabalhos cujos resultados foram apresentados em Encontros da SPQ e SPF. Na ESEL, de 1988 até ao presente tem leccionado a cadeira de Ciências da Natureza e acompanhado grupos de alunos na Prática Pedagógica; é responsável pelas cadeiras: Actividades de Meio Físico e Física e Química. De 1986 a 88 acompanhou a Prática Lectiva de professores em profissionalização e co-orientou a cadeira de Metodologia da Física-Química. Orientou acções para prof. do 1.º ciclo do EB e Pré-primário no âmbito de uma iniciação aos processos científicos. Organizou um curso, Energia e Poluição, para prof. do 1.º e 2.º ciclos do EB. Na utilização do computador: orientou sessões e cursos para prof. de Física e Química; apresentou comunicações nas 4.ª e 5.ª Confs. de Física; desenvolveu software para aprendizagem de conceitos de Mecânica.

Participou (1982/83) na formação de um grupo de trabalho, com o objectivo de detectar dificuldades de aprendizagem dos conceitos Energia e Reacção Química.

Fez parte dos corpos gerentes da SPQ 1987/89 e da Comissão organizadora do 1.º Encontro Regional sobre o Ensino da Física.

Projectou e acompanhou a montagem do equipamento dos laboratórios na ESEL.

Desde 1987 tem vindo a desenvolver o projecto Ciência e Tecnologia dos 4 aos 12 anos numa Perspectiva Interdisciplinar. Deste trabalho têm resultado diversas comunicações e produção de materiais.

Licenciada em Eng. Químico-Industrial, em 1971, pela Universidade de Luanda e em Química Educacional, em 1978, pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, onde frequenta actualmente o Curso de Mestrado em Metodologia do Ensino das Ciências.

Desde 1980 é professora efectiva do Ensino Secundário, presentemente no quadro da Esc. Sec. D. Dinis, em Lisboa.

Entre 1981 e 1983 foi Delegada à Profissionalização, no âmbito da disciplina de Física-Química, na Esc. Sec. D. Dinis.

Entre 1986 e 1989 foi Docente Orientadora na Escola Superior de Educação de Lisboa, tendo sido co-responsável pela cadeira de Metodologia da Física-Química.

Desde 1985 tem realizado trabalho no âmbito do Desenvolvimento Curricular. Neste domínio, é co-autora do Programa da Área de Ciências do Ambiente do Curso Geral Nocturno S.U.C. e co-organizadora dos respectivos Guias de Aprendizagem.

Desde 1987 tem participado no desenvolvimento do Projecto Ciência e Tecnologia dos 4 aos 12 anos numa Perspectiva Interdisciplinar. No âmbito deste Projecto, é co-autora de diversas comunicações e tem co-orientado acções de formação para professores do 1.º ciclo do ensino básico.

A aprendizagem da Química na sociedade actual

A crescente cientifização e tecnologização da sociedade leva a admitir que o domínio do pensamento científico e das linguagens da Ciência se tornam tão indispensáveis ao homem comum como o domínio de outros modos de pensamento e de expressão e que a Ciência não ajuda somente os indivíduos a dominar as forças da Natureza e os processos de produção mas que é também um factor importante na formação da sua personalidade. Sendo assim, uma formação científica suficientemente ampla deverá figurar como objectivo prioritário do ensino, para permitir que todos possam tornar-se cidadãos responsáveis.

A Química é sem dúvida uma das Ciências que desempenha um papel importante na organização das sociedades actuais, tanto pelos progressos a que conduziu, como pelos problemas que as suas aplicações fizeram surgir, como ainda pelas soluções que poderá permitir encontrar. Importa, por isso, que todos os cidadãos adquiram uma «cultura» razoável em Química.

Algumas considerações sobre o ensino/aprendizagem da Química

A Química é uma Ciência altamente conceptualizada, isto é, repousa numa complexa rede de conceitos hierarquizados, cuja organização aumenta à medida que se ligam a um número crescente de conceitos mais específicos.

Segundo Hofacker (1975: 61), a teoria psicológica de Piaget mostrou que o nível das operações lógicas e abstratas necessárias para passar da teoria fundamental para a explicação da fenomenologia química não poderia ser realizada senão na adolescência, quando os alunos já se encontram no estágio das operações formais. Lawson (1987), baseando-se no modelo intelectual de Piaget demonstrou que certos conceitos são compreensíveis para os alunos que estão ainda no estágio das operações concretas do desenvolvimento enquanto que outros conceitos são apenas compreensíveis para os que atingiram o estágio das operações formais.

