

PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO PELOS ALUNOS EM AULAS DE CIÊNCIAS¹

Anna Maria Pessoa de Carvalho

ampdcarv@usp.br

Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo

Av. da Universidade 308 - São Paulo, SP - 05508-900

Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar, para discussão com a comunidade, uma proposta de análise das interações verbais ocorridas em sala de aula de ensino de física que indique se os alunos estão participando do processo de construção da própria ciência. Apresentamos os nossos referenciais para o planejamento deste ensino, os padrões de pensamento científico com os quais iremos analisar a linguagem oral dos alunos em aulas gravadas nas escolas da comunidade, e um exemplo da análise de uma aula de ciências (física) para o primeiro ciclo do ensino fundamental.

Introdução

Nestes últimos trinta anos a Pesquisa em Ensino de Ciências vem produzindo conhecimento e dando suporte para que tenhamos um mínimo de certeza no planejamento de cursos que levariam os alunos a produzirem conhecimento significativo não só sobre o conteúdo das disciplinas científicas como também, e principalmente, sobre o processo da construção da própria ciência.

O conhecimento produzido pelos alunos, principalmente no que se refere à aquisição do processo de construção da ciência, ainda está sendo pesquisado, sendo que numerosos estudos têm mostrado que o ensino – inclusive o universitário – tem transmitido visões empírico-indutivistas da ciência que se distânciam largamente de como se constroem e se produzem os conhecimentos científicos (Mathews 1991; Koulaidis e Ogborn, 1995) .

São várias as metodologias de pesquisas utilizadas nestas investigações, mas a que mais nos sensibiliza é aquela que procura estudar as interações professor-aluno no ambiente natural da sala de aula e os discursos aí produzidos.

O estudo das interações em sala de aula teve um grande desenvolvimento a partir dos trabalhos de Flandres (1960) quando este propôs um instrumento que descrevia essas interações verbais por meio de dez categorias de análise sistematizadas numa matriz de duas entradas que mostrava também o desenvolvimento destas interações, isto é, as reações dos alunos às falas dos professores e as reações dos professores às intervenções dos alunos. As pesquisas sobre esse tema foram sistematizadas por Medley e Mitzel no 2º Handbook of Research on Teaching (1973) e muitos outros instrumentos de observação foram construídos e sistematizados nos 13 volumes de uma obra intitulada 'Mirros of Behavior'.

A essas pesquisas feitas dentro de um referencial comportamentalista sucederam, agora, no final do século XX e dentro de um referencial construtivista, uma série de outras investigações que procuram entender as interações entre professores e alunos estudando o

¹ Trabalho apresentado no IV ENPEC – Encontro Nacional de Ensino de Ciências – Bauru, 26 a 29 de Novembro de 2003.

Apoio CNPq e VITAE

discurso feitos por esses atores (Sutton 1992; Mercer 1997; Lemke 1997; Coll e Edwards 1998; Driver et all. 1999) .

É também inserido nessa linha de pesquisas que pretendemos trazer para debate as idéias que estamos discutindo no LaPEF – Laboratório de Pesquisa e Ensino de Ciências – sobre como estamos enfrentando o problema de analisar a sala de aula de Ciências verificando se os alunos aprenderam o que pretendemos ter ensinado.

No LaPEF estruturamos alguns cursos para a escola fundamental e média. As Atividades de ‘Conhecimento Físico’ (Carvalho et all 1998) para as séries iniciais do ensino fundamental e ‘Termodinâmica’ (Carvalho et all 1999) para o ensino médio e estamos atualmente planejando um curso de ‘Ondas’ como a introdução à Física Contemporânea para o último ano, também, do ensino médio. Em todos esses cursos partimos basicamente dos mesmos referenciais teóricos sendo que o nosso objetivo principal é que os alunos construam os conhecimentos específicos oferecidos por cada uma das propostas, e que nossas aulas criem oportunidades para que estes adquiram as habilidades e atitudes próprias das ciências.

Planejamos cursos baseados nos pressupostos construtivistas, preparamos professores para esse ensino, mas será que nossas aulas realmente ensinam o que pretendemos?

