

EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA E LINGUAGEM

Maria Teresa Oliveira

Faculdade de Ciências e Tecnologia - UNL Ciências de Educação

Resumo

A relevância da linguagem e da linguagem científica para a aprendizagem é contextualizada à luz das problemáticas emergentes da sociedade actual. Tecem-se algumas considerações sobre a importância da cultura científica e da sua relação com a educação científica formal. Defende-se a necessidade de uma Didáctica como ciência da aprendizagem. Referem-se alguns fundamentos teóricos relacionados com a linguagem na sala de aula e com o valor educativo da metáfora e da analogia na aprendizagem em Ciência. Descreve-se um estudo empírico sobre a linguagem e a construção do conhecimento científico em contexto escolar. Apresenta-se o problema de partida, os objectivos e, de uma forma sucinta, o procedimento. Discutem-se os resultados, apresentam-se as conclusões e realçam-se as implicações educacionais.

É uma realidade incontestável que hoje vivemos rodeados de informação. A actual sociedade de informação torna-se um desafio à Educação, pois que através de actividades educativas os alunos podem aprender a seleccionar a informação e transformá-la em conhecimento. Assim, a Educação é considerada como um dos pilares das políticas de desenvolvimento, pelo aumento das capacidades de aprendizagem, nomeadamente a aprendizagem ao longo da vida podendo-se, por esta via, atingir a sociedade do conhecimento que se deseja para o próximo século (Comissão Europeia, 1996). Neste contexto é necessário analisarmos e reflectirmos sobre o papel da Educação, da Escola e da cultura científica como promotoras: da socialização de cada indivíduo bem como do seu crescimento pessoal; do desenvolvimento da coesão social, da tolerância e da solidariedade pelo atenuar dos conflitos multiculturais; da construção da identidade nacional; da participação democrática (Dellors, 1997) respondendo, assim, aos desafios da sociedade de informação e do conhecimento.

Nesta perspectiva torna-se relevante o problema da linguagem na aprendizagem da Ciência abordado numa perspectiva didáctica em contexto de sala de aula. Considera-se que estudar a linguagem é, também, estudar os processos de aprendizagem, isto é, estudar a problemática da linguagem científica significa estudar o processo da aprendizagem científica sinónimo da construção do conhecimento científico, base de uma cultura científica essencial à vivência de uma cidadania responsável.

A Educação na Escola actual implica a necessidade urgente de consolidação de uma nova Didáctica considerando esta como uma ciência da aprendizagem e de desenvolvimento cognitivo e não como um conjunto de técnicas pedagógicas mais ou menos adequadas a uma aplicação funcionalista de métodos e materiais para obter uma melhor transmissão de conhecimentos, como era considerada numa visão tradicionalista. É fundamental mudar a perspectiva da Didáctica como uma técnica para um conhecimento

didáctico contribuindo para a criação de um corpo de conhecimentos que se inserem nas grandes questões e desafios que se põem actualmente à Educação. A Didáctica como ciência de aprendizagem deve, pois, mudar de uma lógica praxiológica para uma lógica de conhecimento científico desenvolvendo uma atitude de questionamento e de interpretação crítica dos dados.

A Linguagem, a Cultura Científica e a Educação em Ciência

A utilização, a compreensão e a produção da linguagem científica na aprendizagem da Ciência apresenta uma forte vertente cultural. Todos temos as nossas próprias experiências, conhecimentos e linguagem que se estão sempre a confrontar e em interrelação com as experiências, conhecimentos e linguagem de grupos específicos que, neste caso da aprendizagem em Ciência, é a comunidade científica. Em Educação em Ciência tem, assim, de haver um processo dinâmico de comunicação e de partilha entre o conhecimento particular, pertencente a cada aluno, e o conhecimento comum, pertencente ao que a comunidade científica deseja que seja aprendido de modo a ser construída uma cultura científica básica principalmente se se referir ao nível de escolaridade obrigatória. A Educação em Ciência é, assim, um processo de socialização e de aproximação ao conhecimento científico aceite pela comunidade científica.