Fundamentando-se a Química em conceitos abstratos, só alunos com pensamento formal a poderão aprender?

Investigações realizadas sobre o processo de formação dos conceitos (Piaget, Vigotsky, Ausubel, Lawson, Shayer, Novak, entre outros) dizem-nos que um conceito é algo mais que a

^a Escola Superior de Educação de Lisboa.

^b Escola Secundária D. Dinis.

soma das ligações associativas formadas pela memória e mais do que um hábito mental; é um complexo e genuíno acto do pensamento que só pode ser realizado quando o próprio desenvolvimento mental da criança tiver atingido o nível necessário. A formação dos conceitos evolui devido à actividade mental da criança e é influenciada quer por condições exteriores quer por variáveis internas ou seja a informação que passa através das barreiras perceptivas é seleccionada tanto pelas limitações do nosso sistema perceptivo, como pelo tipo e qualidade das experiências passadas. Por outro lado, «Vários estudos têm mostrado que a educação pode conduzir a uma melhoria do pensamento formal... a inclusão de experiências concretas - isto é, a possibilidade de tocar, sentir, ver e manipular os materiais que conduzirão ao conceito - parece ser importante. Mas as experiências não são particularmente úteis se o aluno não fizer mais do que tocar, sentir, ver e manipular sem ser forçado a pensar o que faz...» J. D. Herron (1981: 85).

Nesta base, parece poder afirmar-se que as actividades que encorajam os alunos a trocas de ideias abstratas e a pôr em questão os resultados conduzem a atribuir significado aos factos observados e ao desenvolvimento do pensamento formal. A Química poderá, pois, ser aprendida por alunos do nível concreto, desde que se lhes torne a matéria acessível. Por exemplo, na introdução do conceito de ácido, este pode ser identificado como algo que faz virar a vermelho o azul de tornesol. A significação do conceito é facilmente apreendida a partir de observações sensoriais e necessita apenas de competências de classificação.

Assim, uma via possível para a iniciação aos conceitos químicos é fazê-la num sentido restrito e aproximativo, estabelecendo desde o início as relações com a fenomenologia química. Se os conceitos formais não são acessíveis aos alunos não formais, podemos levá-los a adquirir conceitos que possam substituir, temporariamente, os «conceitos exactos» a fim de que possam apreender um certo número de problemas e fazer, mais tarde, a transição entre os conceitos de substituição e os conceitos exactos.

Porque cada conceito (de ordem superior) utilizado em Ciência resulta de progressivas abstracções e ligações com outros conceitos deverão ser evitadas introduções duvidosas (ou falsas) de conceitos a um nível inferior que bloqueiem a progressão para um nível superior. Daí a necessidade de conceber o ensino/aprendizagem da Química de uma forma integrada.

Um outro aspecto que consideramos ser importante é a aprendizagem em cooperação cujas vantagens ressaltam dos trabalhos de Vigotsky (1979). Por exemplo, dando a duas crianças cuja idade mental é de 8 anos, problemas mais difíceis do que os que conseguiriam resolver por si sós dando-lhes uma pequena ajuda, se a uma delas for permitida a resolução em cooperação, esta é capaz de resolver problemas concebidos para uma criança de 12 anos, enquanto que, a outra, só com a pequena ajuda, não consegue ir além de problemas pensados para crianças de 9 anos. Esta discrepância entre a idade mental de uma criança e o nível que atinge quando resolve problemas em cooperação indica a existência de uma «zona de desenvolvimento próximo». Esta «zona» é importante na aprendizagem escolar porque «a criança fará amanhã sozinha aquilo que hoje é capaz de fazer em coope-

ração». Segundo o mesmo autor, ao colocar a criança apenas perante problemas que consegue resolver sozinha, não é utilizada a «zona de desenvolvimento próximo» e não é estimulada a progredir para outro estágio de desenvolvimento. Tendo em conta este trabalho, uma pedagogia adequada deverá manter um avanço em relação ao desenvolvimento do aluno, visando não apenas as funções maduras mas também as funções em via de maturação.

Que Química para o 1.º ciclo?

