

Calor e Temperatura

– as ideias dos alunos do Ensino Básico

Maria Luísa Veiga^a



Maria Luísa Veiga

Nasceu em 1946.

É licenciada em Química, com 14 valores, pela Universidade de Lourenço Marques - Moçambique, desde 1974.

Como bolsista da Fundação Calouste Gulbenkian obteve, na Universidade de East Anglia - Inglaterra, os graus de «Master of Science» e «Doctor of Philosophy» em «Chemical Education», respectivamente nos anos de 1980 e 1988.

Após ter-se profissionalizado, com 16 valores, no 2.º ciclo do Ensino Básico, foi aí Orientadora de Estágios Pedagógicos de Ciências da Natureza do Ramo Educacional da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Entre 1980-1985 esteve destacada como Coordenadora da Delegação de Coimbra da Direcção-Geral do Ensino Básico, onde funcionavam os Sectores de Avaliação, Orientação Educativa, Didácticas, Apoio à Comunidade e Organização/Gestão Escolares.

Desde essa data e até 1990 integrou a Comissão Instaladora da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Coimbra, onde actualmente exerce actividades docentes e de investigação como professora-coordenadora.

A convite do Ministério da Educação de Cabo Verde e ao abrigo da Cooperação bilateral desempenhou periodicamente, durante 10 anos, funções de assessoria técnica e pedagógica junto do GEP e da Direcção da Escola de Formação de Professores, em cuja criação participou. Em simultâneo integrou duas equipas seleccionadas por concurso internacional que realizaram Projectos em Cabo Verde e Moçambique, financiados pelo Banco Africano de Desenvolvimento, respectivamente nos domínios da Reforma do Sistema Educativo e da Formação de Professores do Ensino Primário.

Como bolsista da DGE Sup. leccionou, em 1989, no Departamento de Metodologias de Ensino da Faculdade de Educação da Universidade de Campinas - Brasil, um curso intensivo de curta duração para alunos de pós-graduação de «Química e seu Ensino».

A par com um elevado número de comunicações apresentadas em Congressos e Colóquios nacionais e estrangeiros tem orientado diversos Cursos e Seminários e publicado vários artigos nos domínios da Formação de Professores, Educação em Ciências, Investigação Educacional e Política Educativa, bem como participado na realização de projectos no quadro do ensino e aprendizagem das Ciências.

Resumo

O estudo* investiga em que medida as convicções e expectativas sustentadas por alunos portugueses do 5.º ao 9.º ano de escolaridade (10-15 anos de idade), em relação a algumas noções que os currícula nacionais de «Ciências» tentam desenvolver (por ex. *calor e temperatura*), afectam a interpretação que eles próprios constroem das experiências de ensino e aprendizagem com que são confrontados na sala de aula.

Numa 1.ª fase foram identificadas algumas dessas concepções iniciais** dos alunos, a sua alteração com o aumento da idade e com a consequente progressão nos níveis de escolaridade, bem como a sua consistência em contextos diversos e em actividades similares. Os resultados sugerem que esses alunos, embora sujeitos ao ensino formal de tais noções, ainda retêm e usam ideias intuitivas para pensar acerca do conhecimento vivido nas aulas de «Ciências».

A 2.ª fase investiga de que modo as concepções alternativas dos professores podem influenciar o desenvolvimento das ideias dos alunos, tendo-se reconhecido características comuns nas conceptualizações de *calor e temperatura* evidenciadas pelos dois grupos.

Os resultados do estudo reforçam a ideia da impossibilidade de pensar a cultura do quotidiano, também dita informal, como algo exterior à sala de aula de «Ciências» e que a não perpassa.

Objectivo do estudo

Um vasto número de investigações realizadas em todo o mundo revela que uma das maiores preocupações do professor de «Ciências» reside no facto de os alunos não compreenderem conceitos «básicos» e não serem competentes em muitos dos skills intelectuais mais «simples» por eles requeridos (Osborne and Gilbert, 1979).

Para além da enumeração das razões geralmente justificativas de tal falta de compreensão e que vão desde a não vontade ou a impossibilidade de os professores dialogarem aberta-

^a Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Coimbra.

* Este estudo insere-se nos trabalhos desenvolvidos pela autora no âmbito do doutoramento em «Chemical Education», obtido em 1988 na UEA, Inglaterra.