A cultura científica tem por objectivo habilitar o cidadão comum com um conhecimento científico que lhe permita ser capaz de resolver problemas do seu quotidiano, pensar cientificamente com capacidade de discernimento, tomar decisões adequadas, tomar parte activa nas escolhas pessoais e sociais face a uma sociedade actual cujas bases são a Ciência e a Tecnologia. A formação de indivíduos conscientes da complexidade do meio onde se inserem, para nele poderem intervir positivamente em tantos assuntos polémicos que

hoje se lhes deparam, passa por um ensino e aprendizagem científica de base de todos os cidadãos.

A cultura científica inclui, também, o significado dado à Ciência que se traduz nas atitudes em relação aos conceitos e teorias da Ciência. Nesta ordem de ideias, o domínio da linguagem científica é essencial. Assim, a cultura científica desenvolve-se na aprendizagem da Ciência, na Escola, construindo-se uma linguagem com um significado próprio. O ensino das ciências e da sua linguagem específica na Escola é o factor mais decisivo que possibilita uma educação científica (Gago, 1995). Num grupo de trabalho europeu, constituído por investigadores independentes, coordenado por Mariano Gago, em 1995, concordou-se com a definição de cultura científica, sendo esta o significado que fica da Ciência depois das pessoas terem saído do sistema formal de ensino. De acordo com Mariano Gago (1995):

Entendemos a cultura científica como uma complexa estrutura de competências, atitudes e representações, cuja actividade científica e sua difusão constituíram parte integral da civilização. Utilizaremos, também, o termo num sentido restrito, os métodos básicos e científicos do inquérito, descoberta e avaliação do significado e da verdade das relações estabelecidas entre o raciocínio e a realidade. A aptidão científica de uma população cientificamente educada é apontada como fonte principal e requisito para a cidadania actual nas sociedades democráticas (p. 1) (...) que necessita de competência para compreender e questionar os termos em que os problemas sociais e políticos são apresentados (p. 2).

Aprendizagem e ensino estão intimamente interrelacionados e, portanto, em relação à linguagem e à aprendizagem das ciências tem de se questionar e compreender como é que os professores actuam em sala de aula, qual a sua formação, qual a influência dos materiais e dos manuais escolares que utilizam e qual a organização curricular que envolve todo este processo de

ensino para se compreender como os alunos aprendem construindo o seu conhecimento científico. Numa perspectiva abrangente é relevante o conhecimento da interrelação entre a linguagem e a construção do conhecimento científico com uma grelha de análise no campo da Didáctica das ciências.

A interrelação entre a linguagem e a Ciência e mais especificamente o estudo da linguagem na Didáctica das Ciências é uma abordagem emergente. Assim, a investigação educativa recente tem prestado alguma atenção a este assunto, não se conhecendo, contudo, estudos sistemáticos nesta temática baseados na realidade portuguesa.

A Linguagem na sala de aula de Ciências

Define-se linguagem como o conjunto de signos diferenciados e consciencializados pela sua função conjunta de suporte e de impulsionadora do pensamento. Serve não só como instrumento de comunicação, mas também como elemento fundamental para a formação de conceitos cada vez mais abstractos e genéricos, para o pensamento sistemático e para a tomada de consciência pessoal e social já que a linguagem fornece a base essencial para o desenvolvimento da consciência humana (Vygotsky, 1934).

A Escola é um lugar “saturado” de linguagem: linguagem escrita, oral e figurativa, do professor, do aluno, dos autores dos livros, dos manuais escolares e muitas vezes até dos grafites das paredes e dos muros.

O instrumento básico quotidiano numa aula, nomeadamente, em qualquer área das ciências é ainda a linguagem, quer seja a do professor quer seja a do aluno. Em termos latos, através das palavras e com qualquer metodologia que se use, os alunos trabalham na aquisição de conceitos científicos e na sua comunicação. A linguagem não é só instrumental, ela desempenha, para além disso, uma função cognitiva complexa. É pela linguagem que professores e alunos interagem. É, também, pela lingua-

gem que o professor motiva, explica, questiona, controla, organiza, avalia e que o aluno constrói e representa as suas aprendizagens. As palavras são essenciais e são o primeiro modo de especificar, confrontar, transformar e integrar ideias, conduzindo à reflexão e à descoberta do mundo. São uma ajuda ao aluno para que este compreenda os progressos da sua própria aprendizagem e aprenda a pensar sistematicamente. O trabalho do professor de ciências será ajudar os alunos a usar a linguagem para organizar a sua experiência e o seu pensamento e, assim, poderem construir o significado do conhecimento científico.