«A Química é a Ciência dos diferentes tipos de matéria e das suas transformações ou, dito de outro modo, das propriedades e do comportamento das substâncias... O que é trágico no facto de ensinar um curso <fundado sobre as leis fundamentais da Química> é que os estudantes que não continuam em Química não terão oportunidade de ver uma única aplicação dos princípios a uma Química concreta.» (Gillespie, 1981: 56).

No 1.º ciclo, o estudo de diferentes tipos de materiais, propriedades e transformações que possam sofrer, transformando-se noutros materiais, com outras propriedades e ainda as condições em que estas ocorrem, julgamos ser não só adequado como oportuno e que pode «abrir caminho» para a aquisição de conceitos de ordem superior e consequentemente para o pensamento formal.

Inserido num projecto de âmbito interdisciplinar - *Ciência e Tecnologia dos 4 aos 12* - foi desenvolvido um conjunto de actividades de iniciação à Química, com alunos do 1.º ciclo numa escola de Lisboa. Neste projecto, Ciência e Tecnologia são concebidas como um todo com vista: à compreensão de conceitos ligados aos materiais, à energia, à estrutura, ao controlo, à segurança; ao desenvolvimento de capacidades, nomeadamente, observação, recolha e interpretação de dados, classificação, manipulação de materiais, concepção e realização de experiências e comunicação; ao desenvolvimento de atitudes de rigor, de curiosidade e interesse face ao meio que a rodeia e de corresponsabilização pela sua conservação.

Nas actividades realizadas foi dada relevância à comunicação. Esta assumiu diversas formas (texto escrito, discurso oral, desenhos, maquetes, esquemas, gráficos), de modo a contribuir para o desenvolvimento do pensamento abstracto. Descrevem-se algumas das actividades desenvolvidas no âmbito de uma iniciação à Química, numa perspectiva de integração com outras áreas do conhecimento e de acordo com o programa inicial.

Descrição de actividade de iniciação à Química

Propriedades dos materiais (leite e iogurte)

Conceito de reacção química: factores que a influenciam

Uma primeira aproximação ao conceito de reacção química, e dos factores de que depende foi realizada através do fabrico de iogurte e de queijo por crianças de uma classe do 1.º ano após uma visita a uma quinta (Paiã). Da discussão acerca dos animais observados ressaltaram os produtos que estes fornecem. Foram identificadas algumas propriedades dos produ-

tos referidos, em particular as do leite e seus derivados. Surgiu a questão de como se fabrica iogurte e queijo. A professora propôs que fosse feito queijo e iogurte na cozinha da escola.

Para a obtenção do iogurte ferveram 1l de leite e deixaram-no arrefecer até próximo da temperatura do corpo humano (36,5°). Controlaram a temperatura deitando um pingo de leite nas costas das mãos - discutiram quando é que o leite estaria à mesma temperatura que a mão (não utilizaram o termómetro por não estarem familiarizados com números com dois algarismos). Para manter a temperatura do líquido utilizaram uma garrafa térmica e discutiram quando e porquê se utiliza esta. Misturaram 1 iogurte com o leite, deixando a mistura em repouso, tapada, durante aproximadamente 5 h. Na obtenção do queijo, também ferveram e arrefeceram o leite após o que deitaram o «coalho». Aqueceram e agitaram a mistura até ficar espessa, deixaram-na arrefecer novamente. Observaram o leite «coalhado» e fizeram o queijo. Enquanto tal, a professora discutiu com as crianças o aspecto e composição do leite, que parte do leite coagulou, que o líquido obtido também não é leite. As crianças concluíram que o leite se transformou em produtos com propriedades muito diferentes, devido à presença do «coalho» ou do iogurte e, à elevação da temperatura. Após estas actividades foram comparadas as características observadas do leite com as dos produtos dele obtidos bem como os procedimentos.

Reacções químicas associadas à variação de cor

O estudo da *humidade atmosférica* como elemento do clima, do programa do 2.º ano, permite uma iniciação às reacções químicas, percebidas através da variação da cor das substâncias em presença. A actividade desenvolvida baseou-se na observação e registo da cor de um galo higrométrico, correspondente à combinação do cloreto de cobalto, impregnado no galo, com água atmosférica e em função da percentagem desta no ar. Foram feitos registos diários da cor do galo e do grau da humidade atmosférica correspondente, de acordo com uma escala existente na base do próprio galo. Foram elaborados gráficos de pontos para os registos diários e gráficos de barras para a frequência dos vários graus de humidade em cada mês. Ao traçado destes gráficos seguiu-se a sua leitura e interpreta-

ção. Fez-se a análise comparativa entre gráficos de dois ou mais meses (qual o mês mais húmido?, qual o mês menos húmido?). Os primeiros pontos e as primeiras barras foram marcados e desenhadas, com o auxílio da professora, em papel quadriculado afixado na parede. Exemplifica-se com o trabalho realizado para o mês de Março.