** As «concepções iniciais» também referidas como concepções erróneas (Hlem, 1980), «pré-concepções» (Novak, 1977), «concepções alternativas» (Driver and Easley, 1978) e «Ciência/ideias dos alunos» (Gilbert et al, 1982). A este propósito consultar Abimbola (1988).

mente com os alunos até às restrições impostas pelo sistema de avaliação formal, pode perguntar-se que fazem os professores para descobrirem a «real» compreensão que os alunos têm desses conceitos. Pode ainda ser questionada a importância de descobrir de que forma os alunos sentem, interpretam, compreendem, percebem ou conceptualizam aspectos «científicos» da realidade. Em primeiro lugar, porque tal é um pré-requisito para análise de outras compreensões superordenadas e mais complexas exigidas aos alunos. Segundo, porque aumenta a consciencialização dos professores em relação à gama de diferentes ideias que os alunos podem trazer do exterior para a sala de aula e às dificuldades que podem encontrar. Em terceiro lugar, porque tal é necessário para entender como se relacionam regras com princípios de causa e efeito. Finalmente, porque é um meio privilegiado para aumentar uma efectiva comunicação, condição essencial para o sucesso educativo.

Um elevado número de investigadores de todo o mundo tem realçado a importância de conhecer as ideias dos alunos no que respeita aos tópicos mais diversos. Muitos desses resultados têm sido generalizados através de níveis etários, de culturas e de currícula. Este estudo, realizado com alunos portugueses, pretende associar-se, na forma de contributo, a tais investigações, identificando: *i)* as pré-concepções dos alunos na área em estudo; *ii)* a mudança dessas concepções com a idade; *iii)* a consistência dessas ideias em contextos diferentes e em actividades análogas; *iv)* as concepções alternativas dos professores evidenciadas no ensino dos fenómenos em estudo; *v)* as semelhanças reveladas por alunos e professores na conceptualização desses fenómenos.

Sistematização dos conceitos

O reconhecimento e compreensão das ideias que os alunos têm sobre *calor e temperatura* (estes representam somente parte dos conceitos investigados no estudo em causa) implicam necessariamente que seja feita uma sistematização «científica» desses conceitos e uma análise da história da sua evolução.

Por economia de espaço e porque os modelos que dominaram ao longo dos tempos se encontram referenciados numa vasta gama de obras de termodinâmica e divulgados em grande número de trabalhos realizados (Caldeira e Martins, 1990; Veiga, 1988), deixamos ao critério do leitor a sua consulta.

Método da fase I

Objectivos, amostra e recolha de dados

É voz corrente entre professores de «Ciências» das nossas Escolas dos Ensinos Básico e Secundário que disciplinas como a Química, a Física e as Ciências da Natureza são difíceis porque envolvem esquemas conceptuais que são, pela sua natureza, teóricos e abstractos (em vez de observáveis e confirmáveis pela evidência directa) e colocam os alunos face a actividades que implicam o uso de modelos representativos de objectos e fenómenos hipotéticos.

Confrontados com esta realidade e partindo de permissas que reflectem uma perspectiva construtivista do processo de

ensino e aprendizagem, tentámos identificar os esquemas conceptuais comuns sobre que assentam os currícula nacionais de «Ciências» do 5.º ao 9.º ano de escolaridade, ou seja, as ideias que tentam ir desenvolvendo ao longo da escolaridade obrigatória. A validação da lista apresentada foi feita por um painel de dez professores de reconhecida competência profissional e que leccionam aquelas áreas disciplinares nos níveis de ensino em estudo, exigindo-se que cada item seleccionado cumprisse os seguintes atributos: *i)* ser considerado fundamental, em termos de fornecer uma base para a compreensão de outros fenómenos e conceitos científicos mais complexos; *ii)* ser importante, em termos de aumentar a capacidade dos alunos na interpretação de uma mais vasta gama de acontecimentos da vida diária; *iii)* ser familiar aos alunos através das experiências do dia-a-dia fora do contexto escolar.

Sob estas restrições seleccionaram-se, por consenso, os fenómenos de *expansão e contracção, mudanças de fase, condução de calor, dissolução, combustão e miscibilidade*. Uma revisão da literatura permite-nos afirmar que um elevado número de trabalhos realizados noutros países e em condições diversas (Beveridge, 1985; Cauzinille-Marmèche et al, 1985; Driver, 1985; Meheut et al, 1985; Osborne and Cosgrove, 1983; Voelker, 1975) revelam bem a natureza e extensão das dificuldades dos alunos na compreensão destes fenómenos.

Com a consciência das fraquezas que apresenta qualquer técnica usada para «penetrar» na compreensão dos sujeitos elegeu-se a «entrevista em torno de acontecimentos»*, pelas vantagens conhecidas na sua aplicação a estudos «em profundidade» e que não visam, como tal, qualquer tipo de generalização.