Todos sabemos que a linguagem pode desenvolver-se, por exemplo, do específico para o geral, do pessoal para o interpessoal (do privado para o público). O uso pessoal da linguagem é essencial para o processo individual de aprendizagem. Aos alunos, em qualquer etapa de desenvolvimento que se encontrem e em qualquer disciplina curricular, nomeadamente naquelas tradicionalmente denominadas “ciências”, deve-se dar-lhes a oportunidade de falar e escrever acerca do seu trabalho numa forma pessoal, encorajando a comunicação com os outros, transformando o conhecimento adquirido num conhecimento público. Saber falar, ler e escrever sobre Ciência contribui para uma maior compreensão dos conceitos. Se se fizer uma introspecção profissional, acontece, por vezes, constatar-mos só termos compreendido bem um conceito quando o tivemos de ensinar, isto porque se foi obrigada a escolher e a organizar cuidadosamente palavras e conjuntos de palavras para se ser explícita.

Se falar e escrever em Ciência alarga a nossa compreensão conceptual isso não implica que aumente a compreensão de quem ouve ou de quem lê. Falar, por exemplo, só resulta em construção do conhecimento se na interacção gerada for utilizada a argumentação, a discussão e o questionamento e, assim, o conhecimento vai-se estruturando e cumulativamente vão-se desenvolvendo capacidades científicas.

Os alunos falarem na sala de aula corresponde, por vezes, à ideia que o professor perde o controlo dos seus alunos. Se este está consciente que falar sobre um assunto é aprender esse assunto e que a linguagem científica é mais do que o discurso científico unidirecional do professor para o aluno, então a linguagem deve ser utilizada e didacticamente explorada de uma forma conveniente. Para que isto possa acontecer é necessária uma formação de professores de ciências intensa na problemática da linguagem, com incidência, quer na formação inicial, quer na formação contínua.

Para além da aprendizagem de conceitos ensinar um aluno a falar, a ler e a escrever em Ciência é dar-lhe poder científico para a intervenção e compreensão científica do Mundo que o rodeia, criando uma cultura científica que deve ser património de todos. O domínio da linguagem científica dá poder a quem a usa e através da capacidade de usar a linguagem, duma forma eficaz, a inteligência de cada um fica ao dispor... Não se aprende só fazendo, como Dewey (1910) dizia, mas também falando, lendo e escrevendo sobre as experiências e os conhecimentos. Na Escola o professor está tão dominado pela preocupação de “cumprir” o programa relativamente aos conteúdos científicos que se esquece que também tem de cumprir o programa quanto aos objectivos, neste caso, “Desenvolver capacidades de comunicação oral e escrita”. Na sala de aula de ciências, normalmente, há poucas oportunidades para o aluno falar ou escrever. Este só fala quando o professor pergunta e não se cria um clima de confronto cognitivo. Verifica-se que os professores tendem a não dar oportunidades aos alunos de eles próprios falarem, discutirem abertamente uns com os outros, formularem as próprias respostas aos problemas e escreverem. São os professores que geralmente assumem esse papel e uma vez que eles já têm experiência de falar e escrever acabam por ocupar o tempo todo da aula falando ou escrevendo. Acresce que o professor tem, normalmente, na sala de aula, uma actuação centralizada nele próprio utilizando uma linguagem para toda a turma sendo o tempo dispensado

aos alunos para responderem ou interagirem muito curto. O tempo que o professor espera pela resposta de um aluno a uma questão é, na generalidade, 2 a 3 segundos, tempo manifestamente insuficiente para a elaboração cognitiva e a respectiva tradução em linguagem.

Uma investigação sobre a Linguagem e a Construção do conhecimento científico

Um estudo investigativo terminado recentemente (Oliveira, 1997) chama a atenção para os problemas da interrelação entre a linguagem e, mais especificamente, a metáfora e a analogia (linguagem metafórica - LM) e a construção do conhecimento científico.