Para que os alunos tivessem uma melhor percepção do tipo de transformação que ocorria no corpo do galo, ao mudar de cor, observaram a transformação do sulfato de cobre anidro em sulfato de cobre hidratado e deste em anidro.

Propriedades dos materiais: materiais inflamáveis e corrosivos

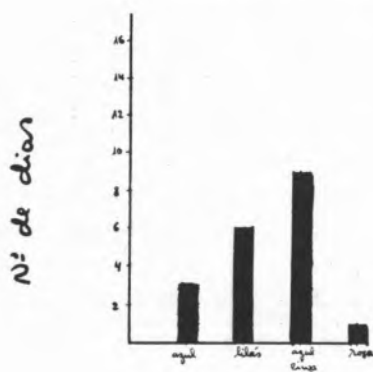
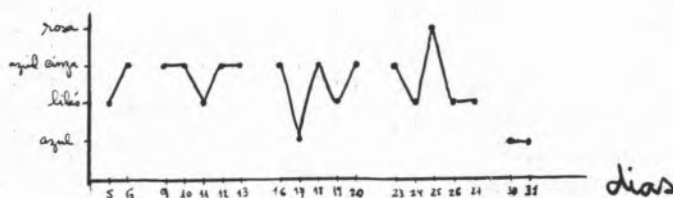
No âmbito da rubrica *Segurança* do programa do 2.º ano o estudo das regras de segurança relativamente ao uso de

Registo da humidade do ar Mês de Março/87 às 9h e 15m

Dias	5	6	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30	31
Azul									X									X	X
Azul cinza		X	X	X		X	X	X		X		X	X						
Lilás	X				X						X			X		X	X		
Rosa															X				

Código
(de acordo com a
escala do galo)

- Azul - muito seco
- Azul cinza - seco
- Lilás - húmido
- Rosa - muito húmido



materiais inflamáveis e corrosivos foi perspectivado com vista a uma iniciação à Química. Nesse sentido os alunos observaram a queima de diversos materiais (tecidos, papel, madeira, petróleo, álcool, água, ferro) e fizeram a descrição comparativa das observações efectuadas: o que arde?, o que não arde?, como arde?... Com base nas observações foi elaborado um relatório colectivo sobre a queima dos materiais e discutidos cuidados a ter na utilização de materiais inflamáveis. Foi dada informação sobre normas de segurança e combate aos incêndios.

Os ácidos e sua acção sobre materiais foram introduzidos através de demonstrações feitas pelo professor: acção do ácido clorídrico, do vinagre e do limão sobre tecidos, papel, ferro (pregos) e amostras de rochas. Seguiu-se discussão com base nas observações efectuadas. Foram dadas informações sobre cuidados a ter no manuseamento de ácidos e sobre a identificação de símbolos que alertam para o perigo da sua manipulação.

Um outro grupo de alunos foi iniciado à acção de ácidos sobre materiais a partir da sua intervenção directa. Os alunos depois de terem recolhido amostras de rochas, fizeram a observação e registo das suas características (cor, brilho, dureza) e da acção do limão e do vinagre sobre as amostras disponíveis (calcário, mármore, arenitos, basalto e granito), com o apoio de uma ficha de trabalho.

Soluções aquosas

Relacionado com as rubricas do programa «alimentação» e «higiene e saúde», alunos do 2.º ano pesquisaram entre vários materiais (açúcar, sal, arroz, farinha, detergentes, sabões): o que é que a água dissolve?, o que é que a água não dissolve?, o que é que faz espuma quando misturado com a água?... Fizeram ensaios e apresentaram oralmente as suas conclusões. Jogaram: quem detecta melhor com os olhos fechados, se um alimento é doce, salgado, azedo, líquido ou sólido?