Porque um dos objectivos do trabalho era a identificação da consistência das ideias dos alunos em contextos diferentes, essa técnica foi usada com duas variantes: *i)* por um lado, os alunos foram colocados perante demonstrações de experiências de laboratório que descreveram e discutiram oralmente com o entrevistador (situação designada por DL); *ii)* por outro lado, a visão que os alunos têm de fenómenos «paralelos» evidentes no dia-a-dia foi investigada através da descrição oral dessas situações pelo entrevistador, que usou gravuras para estimular a discussão (situação designada por DD). O facto de, para grupo etário definido entre os 10-15 anos, metade ter sido entrevistado primeiro em DL e depois em DD e a outra metade ter sido sujeita a entrevista em ordem inversa permitiu estudar a influência da ordem dos contextos em que as actividades eram apresentadas sobre a consistência das pré-concepções dos alunos.

As actividades seleccionadas foram experiências de laboratório vulgarmente realizadas pelos professores nas aulas e comuns aos manuais escolares utilizados (por ex. dissolução de cristais de sulfato de cobre em água), bem como os exemplos «paralelos» de situações quotidianas que os professores usam como «apoio» (por ex. dissolução de açúcar em leite).

A amostra, constituída por trinta alunos que frequentavam do 5.º ao 9.º anos de escolaridade e que tinham, por imposição

Tradução da expressão «interview-about-events».

de metodologia, entre 10-15 anos, foi seleccionada, segundo etapas que conduziram a uma amostra «típica» portuguesa, de uma população de 1625 alunos da área de Coimbra.

A enorme quantidade de material recolhido em gravação foi analisada segundo a técnica de «compressão de dados» (Erickson, 1979), transformando sucessivamente o discurso em proposições «representativas» até se conseguirem «inventários conceptuais» por indivíduo, de onde se extrairam matrizes que foram agrupadas por categorias (por ex-teoria particular de matéria, natureza do calor e temperatura, ...). A comparação das categorias através de actividades análogas para os grupos etários estabelecidos permitiu a identificação de tendências de desenvolvimento ao longo da idade, bem como a detecção de ideias comuns a todos os grupos etários. Foram estas ideias comuns que se designaram por «concepções alternativas» dos alunos.

Resultados

Dado o volume de material obtido, restringiremos os resultados aqui apresentados a aspectos relacionados com as ideias dos alunos sobre *calor* e *temperatura*. Com base nas interpretações evidenciadas, foi obtido um conjunto de concepções alternativas (CA) que resume essas ideias globais.

CALOR:

i) C.A. *substantiva* – *calor* com natureza «substantiva»; *calor* como uma «quantidade» que

- está contida nos objectos
- é fornecida ou retirada a alguma coisa e origina um aumento ou decréscimo da sua temperatura
- pode ser transferida de um objecto para outro
- passa de um ponto para outro de um mesmo objecto e flui de objecto para objecto.

Esta C.A. foi especialmente notada na explicação das mudanças de fase, condução de *calor* e expansão e contracção.

ii) C.A. *causal* – *calor* como agente «causal», num raciocínio de tipo transdutivo; na associação de dois ou mais fenómenos é tomado um acontecimento obrigatório e relacionado com um outro subsequente.

A evidência desta C.A. foi, em geral, simultânea com a «substantiva», sendo a quantidade de *calor* fornecida a um corpo associada com qualquer efeito que pudesse ocorrer à posteriori. A fonte de *calor* era quase sempre explicitada e concluída de contiguidade. O *calor* era tido como a causa de um qualquer acontecimento seguinte e não como um elo mediador entre causa e efeito.

iii) C.A. *causa e processo* – *calor* como causa num processo gradual, em que a transdução é associada com os sucessivos efeitos do *calor* no processo global.

Esta C.A. implicava geralmente a «causal», mas nem sempre o inverso se verificava. Enquanto, em alguns alunos, era típico um raciocínio de tipo transdutivo, outros usavam explicações intermédias para o processo, acentuando as sucessivas implicações que iam ocorrendo, embora assumindo sempre *calor* como causa do efeito final.

iv) C.A. *fluido* – *calor* fluindo num mecanismo de transferência; *calor* visto como um «fluido» que se move no interior de um objecto ou que passa de um para outro objecto.