No referido estudo investiga-se a relação entre a metáfora, a analogia e a construção do conhecimento científico em situação formal de ensino. O âmbito da investigação circunscreve-se ao campo da Didáctica das Ciências, com enfoque nos processos de ensino e de aprendizagem de conceitos científicos.

É na década de 80 que o estudo sobre a metáfora e a analogia no ensino/aprendizagem das ciências através da sua utilização em contexto de sala de aula, se tornou relevante. Constata-se, então, a utilização da metáfora e da analogia pelos professores nas aulas de ciências, nomeadamente para “ensinar”, para clarificar, desmistificar e humanizar conceitos e processos científicos, não os isolando da actividade humana quotidiana e dos processos sociais, combatendo, assim, o hermetismo característico da linguagem científica a que Lemke (1990, p. 134) chama “a mística da Ciência”. Surgem, então, alguns trabalhos que irão constituir a base empírica e teórica para a análise da problemática do uso da LM em contexto de sala de aula. Todavia, neste contexto, são ainda poucos os estudos realizados sobre o uso da metáfora e da analogia por parte dos professores de ciências, nas suas rotinas de ensino,

com o objectivo de ajudarem os alunos a construir o seu próprio conhecimento (Treagust et al, 1992).

Aprender Ciência explorando didacticamente a metáfora e/ou a analogia é um processo construtivista (Pittman, 1999) que implica o processo de seleccionar um esquema cognitivo já conhecido do aluno e usá-lo para constituir um novo esquema cognitivo que inclui a nova informação aprendida (Gick e Holyoak, 1983). Nesta perspectiva, a LM não constitui um esquema cognitivo, mas gera um novo esquema cognitivo usando o já existente.

Metáfora e analogia são formas de linguagem figurativa tradutoras de ideias mentais sob a forma icónica. Podem ser utilizadas pelos professores de Ciências como fontes de criatividade, para desenvolver o espírito de inquérito científico sugerindo novas previsões e novos problemas, novas demonstrações e novas experiências, testar hipóteses, fomentar a aprendizagem de novos conceitos ou reinterpretação dos já existentes e sugerir novas relações estruturais entre entidades teóricas, ou seja, criar novas categorias conceptuais, novas relações funcionais (mesmo se os conceitos não puderem ser observáveis) e fazer a correspondência entre conceitos, princípios ou dispositivos teóricos. A metáfora e a analogia podem, ainda, demonstrar como uma descrição literal está errada fornecendo esquemas alternativos de referência e formulando novas e insuspeitadas relações que permitem o sucesso da aprendizagem em Ciência (Hoffman, 1980).

Segundo Curtis e Reigeluth (1984), a metáfora e a analogia na aprendizagem das ciências são essenciais porque: (i) as actividades didácticas devem incluir experiências concretas e directas, preparando o aluno para experiência mais abstractas e complexas, sendo a LM um modo de fornecer essa experiência concreta pois constitui uma ponte entre uma ideia, que não pode ser experienciada, e uma experiência pessoal e directa; (ii) provocam a visualização do abstracto; (iii) formam modelos, comparando e opondo vários níveis de abstracção e de generalização; (iv) fornecem uma comparação

entre áreas distintas do conhecimento, permitindo o relacionamento e a conexão dos conceitos. Considerando a teoria de Ausubel (1968), a metáfora e a analogia são importantes na construção das aprendizagens significativas, podendo funcionar como organizadores prévios. Se os materiais de aprendizagem forem organizados em sequências dos conceitos dos mais globais para os mais específicos, a metáfora e a analogia permitem a diferenciação conceptual progressiva. Segundo a mesma teoria, a LM permite, também, a reconciliação integrativa conceptual em que os materiais são apresentados para comparar e contrastar ideias e mostrar interrelações.

Em educação científica a metáfora e a analogia constituem, também, modelos que não são mais que metáforas científicas que na aprendizagem em Ciência se recorre para concretizar, visualizar e experienciar as ideias abstractas ou complexas normalmente associadas aos conceitos/processos/fenómenos científicos. O uso de modelos na aprendizagem da Ciência é justificado, assim, não só para obter a compreensão dos conceitos e procedimentos científicos, mas também para desenvolver capacidades científicas e cognitivas como a resolução de problemas de uma forma criativa, tornando-se a LM uma linguagem privilegiada para fomentar a construção de modelos mentais pelos alunos.