Relativamente aos sabões e detergentes, para além da observação da dissolução com formação de espuma, foi ainda abordada a sua acção sobre as gorduras: os alunos fizeram a observação de gotas de gordura em água com e sem detergente.

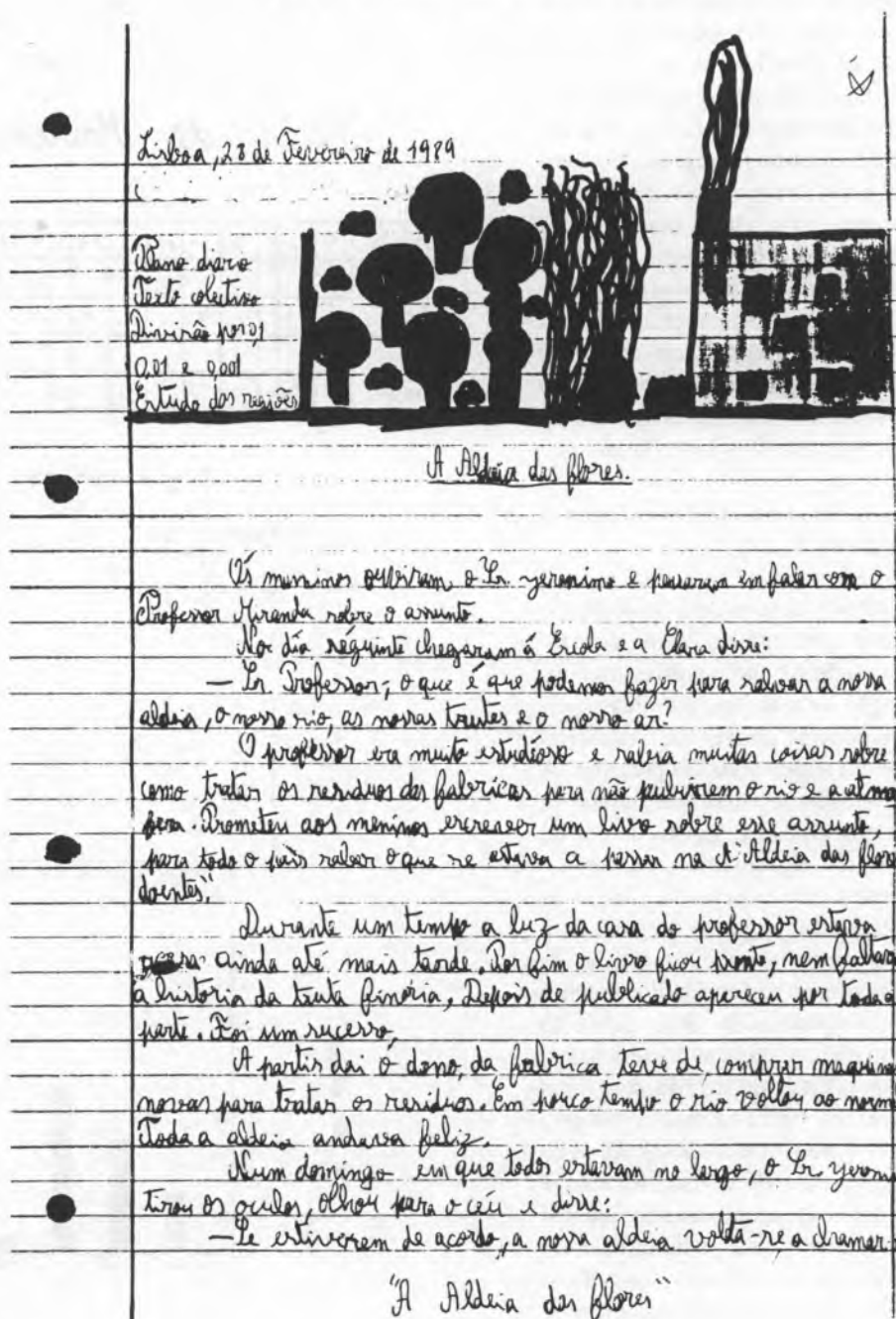
O conceito de energia e poluição

O conceito de energia foi abordado pelas crianças de uma classe em diversas rubricas do programa, do 2.º ao 4.º ano de escolaridade.