Esta C.A. foi suportada por referência a duas hipóteses: i) *calor* é um fluido que se espalha por si próprio, implicando a existência de orifícios, de espaços vazios, através dos quais o *calor* passa; ii) *calor* como um fluido que é transportado. As explicações dos alunos abaixo referidas são exemplo dessas duas hipóteses implícitas

- «a barra de metal foi aquecida numa extremidade... mas o calor vai passando de um ponto para outro da barra... ele vai atravessando a barra até chegar à outra extremidade...»;
- os metais têm cargas eléctricas negativas que se movem livremente e que transportam o calor passo-a-passo até este atingir a outra extremidade da barra...».

TEMPERATURA:

i) C.A. *relação reversível* – que pode traduzir-se nos seguintes termos

- a adição/subtracção de *calor* provoca um aumento/diminuição de *temperatura*;
- a *temperatura* é uma medida da quantidade de *calor*.

ii) C.A. *causal* – é assumida uma relação causa-efeito (quer directamente, quer através da descrição de efeitos intermédios), em que a *temperatura* desempenha o papel de «causa» e não de «efeito», como na C.A. anterior.

As C.A. *causal* e *relação reversível* não são contraditórias, como à primeira vista aparentam. Pode algo («causa») provocar um aumento de temperatura («efeito») e esta pode, por sua vez, ser a «causa» de um outro processo.

Os extractos seguintes ilustram a C.A. *causal*

- «pode concluir-se que um aumento de temperatura provoca um aumento da velocidade das reacções químicas...»;
- «um aumento de temperatura faz com que as partículas se movam mais rapidamente... assim, a possibilidade de colisão aumenta... há um maior número de choques... e por isso aumenta a velocidade da reacção...».

Em grandes linhas e tentando sintetizar as conclusões da 1.^a fase do estudo, pode dizer-se que os resultados sugerem que:

i) as ideias investigadas não apresentam qualquer desenvolvimento com o aumento da idade e consequente acréscimo de instrução formal;

ii) os alunos, na sua globalidade, evidenciam ideias comuns relativamente às questões exploratórias de um mesmo fenómeno;

iii) as concepções alternativas dos alunos não apresentam diferenças notórias através de questões análogas colocadas em diferentes contextos (DL vs. DD) e mostram-se independentes da ordem de apresentação das actividades DL-DD vs. DD-DL);

iv) as respostas individuais revelam uma grande consistência das concepções alternativas através de questões «paralelas», mas evidenciam, em alguns casos, certa inconsistência através de actividades «distintas».

v) cada uma das concepções alternativas identificadas não pode considerar-se como «típica» da explicação de um dado fenómeno. Pelo contrário, em cada actividade foi evidenciada, pela maioria dos alunos, uma pluralidade de concepções que se mantinha estável ao longo das vaviáveis em estudo. Isto parece indicar que, independentemente da idade, da instrução formal, do conteúdo da tarefa, do contexto em que esta é exposta e da ordem de apresentação das diversas

actividades, os alunos controem as suas ideias de *calor* e *temperatura* sobre pré-concepções comuns.

Método da fase II

Objectivos, amostras e recolha de dados

As conclusões da 1.^a fase da investigação tornam evidente a existência de grande concordância no que respeita às ideias dos alunos sobre *calor* e *temperatura*, independentemente das variáveis estudadas.

Porque se assume que os professores têm também as suas pré-concepções e que estas influenciam fortemente o seu trabalho na sala de aula (Shuell, 1987), procurou-se investigar, na 2.^a fase do estudo, quais os aspectos comuns nas conceptualizações de alunos e professores em relação a *calor* e *temperatura*, bem como o efeito provocado por esse «cruzamento» ou «reforço».

Foram directamente observadas e registadas noventa e seis aulas de «Ciências» do 5.^o ao 9.^o ano de escolaridade, com duração aproximada de cinquenta minutos cada, leccionadas por dezasseis professores de experiência profissional reconhecida, cuja selecção obedeceu a restrições e critérios pré-estabelecidos. Os tópicos do programa escolhidos foram: *natureza da matéria; efeitos do calor sobre os corpos; diferença entre calor, temperatura e energia; condutibilidade térmica; reacções químicas.*

Fontes de informação diversas (interacção aluno-professor, professor-turma e aluno-aluno; demonstrações realizadas pelo professor, experiências feitas pelos alunos; trabalho individual; trabalho de grupo; ...) forneceram os meios de identificação das conceptualizações dos professores no âmbito em estudo. Tal não significa, porém, que se tenha pretendido categorizar a compreensão dos professores em relação a *calor* e *temperatura*. Antes, as verbalizações observadas foram consideradas como um útil meio para expressar a compreensão que provavelmente fornecem através dos termos que utilizam na sala de aula.