Segundo Arcá et al. (1987) a utilização da LM na aprendizagem da Ciência conduz a uma duplicação simbólica da realidade que permite uma divisão da experiência e do conhecimento em blocos significativos que estão prontos a serem reordenados de uma forma organizada pela comparação e transferência do que é comum, construindo-se, assim, pessoalmente o conhecimento científico.

Considerou-se, assim, a metáfora e a analogia como tendo uma função cognitiva com potencialidades para a aquisição de conhecimentos, para a criação de novos significados do conhecimento (mudança conceptual) e para o desenvolvimento de novos meios de pensar (pensamento metafórico) pela interseção de um domínio de conceitos conhecidos com outro desconhecido

recorrendo a processos cognitivos como o raciocínio analógico que implica a discriminação e o reconhecimento de atributos e de relações comuns entre dois domínios conceptuais, a imaginação e a criatividade, a memória e a resolução de problemas entre outras capacidades cognitivas.

Na aprendizagem da Ciência, a utilização da metáfora e da analogia respeita a cultura individual, aproximando-a de uma cultura científica, tornando-a, também, uma forma de motivação para a aprendizagem.

Plano Geral da Investigação

É do consenso geral que a linguagem metafórica é um importante factor didáctico e de desenvolvimento cognitivo no acto educativo, mas não se sabe realmente o que se passa, na sala de aula, com este tipo de linguagem. Partiu-se, pois, do seguinte problema para o desenvolvimento da investigação: Qual a função didáctica da linguagem metafórica, para a construção do conhecimento científico sobre o átomo, em contexto de sala de aula?

Definiram-se os seguintes objectivos: (i) aprofundar a relação linguagem metafórica (LM) - linguagem científica - construção do conhecimento científico em contexto escolar; (ii) compreender a relação da LM com a construção conceptual da informação científica aplicada ao estudo da estrutura do átomo; (iii) contribuir para a consciencialização da importância da LM no ensino e na formação de professores de ciências.

Para se atingir estes objectivos construiu-se um quadro conceptual teórico abrangente que sustentou as seguintes hipóteses de trabalho: (i) os professores de ciências na sua actividade de ensino, utilizam a LM de uma forma acrítica e no seu processo de formação inicial são raramente alertados para a problemática da LM; (ii) se a LM for explorada didacticamente, os alunos constroem mais facilmente o conhecimento científico, partindo de uma construção conceptual própria.

No estudo empírico relacionado com a metáfora, a analogia e o ensino, investigaram-se, através de observação de aulas, da administração de questionários e da realização de entrevistas, as práticas de professores de ciências nesta temática e a sua formação inicial. Fez-se, ainda, uma análise de conteúdos dos manuais escolares e dos currículos oficiais das disciplinas de ciências.

No estudo empírico, relacionado com a metáfora, a analogia e a aprendizagem, depois de se ter caracterizado os alunos e as turmas do 9º ano de escolaridade onde o estudo se realizou e de se ter construído uma taxionomia para a metáfora e para a analogia a serem utilizadas e um modelo de ensino assistido pela LM, leccionou-se uma sequência de aulas correspondente à unidade didáctica sobre “o átomo”, em três turmas de uma escola secundária, explorando-se didacticamente a metáfora e a analogia em duas dessas turmas segundo o modelo de ensino pré-construído. Na terceira turma não se explorou didacticamente a metáfora e a analogia. Utilizou-se, nas três turmas participantes no estudo, o mapa de conceitos como “pré” e “pós-teste” para se analisar a diferença da complexificação do conhecimento dos alunos sobre o conceito de átomo, antes e depois da sequência das aulas e entrevistou-se os alunos após dois meses do estudo ter terminado.

Resultados e Conclusões

O estudo empírico relacionado com a metáfora, a analogia e a aprendizagem, mostrou que a exploração didáctica da LM teve grande impacto na aprendizagem, principalmente nos alunos com maiores dificuldades curriculares. Este impacto foi demonstrado pela motivação e interesse dos alunos e pelos resultados apresentados na elaboração dos mapas de conceitos.