O primeiro contacto com o conceito

surgiu no estudo dos elementos do clima (Ramos e Ribeiro: 1990), no 2.º ano. Uma abordagem mais explícita ocorreu no contexto do estudo da alimentação humana (iniciada no 2.º ano e continuada no 3.º ano). As crianças discutiram de onde provinha a energia de que necessitam para viver. Os alimentos surgem como uma fonte de energia. Essa energia só pode ser obtida após diversas transformações. Ao longo do tubo digestivo são transformados em substâncias mais simples, assimiláveis pelo sangue. Transportadas a todo o corpo são novamente transformadas, libertando o calor e a energia de que o corpo necessita mas, originando também substâncias que é preciso eliminar.

A necessidade que, na nossa sociedade, o homem tem de obter energia para as suas actividades, recorrendo em grande parte aos combustíveis fósseis, foi um outro contexto em que a energia foi abordada (o estudo foi iniciado no 3.º ano e aprofundado no 4.º ano). Da queima dos combustíveis fósseis e seus derivados além da energia o homem obtém também



Lisboa, 23 de Fevereiro de 1999
 Plano de aula
 Texto colectivo
 Dinâmica por 31
 Q.º 1 e Q.º 2
 Estudo dos rios
 A Aldeia das Flores.
 Os meninos pulavam o Sr. Jerónimo e passaram a falar com o Professor Jerónimo sobre o assunto.
 No dia seguinte chegaram à Escola e a Clara disse:
 — Sr. Professor, o que é que podemos fazer para salvar a nossa aldeia, o nosso rio, as nossas fontes e o nosso ar?
 O professor era muito estudioso e sabia muitas coisas sobre como tratar os resíduos das fábricas para não poluírem o rio e o ar da zona. Prometeu aos meninos escrever um livro sobre esse assunto, para todo o país saber o que se estava a passar na Aldeia das Flores de então.
 Durante um tempo a luz da casa do professor estava acesa ainda até mais tarde. Por fim o livro ficou pronto, nem faltava a história da tanta fábula. Depois de publicado aparecer por toda a parte. Foi um sucesso.
 A partir daí o dono da fábrica teve de comprar máquinas novas para tratar os resíduos. Em pouco tempo o rio voltou ao normal. Toda a aldeia andava feliz.
 Num domingo em que todos estavam no largo, o Sr. Jerónimo tirou os olhos para o céu e disse:
 — Levei-vos de acordo, a nossa aldeia volta-se a chamar-se
 "A Aldeia das Flores"

outros produtos que são prejudiciais para a sua saúde e para o ambiente, constituindo assim fonte de poluição. Por outro lado, o homem também utiliza essa energia para pôr a funcionar fábricas. Estas transformam as matérias primas noutros produtos em que o homem está interessado mas também libertam para o ambiente produtos tóxicos aumentando a poluição. Relativamente ao tema energia e poluição os alunos fizeram pesquisa bibliográfica e escreveram diversos textos. Julgamos que é elucidativo o texto escrito para final de uma história que uma das crianças levou para a sala. A história conta como se transformou uma aldeia cheia de luz e flores devido à poluição produzida por uma fábrica nela instalada. Da discussão em classe surgiu a proposta de um final diferente para a história a qual se apresenta a seguir. Ao escreverem este final para a história, estas crianças, revelaram uma perspectiva interessante quanto ao papel do «saber» na resolução dos problemas da sociedade e consciência cívica, não tendo ido para a situação mais simplista de fechar a fábrica. Esta discussão ocorreu no início do 4.º ano e veio em continuidade do trabalho desenvolvido no 3.º ano tendo sido o ponto de partida para um projecto sobre energias renováveis. *

Reflexos na aprendizagem dos alunos

A observação das demonstrações experimentais e a realização das experiências despertou interesse e entusiasmo nos alunos e possibilitou, em situações muito concretas, o desenvolvimento da oralidade e a iniciação da escrita de textos, sobre as experiências demonstradas pelo professor ou realizadas pelos alunos. Nos textos por eles elaborados detectou-se um ganho na facilidade de construção de frases e um enriquecimento no vocabulário nomeadamente associado à diversidade dos materiais, suas características e tipos de interacção entre eles.