Resultados

Os dados assim obtidos sugerem que a instrução desenvolvida pelos professores assenta no princípio de que as evidências directas e diárias relacionadas com *calor* contribuem para facilitar e promover o conhecimento dos alunos. Um exemplo disto foram as frequentes explicações dadas de situações envolvendo mudanças de fase dentro de um contexto totalmente «familiar». Verificou-se, no entanto, que nem sempre o uso de «analogias» e o recurso a acontecimentos do dia-a-dia facilitaram a aprendizagem. Foi notória a dificuldade sentida pelos alunos em transferir esse sistema de explicações para as situações «científicas».

CALOR:

Uma tendência generalizada dos professores foi associar *calor* com os significados correntes do termo nas situações de encontro com objectos quentes e frios (referindo vulgarmente o grau de aquecimento de um objecto e as fontes de *calor*) e assumir uma perspectiva calórica, conotando *calor*

com uma substância «material». Mesmo quando o chamado «princípio de conservação do calórico» (que descreve *calor* como indestrutível e não criável) não era seguido, por admissão de que podia ser criado por fricção, foi muitas vezes explorada a ideia de que ele pode passar de um para outro objecto:

- «esfregaste as mãos uma na outra... ficaram mais quentes... o mercúrio subiu no termómetro porque o calor passou das tuas mãos para o balão e deste para o líquido...»;

- «como vês, a mesma quantidade de calor aqueceu o metal e a água diferentemente... foram aquecidos durante o mesmo tempo... receberam iguais quantidades de calor...».

Calor foi qualitativamente assumido como algo que faz aumentar/diminuir a temperatura do objecto a que é fornecido/retirado:

- «o líquido recebeu calor da chama... por isso a sua temperatura aumentou...».

As verbalizações dos professores sobre os mecanismos de «transferência» de *calor* de um objecto para outro ou dentro de um mesmo objecto assentam em duas características fundamentais: i) a noção substantiva de *calor* e os seus mecanismos de transferência («o calor passa de uma extremidade da barra de metal para a outra...»); ii) as propriedades das substâncias através das quais o *calor* se movimenta («o calor passa através do metal e não passa através da madeira... isto porque umas substâncias, chamadas bons condutores, têm a propriedade de conduzir o calor; outras não o deixam passar...»).

Explicações de tipo animista e egocêntrico foram comuns em muitas situações:

«tu vês... o ar quer sair, porque está quente... está muito apertado no frasco, porque foi aquecido... quer-se expandir... bem... é como quando te sentes apertado e desconfortável num super-mercado... também queres sair...».

Mesmo para os níveis de escolaridade mais altos, só muito raramente os professores expressam ideias como *calor* associado com movimento de partículas, *calor* como resultado dos movimentos das partículas, energia cinética associada com o movimento irregular de átomos ou moléculas.

TEMPERATURA:

O uso diário do termo, sugerindo a sua forte relação com diferentes níveis ou graus de *calor*, foi posto em evidência pelos professores nas explicações do aumento/diminuição de *temperatura* por adição/subtracção de *calor*.

Dois sistemas típicos foram frequentemente combinados: um «qualitativo, descritivo e intuitivo» e outro «quantitativo e numérico». A ênfase posta num ou noutro variou de professor para professor e de tópico para tópico. Uns realçaram a representação qualitativa de *temperatura* a partir da experiência pessoal, intuição e senso comum; outros acentuaram o sistema numérico usado para medir a *temperatura*. A confusão manifestada pelos alunos na manipulação de números que representam intensidade de propriedades não aditivas foi explorada em muito pouco casos. Mesmo nos 8.^o e 9.^o anos, qualquer referência a *temperatura* como propriedade que expressa o estado do sistema foi invulgar.

A diferença entre *calor* e *temperatura* foi geralmente estabelecida através do uso de um «modelo-mental», ou seja,

através de uma estrutura teórica formulada na base de observações de fenómenos naturais. As explicações observadas podem assim categorizar-se:

– simples descrições, baseadas na lógica derivada da experiência comum

• «como sabem... sempre que se fornece calor a um corpo, a sua temperatura aumenta...»;

– exposição, noutra forma, das observações dos fenómenos demonstrados, com descrição do «modelo mental»

• «o mercúrio subiu porque fornecemos calor à água... como sabem, o aumento de calor faz aumentar a temperatura...».