Todos os alunos referiram que gostaram das aulas e que foi fácil a compreensão dos conteúdos tratados, o que se pensa ser significativo se

tivermos em conta a alta percentagem de insucesso escolar e de desmotivação que se verificava nos alunos participantes no estudo. Pode-se afirmar que em todas as turmas houve aprendizagem porque todos os alunos melhoraram os seus resultados. Contudo, essa aprendizagem ocorreu de forma diferenciada em cada uma das três turmas conforme se pode observar no quadro seguinte. A pontuação que se apresenta foi obtida aplicando os critérios de análise quantitativa de mapas de conceitos preconizada por Novak e Gowin (1984).

Quadro 1 - Comparação dos resultados dos 1º e 2º mapas de conceitos elaborados pelos alunos das três turmas

	Turma A	Turma B	Turma C
1º mapa	80	75	111
2º mapa	171	184	292
Diferença	91	109	181

Ao analisar os resultados obtidos nas três turmas do estudo e considerando a pontuação obtida nos 1º e 2º mapas de conceitos (Quadro 1), pode-se afirmar que houve uma maior aprendizagem nos alunos da turma C, seguida pelos da turma B e finalmente pelos da turma A. Tendo em consideração que na turma A foram utilizadas a metáfora e a analogia, mas estas não foram exploradas didacticamente, pode-se inferir destes resultados que a metáfora e a analogia exploradas didacticamente conduzem a uma melhor aprendizagem do conceito de átomo.

Neste estudo, comparando as duas turmas (B e C) onde foi realizada a exploração didáctica da metáfora e da analogia, em que a turma B era considerada a melhor turma da Escola e a turma C a pior, em relação ao sucesso escolar, pode-se, também, inferir que as turmas e os alunos

com maiores problemas de aprendizagem são aqueles que demonstraram uma evolução mais significativa do conhecimento sobre o conceito de átomo. Pensa-se ser relevante que um “mau” aluno tenha achado as aulas divertidas por ter de adivinhar o significado das comparações apresentadas. Este aluno apreciava a tensão cognitiva criada pela utilização das metáforas e das analogias.

Nas respostas dadas às questões da entrevista é significativa a consciência demonstrada pelos alunos sobre a importância da linguagem utilizada para a compreensão dos conceitos e portanto para a sua própria aprendizagem: e.g. “(os bonequinhos) ajudaram-me a compreender melhor o que não se pode ver), “(as comparações) acho que facilitam, por exemplo, nós vimos as imagens, podemos captar melhor no nosso cérebro”, “Percebi tudo bem”, “(comparações) fizeram com que eu percebesse melhor”, “(comparações) acho que ajudaram porque a partir de coisas simples a gente consegue compreender melhor”, “ficamos logo com a ideia na cabeça”, “assim fiquei a saber melhor (com as comparações)”.

Os alunos realçaram ainda a importância da utilização da LM como ligação aos seus conhecimentos anteriores: e.g. “pude recordar com calma aquilo que eu tinha esquecido”, “já tinha estudado isso (a constituição do átomo) por isso prestei mais atenção”, bem como desenvolvimento da capacidade de memorização através da metáfora e da analogia: e.g. “lembrava-me das comparações e era mais fácil lembrar-me do que queria”, “passados estes dias ainda me lembra”, “ajudam (as comparações) uma pessoa a decorar”, “lembrava-me do volte face e lembrava-me logo do outro esquema”. No entanto, um “bom” aluno, afirmou: “para mim era igual, mesmo com ou sem comparações eu compreendia bem”.

Como conclusão podemos afirmar que a metáfora e a analogia parecem ser poderosos instrumentos heurísticos na aquisição e na mudança conceptual, com implicações positivas no ensino-aprendizagem da Ciência e no desenvolvimento de capacidades cognitivas.

Implicações Educacionais

Os resultados encontrados no estudo empírico relacionado com a metáfora, a analogia e o ensino indicam que a LM é utilizada frequentemente pelos professores das várias disciplinas de ciências. Contudo, estes não estão conscientes nem das potencialidades nem das limitações da utilização didáctica da metáfora e da analogia e, portanto, não as exploram de forma adequada. A formação inicial dos professores de ciências, nas universidades portuguesas, sobre linguagem, linguagem científica ou metafórica, maioritariamente, ignora esta temática. Esta não é, tão pouco, abordada nos currículos de ciências em vigor. Assim, uma importante e urgente implicação educacional resultante deste estudo relaciona-se com a formação de professores. A introdução da problemática da linguagem, da linguagem científica e, mais especificamente, da linguagem metafórica nos currículos de formação, quer inicial, quer contínua de professores de ciências, é um objectivo a atingir.