Nos alunos que participaram neste projecto ao longo de três anos sucessivos (2.º, 3.º e 4.º anos) detectou-se uma evolução na elaboração dos relatórios, uma facilidade maior no traçado, na leitura e na interpretação de gráficos, tendo a sua aprendizagem mostrado não ser inferior à de alunos do 6.º e 7.º anos (Ramos e Ribeiro: 1990); no final do 4.º ano de escolaridade, a maioria destes alunos mostrava ser capaz de fazer estas actividades individualmente. A capacidade de observação e espírito crítico atingiu níveis elevados que, segundo a professora que os acompanhou estão intimamente relacionados com o tipo de actividade experimental que foi utilizado.

O acompanhamento deste projecto mostrou que as crianças aderem natural e espontaneamente ao tipo de actividades que foram implementadas e mostram-se motivadas para aprender, fazendo muitas vezes propostas ao professor; este tipo de

actividades mostraram poder constituir um primeiro passo para uma aquisição alicerçada de conceitos científicos com que as crianças não-de lidar mais tarde e (principalmente), se devidamente exploradas, um meio para o atingir do pensamento formal em diversos domínios. Parafraseando Lawson (1987: 5) «Se a escola não é responsável pela melhoria dos padrões de raciocínio avançado, quem será então?»

Conclusões

A introdução de actividades de iniciação à Química no 1.º ciclo do ensino básico é possível desde muito cedo. As actividades acima descritas, integradas num âmbito mais vasto de iniciação à Ciência e Tecnologia, mostraram ser vantajosas para o desenvolvimento dos alunos não só ao nível da Ciência e Tecnologia como também ao nível da língua, das representações e da psicomotricidade, não tendo impedido o cumprimento do programa, segundo a opinião dos professores. Os conceitos e procedimentos abordados através dessas actividades fazem também parte dos programas de Ciências da Natureza e de Química do 2.º e do 3.º ciclos do ensino básico, embora com um grau de complexidade diferente. Parecem-nos, por isso, constituir uma base de conhecimento e de aptidões que, para além do valor que por si só tem, pode ser facilitadora da aprendizagem esperada com esses programas.

Bibliografia

- Ausubel, D., Novak, J. D. e Hanesian, H., 1978, *Educational Psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart e Winston.
- Conseil de l'Europe, 1988, «*Innovation dans l'Enseignement Primaire*», Project n.º 8. Strasbourg.
- Fensham, O., 1981, «*Contenu social des cours de chimie*», in *Tendances nouvelles de l'enseignement de la chimie*, vol. V. Paris: Les Presses de l'Unesco.
- Gillespie, R. J., 1981, «*La chimie-des faits ou des idées?*», in *Tendances nouvelles de l'enseignement de la chimie*, vol. V. Paris: Les Presses de l'Unesco.
- Herron, J. D., 1981, «*Piaget pour les chimistes où on explique ce que les <bons> étudiants ne peuvent pas comprendre*», in *Tendances nouvelles de l'enseignement de la chimie*, vol. V. Paris: Les Presses de l'Unesco.
- Hofacker, U., 1975, «*Objectifs précis et actuels de l'enseignement de la chimie*», in *Tendances nouvelles de l'enseignement de la chimie*, vol. IV. Paris: Les Presses de l'Unesco.
- Lawson, A. E., 1987, «*Research on Advanced Reasoning, Concept Acquisition and a Theory of Science Instruction*», comunicação apresentada ao Adolescent Development and School Science International Seminar, Kings' College, England.
- Novak, J., (sem data), *Uma Teoria de Educação*. São Paulo: Livraria Pioneira Ed.
- Piaget, J., 1970, *A Construção do Real na Criança*. Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- Piaget, J., 1972, *Seis Estudos de Psicologia*. Rio de Janeiro: Comp. Ed. Forense.
- Piaget, J., 1987, *Psicogénese e História das Ciências*. Lisboa: Dom Quixote.
- Ramos, M. M. e Ribeiro, M. L., 1990, «*Da Oportunidade de ensinar Física na Escola Primária*», in *O Professor*, n.º 6 (3.ª série), 4-15. Lisboa.
- Shayer, M., 1987, «*Neo-Piagetian Theories and Educational Practice*», in *International Journal of Psychology*, 22, 751-772. North-Holland.
- Vigotsky, L. S., 1979, *Pensamento e Linguagem*. Lisboa: Edições Antídoto.

* Comunicação apresentada na 7.ª Conferência Nacional de Física (1990), por Ramos, M. M., Ribeiro, M. L. e Sequeira, M. J., com o título «Física no 1.º ciclo. O estudo da energia no 4.º ano de escolaridade».