Conclusões e considerações finais

i) Não se encontrou qualquer evidência que corrobore a ideia Piagetiana de que existe um estádio definido da forma de pensar dos alunos de determinada idade. Em vez disso, identificou-se um conjunto de concepções alternativas que, embora não parecendo constituir modelos totalmente coerentes, prevaleceram na população total de alunos investigada.

ii) Os alunos mostraram tendência para interpretar os fenómenos em termos de propriedades absolutas e observáveis ou em termos de qualidades atribuídas aos objectos ou substâncias envolvidas num dado problema.

iii) Outra tendência evidenciada pelos alunos foi a utilização de um «raciocínio linear causal», ou seja, a tendência para pensarem em termos de uma causa produzindo uma cadeia de efeitos em certas direcções preferenciais. Esta «tendência de orientação», evidente em muitas situações, parece aumentar a incapacidade dos alunos para facilmente avaliarem as interações simétricas entre sistemas e a reversibilidade de alguns processos. Mas se um dos objectivos do professor de «Ciências» é ajudar os alunos a apreciarem os fenómenos com olhos de cientistas, o resultado não parece ter sido satisfatório. De facto, frequentemente os professores descreveram sistemas de formas inexatas e não tiveram em conta o processo de interacção. Também relações entre parâmetros foram raramente consideradas.

iv) Apesar do considerável esforço feito por alguns professores para modificarem algumas das persistentes ideias dos alunos (tal como a tentativa de descrever inter-relações entre os elementos de um sistema ou de usar associações intermédias entre causa e efeito), verificou-se que dificilmente os alunos adoptaram «novas» ideias, pelo menos durante o período em que decorreram as observações. O que muitas vezes sucedeu, como resultado desse esforço, foi que os alunos passaram a utilizar novos termos, sem que se notasse qualquer alteração substancial dos seus pontos de vista.

Contudo, é necessário ser cauteloso quando se sugere que os alunos não integraram as «novas» ideias. O processo de modificação das «velhas» ideias requer que as «novas» se adequem à actual forma de pensar dos alunos. Exige, além disso, que os alunos modifiquem a organização das suas próprias ideias, o que é, em geral, um processo a longo-termo. Pode ser que o período de tempo em que decorreram as observações não tenha sido suficiente. Pode também acontecer que os alunos tenham integrado as «novas» ideias, mas que a coexistência das «novas» e das «velhas» seja um obstáculo para a aprendizagem.

v) Foi largamente evidente que os alunos trazem, para a sala de aula, ideias naíves sobre *calor* e *temperatura*. Tais pré-concepções, além de solidamente formadas e persistentes, são frequentemente reforçadas pela «linguagem da instrução formal». De facto, foram muitas as similaridades encontradas entre alunos e professores no que concerne às suas conceptualizações. Porque uns e outros vivem no mesmo meio físico e usam termos linguísticos comuns ao exterior da escola, as ideias confusas dos alunos podem, como consequência, ser reforçadas pelas semelhanças com as ideias expostas pelos professores nas aulas.

Palavras relacionadas com *calor*, que parecem implicar uma «substância» ou «agente», foram vulgarmente utilizadas por ambos os grupos. Houve referências frequentes a termos conotados com «acção» («o calor vai...»; «o calor passa...»; «o calor sobe...»), reflectindo a ideia genérica de movimento. Pode dizer-se que o modelo calórico foi o predominante nas explicações dadas por uns e outros.

Comum a professores e alunos foi também a ideia de «quente» e «frio» como coisas distintas e opostas, assim como a correspondência de *temperaturas* diferentes a diferentes «quantidades» de *calor*.

Uma grande quantidade de trabalhos tem sido desenvolvida pelo mundo fora, usando um vasto leque de procedimentos, para investigar as ideias dos alunos sobre esses conceitos (Brook et al, 1984; Clough and Driver, 1985; Shayer and Wylam, 1981; Watts, 1984). Os resultados sugerem, tal como no presente estudo, que as actividades diárias dos alunos, através da leitura, da linguagem usada no diálogo com adultos e colegas, do bombardeamento pelos *mass-media*, ..., os expõem a experiências, muito diversas, responsáveis pelo desenvolvimento das suas formas de conceptualização e de actuação.

Por outro lado, uma boa parte dos manuais escolares e da instrução formal (esta através da linguagem utilizada pelos professores) reforçam algumas dessas ideias pessoais intuitivas (Stake and Easley, 1978; Veiga, 1988). Contudo, o uso de uma «linguagem não científica» na sala de aula é inevitável, pois a experiência do dia-a-dia está plena de noções que obrigatoriamente têm que ser levadas para o contexto formal de instrução. Não admira, portanto, que os alunos fiquem confusos perante tal encruzilhada: é o sentido das palavras pretendido pelo professor que as usa, é o sentido comum dos termos no quotidiano e é o sentido especializado e mais restrito dos termos no contexto científico.

vi) A revisão da literatura sobre este assunto mostra que os resultados das investigações são muito similares para cada conceito. Ideias do tipo «calor como substância», «calor como fluido», «transferência de calor como capacidade inerente a alguns corpos», ..., são provavelmente reminiscências linguísticas de teorias pré-científicas. Quando foram desenvolvidas pelos cientistas, elas pertenciam certamente a sistemas conceptuais coerentes de explicação. No caso dos alunos, contudo, é difícil distinguir entre ideias que têm um papel fundamental na atribuição de coerência entre ideias que têm um papel fundamental na atribuição de coerência aos seus sistemas privados de explicação e ideias que são desenvolvidas como resposta à pressão exercida pela instrução formal.