Conhecer melhor como a metáfora e a analogia são utilizadas por professores e por alunos poderá levar a fortes implicações educacionais, nomeadamente, a implementação de estratégias didácticas eficazes utilizando a LM que, por sua vez, podem conduzir a abordagens inovadoras na formação de professores de ciências.

A relação existente entre o processo de ensino-aprendizagem das ciências e a linguagem, a linguagem científica e a linguagem metafórica, não pode ser só compreendida através da análise da função comunicativa da linguagem, embora, naquele processo, a comunicação seja muito importante, requerendo estas competências linguísticas e domínio de códigos linguísticos comuns a professores e alunos. Porque a relação entre o ensino-aprendizagem das ciências e a linguagem não se esgota na função da comunicação, a perspectiva cognitivista e heurística da LM, abordada neste estudo, revela-se como essencial para o ensino e a aprendizagem das ciências.

Afirma-se que a exploração didáctica da LM, utilizada em sala de aula, é essencial para o desenvolvimento cognitivo do aluno e para a aprendizagem pela construção própria do conhecimento científico. Os professores com os alunos poderão construir modelos validados de ensino-aprendizagem assistido pela LM, através do estudo sistemático das interações entre a metáfora e a analogia e o conhecimento científico, observando e analisando os respectivos resultados.

Ao utilizar a metáfora e/ou a analogia é necessário que os professores se consciencializem de que muitos dos problemas dos alunos, observados durante a aprendizagem formal das ciências, estão relacionados com problemas da linguagem, especialmente da linguagem científica e da linguagem metafórica. Os alunos não fazem a transferência dos atributos e relações da fonte para o alvo, de forma automática, assim como não é, também, automaticamente que o aluno compreende uma metáfora ou uma analogia, ou o que o professor pretende ao utilizá-las. Os professores têm, também, de estar conscientes dos problemas que podem advir da utilização da LM se esta não for explorada didacticamente. É necessário, ainda, que os professores desenvolvam um processo de reflexão sobre as culturas dos alunos, dos grupos sociais e da sua própria cultura. É, também, necessário que reflectam sobre as dificuldades e as potencialidades do confronto dessas culturas e sobre a consequente interrelação com a cultura científica, desenvolvendo na sua prática pedagógica estratégias didácticas que a contemplem.

Os manuais escolares utilizam a metáfora e a analogia de uma forma quantitativamente reduzida. A utilização da metáfora e da analogia escritas nos manuais escolares permitirá não só uma melhor aprendizagem através do material escrito, como uma melhoria nos próprios manuais escolares. Para a aprendizagem será necessário incentivar e dar tempo aos alunos para verem e para saberem retirar a informação escrita, relacionando as informações mais importantes. Pensar que os alunos aprendem apenas pelo facto de fazerem a leitura de um texto é uma noção incorrecta sobre como funcionam os mecanismos perceptivos subjacentes à extracção de informação a partir da leitura. Ao ensinar os alunos a estudarem atra-

vés da leitura da informação científica escrita, explorando a LM encontrada nesses textos, poderá ser uma forma de fornecer uma nova estratégia de estudo para os alunos. Os professores têm de ser consciencializados das actividades de leitura crítica, nomeadamente explorando as potencialidades da LM escrita.

Construir e desenvolver estudos avaliativos de materiais didácticos para o ensino-aprendizagem, que mostrem como certas metáforas e analogias podem ser utilizadas e exploradas na aprendizagem da Ciência é, também, uma implicação com relevância educacional.

O domínio da linguagem científica deverá ser visto como um processo caracterizado por uma constante procura de compreensão do conhecimento científico e os alunos devem, além de a dominarem, compreender, também, os problemas específicos dessa linguagem científica. Os alunos poderão estar sujeitos a um clima permissivo e até estimulante de produção própria da metáfora e da analogia na sala de aula, potencializador do seu desenvolvimento cognitivo, é outra implicação educativa fortemente inovadora que permitirá construir o conhecimento científico pelo aluno.

Ainda outra implicação educacional importante, que poderá atingir, motivando, uma larga maioria de professores, será a possibilidade da introdução de pistas de exploração didáctica da LM nos currículos de ciências, nomeadamente nas actividades/sugestões metodológicas incluídas nos documentos curriculares oficiais.

Sublinha-se a pertinência e a urgência de aprofundar o estudo da linguagem nomeadamente, da metáfora e da analogia no ensino e na aprendizagem das várias disciplinas científicas, em todos os níveis de escolaridade, numa perspectiva de investigação didáctica e de construção do conhecimento por quem aprende.

Contactos: Maria Teresa Oliveira, Faculdade de Ciências e Tecnologia,
Universidade Nova de Lisboa – mto@mail.fct.unl.pt

Referências Bibliográficas

- Arcá, M. (1987). Modèles Enfants et Scientifiques Pour la Connaissance du Vivant. In A. Giordan et J. L. Martin and (Ed.), *Modèles et Simulation*. Neuvièmes Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique. Chamonix.
- Ausubel, D. P., Novak, J., & Hanesian, H. (1986/1968). *Educational Psychology. A Cognitive View*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Comissão Europeia (1996) Teaching and learning towards the learning society". In *White Paper on Education and Training*. Bruxelas.
- Curtis, R. V., & Reigeluth, C. M. (1984). The Use of Analogies in Written Text. *Instructional Science*, 13, 99-117.
- Dellors, J. (1997). *Educação: Um Tesouro a Descobrir*. Lisboa: ASA
- Dewey, J. (1991). *How We Think*. (Originally published in 1910). Buffalo, NY: Prometheus Books.
- Gago, M. (1995). *Ensino das Ciências: Um Caso para Acção Europeia*. Lisboa: Instituto de Prospectiva.
- Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1983). Schema Induction and Analogical Transfer. *Cognitive Psychology*, 15 (1), 1-38.
- Hoffman, R. R. (1980). Metaphor in Science. In R. P. Honeck & R. R. Hoffman (Eds.), *Cognition and Figurative Language*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lemke, J. (1990). *Talking Science: Language, Learning and Values*. Norwood, New Jersey: Ablex.
- Novak, J. D., & Gowin, D. S. (1984). *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.
- Oliveira, T. (1997). *A Metáfora e a Analogia e a Construção do Conhecimento Científico: uma Abordagem Didáctica*. Tese de Doutoramento. FCT-UNL.
- Pittman, K. M. (1999). Student-Generated Analogies: Another Way of Knowing? *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 1-22.
- Treagust, D. F., Duit, R., & Joslin, P. (1992). Science Teachers' Use of Analogies: Observations from Classroom Practice. *International Journal of Science Education*, 14(4), 413-422.
- Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and Language*. (Originally published in 1934). Boston, MA: The M. I. T. Press.

Science Education and Language

Abstract

The learning relevance of language and more particularly scientific language is contextualized according to modern society issues. Some considerations about the relationship between scientific culture and formal science education are highlighted. The justification of Didactic as a science of learning is presented. A theoretical framework concerning classroom language and the educational value of metaphor and analogy for learning in science is discussed. An empirical study about language and the construction of scientific knowledge in formal settings is described. The problem, objectives, and a brief description of the methodology are presented. The results, the conclusions and the educational implications are discussed.

Éducation en Science et Langage

Résumé

L'importance pour l'apprentissage du langage et du langage scientifique sera encadré par les problématiques émergentes de la société actuelle. Sur l'importance de la culture scientifique et de sa liaison avec l'éducation scientifique formelle seront présentées quelques considérations. La Didactique sera soutenue comme la science de l'apprentissage. Des considérations théoriques liées au langage dans la salle de classe et aux valeurs éducatifs de la métaphore et de l'analogie dans l'apprentissage des sciences seront référés. Une étude empirique sur le langage et la construction du savoir scientifique dans le contexte scolaire, présentant le problème, les objectifs, et d'une forme succincte la méthodologie sera aussi décrit. Les résultats, les conclusions et les implications éducatives seront finalement discutés.