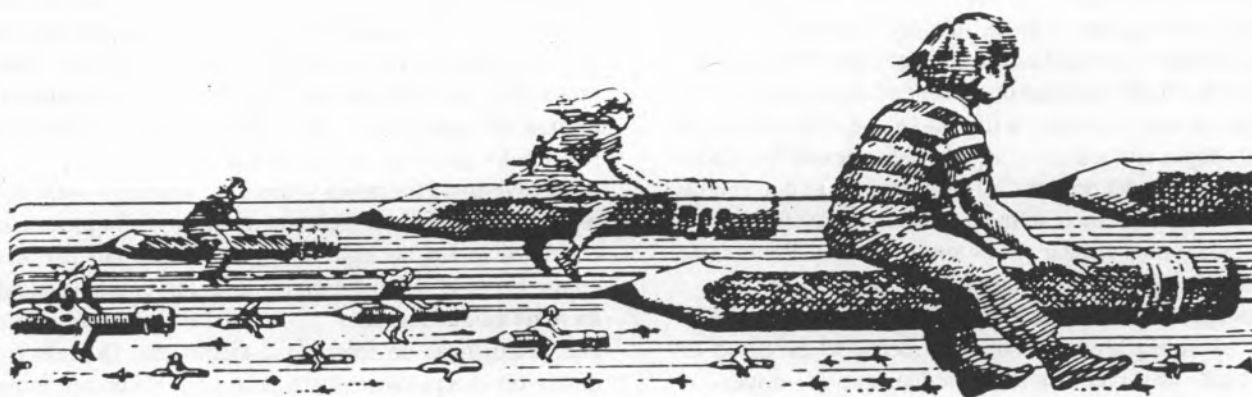
Muitos desses estudos realizados com alunos dos ensinos

básico e secundário tornam evidente que as pré-concepções dos alunos são simultaneamente tenazes, persistentes e, de certa forma, independentes da idade e do ensino formal. Mais ainda, algumas investigações levadas a cabo mostram que a instrução escolar nem sempre tem sucesso no que respeita à mudança das ideias dos alunos (Thorley and Teagust, 1987; Viennot, 1979; Voelker, 1982).

A questão final que se coloca é: dada a inevitabilidade de conjugação dos diversos factores considerados e admitindo que os professores têm consciência deles, até que ponto e de que forma podem as ideias dos alunos ser alteradas pela instrução, em termos de regulação de tempo e de utilização de novas metodologias. Este problema e suas implicações não serão aqui discutidas por razões óbvias de restrição de espaço.

Referências

- Abimbola, I.O. (1988). The problem of terminology in the study of student conceptions in science. *Sci Educ.*, 72(2), 175-184.
- Beveridge, M. (1985). The development of young children's understanding of the process of evaporation. *Brit. J. Educ. Psychol.*, 55, 84-90.
- Brook, A.; Briggs, H. and Diver, R. (1984). *Aspects of student's understanding of the particulate nature of matter*. Children's Learning in Science Project, Univ. of Leeds.
- Caldeira, M.H. e Martins, D.R. (1990). Calor e temperatura: que noção têm os alunos universitários destes conceitos? *Gaz. Física*, 13(2), 85-94.
- Cauzinnille-Marmèche, E.; Meheut, M.; Séré, M.G. and Weil-Barais, A. (1985). The influence of «a priori» ideas on the experimental approach. *Sci. Educ.* 69(2), 201-211.
- Clough, E.E. and Driver, R. (1985). Secondary student's conceptions of the conduction of heat: bringing together scientific and personal views. *Phys. Educ.*, 20, 176-182.
- Driver, R. (1985). Beyond appearances: the conservation of matter under physical and chemical transformations. In Driver, R.; Guesne, E. and Tiberghien, A. *Children's ideas in science*. Open Univ. Press.
- Driver, R. and Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies Sci. Educ.*, 5, 61-84.
- Erickson, G.L. (1979). Children's conceptions of heat and temperature. *Sci. Educ.* 63, 221-230.
- Gilbert, J.K.; Osborne, R.J. and Fensham, P.J. (1982) Children's science and its consequences for teaching. *Sci. Educ.* 66(4), 623-633.
- Helm, H. (1980). Misconceptions in physics amongst South African students. *Phys. Educ.* 15, 92-105.
- Meheut, M.; Saltiel, E. and Tiberghien, A. (1985). Student's conceptions about combustion (11-12 years old). *Eur. J. Sci. Educ.*, 7(1), 83-93.
- Novak, J.D. (1977). *A theory of education*. Ithaca: Cornell Univ. Press.
- Osborne, R.J. and Cosgrove, M.M. (1983). Children's conceptions of the changes of states of water. *J. Res. Sci. Teach.*, 20(9), 825-838.
- Osborne, R.J. and Gilbert, J.K. (1979). *An approach to student understanding of basic concepts in science*. Institute for Educational Technology: Univ. of Surrey: Guildford.
- Shayer, M. and Wylam, H. (1981). The development of the concepts of heat and temperature in 10-12 year olds. *J. Res. Sci. Teach.*, 18(5), 419-434.
- Shuell, T.J. (1987). Cognitive psychology and conceptual change: Implications for teaching science. *Sci. Educ.* 71(2), 239-250.
- Stake, R.E. and Easley, J. (1978). *Case studies in science education*, vols. I and II. Center for Instructional Research and Curriculum Evaluation. Univ. of Illinois at Urbana-Champaign. U.S. Government Printing Office.
- Thorley, N.R. and Teagust, D.F. (1987). Conflict within dyadic interactions as a stimulant for conceptual change in physics. *Inst. J. Sci. Educ.*, 9(2), 203-216.
- Veiga, M.L. (1988). *A study of the scientific and everyday versions of some fundamental science concepts*. Tese de Doutorado, Univ. East Anglia.
- Viennot, L. (1979). Spontaneous learning in elementary dynamics. *Eur. J. Sci. Educ.*, 1(2), 205-221.
- Voelker, A.M. (1975). Elementary school children's attainment of the concepts of physical and chemical change: a replication. *J. Res. Sci. Teach.*, 12, 5-15.
- Voelher, A.M. (1982). *The development of an attentive public for science: implications for science teaching. What research says to the science teacher*, vol. 4 Washington, D.C.: National Science Teachers Association.



TECNOLOGIAS ENERGÉTICAS EFICIENTES PARA A INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NOS PAÍSES MEDITERRÂNICOS

TARRAGONA - ESPANHA / 25 - 27 MARÇO 1992

- Objectivos:**
- Promover o contacto entre profissionais do sector;
 - Avaliar a necessidade de introdução de tecnologias mais eficientes no processo de combustão de resíduos sólidos urbanos, nos países mediterrânicos;
 - Analisar o estado de arte e o nível de aplicação das tecnologias;
 - Informar os potenciais utilizadores das tecnologias disponíveis no mercado;
 - Disseminar os programas nacionais e regionais de promoção de incineração de resíduos sólidos urbanos, com utilização eficiente da energia;
 - Analisar o impacto ambiental dos sistemas de incineração de resíduos sólidos urbanos e seu enquadramento na legislação existente;
 - Identificar os principais problemas dos sistemas de combustão de resíduos sólidos urbanos existentes;
 - Avaliar as possibilidades de financiamento para estas tecnologias.

Este seminário destina-se a fabricantes de equipamento, empresas de engenharia especializadas em tratamento de resíduos sólidos urbanos, empresas de serviços, agentes financiadores e câmaras municipais.

Este seminário é organizado pela rede Europeia OPET (organização para a promoção de tecnologias energéticas) criada no âmbito do Programa **THERMIE** da Direcção Geral de Energia (DGXVII) da Comissão das Comunidades Europeias.

Em Portugal, cabe à OPET Portuguesa CCC (consórcio formado pelo **Centro de Estudos em Economia de Energia, Transportes e Ambiente – CEEETA** –, pelo **Centro para a Conservação de Energia – CCE** – e pelo **Centro de Biomassa para a Energia – CBE**), participar na organização deste acontecimento, e promovê-lo a nível Nacional.

Para mais informações contactar:

CCE – Centro para a Conservação de Energia
Eng.º Feliz Mil-Homens / Eng.ª Fátima Esteves
Estrada de Alfragide, Praceta 1, Alfragide – 2700 Amadora
Tel. 471 14 54 / 471 81 10 / 471 82 35
Fax 471 13 16