No estudo de um processo para verificar se estamos conseguindo alcançar nossos objetivos, nos propusemos a seguinte hipótese: se planejamos nossos cursos dentro dos referenciais construtivistas e nossas aulas proporcionam um ambiente de pesquisa e de interação interpessoal, então os alunos têm a oportunidade de apresentar suas idéias e raciocínios e nessas participações devemos reconhecer padrões do pensamento científico.

Iremos, nos itens seguintes mostrar, mesmo que resumidamente, os padrões de pensamento científico com os quais iremos analisar a linguagem oral dos alunos em aulas gravadas nas escolas da comunidade, os nossos referenciais para o planejamento deste ensino e um exemplo da análise de uma aula.

Como analisar as aulas de Ciências?

O que propomos é uma análise das interações verbais de professores e principalmente de alunos que mostre se estes (os alunos) alcançaram ou não padrões do raciocínio científico e as habilidades e atitudes próprias das ciências e se aqueles (os professores) criaram um ambiente propício ao desenvolvimento científico de seus alunos.

Temos, assim como Gil et all (2001), a necessidade de se estabelecer o que deve entender-se por uma visão aceitável do trabalho científico estando sempre conscientes da dificuldade de falar em uma ‘imagem correta’ da construção do conhecimento científico. Procuramos o que tem em comum nas produções da filosofia das ciências da segunda metade do século XX deixando de lado as interpretações diversas e os pontos de divergências, pois o nosso objetivo foi extrair alguma proposições básicas em torno da atividade científica.

Assim, ao analisarmos as interações verbais ocorridas em aula vamos procurar três pontos básicos comuns a todos as linhas filosóficas para a atividade científica:

1- Procuraremos observar se as aulas estão dando oportunidade para que os alunos, mesmo não conscientemente, *superem as concepções empírico-indutivistas da ciência* e se eles estão ‘vivendo uma ciência’ onde são as hipóteses que orientam a procura pelos dados.

Iremos buscar dados para a análise desse item quando os alunos:

- ao procurarem resolver as questões (experimentais ou teóricas) propostas pelos professores o fazem levantando hipótese a partir de seus conhecimentos prévios

(espontâneos no ensino fundamental e já estruturados no ensino médios) e submetendo estas a provas;

- ao relatarem o como resolveram as questões e o porquê deram certo eles o fazem utilizando o raciocínio hipotético- dedutivo ‘se /então/ portanto’;

2- Procuraremos observar se as aulas estão dando a oportunidade da incorporação do papel essencial das matemáticas no desenvolvimento científico

Iremos buscar dados para a análise deste item quando os alunos:

- ao relatarem o como trabalharam com os dados eles mostram que utilizaram uma ‘análise qualitativa’ em relação as principais variáveis do fenômeno e expressam essa relação utilizando o raciocínio proporcional.

3- Procuraremos observar se as aulas estão proporcionando a contextualização do conhecimento aprendido procurando buscar as complexas relações entre ciências, tecnologia e sociedade.

Iremos buscar dados para a análise deste item quando os alunos:

- ao trabalharem com os textos históricos mostrem que compreenderam as dimensões humana e coletiva do trabalho científico;
- ao procurarem generalizar e/ou aplicar o conhecimento adquirido o fazem relacionando-o com a sociedade em que vivem;

O planejamento de um ensino que tem por objetivo a produção de conhecimento científico

Utilizaremos, como exemplo, o projeto ‘Conhecimento Físico no Ensino Fundamental’, pois nessas aulas o conteúdo específico a ser ensinado é bastante simples podendo ser entendido por todos os leitores físicos e não físicos.

Uma parte do programa de Ciências para o Ensino Fundamental diz respeito ao conteúdo de Física, e para o seu desenvolvimento procuramos planejar atividades de conhecimento físico (Gonçalves e Carvalho 1994, a,b,c, 1996) que tem por objetivo levar os alunos a resolverem problemas do mundo físico, dentro de suas capacidades, procurando de maneira sistemática uma solução e uma explicação para esse problema (Metz 1995,1998; Karmiloff-Smith 1988).

No planejamento dessas atividades, além de focalizarmos o conhecimento físico, procuramos também propor uma metodologia de ensino que levem em conta os conhecimentos produzidos pelas pesquisas na área de ensino de ciências.

Assim propomos problemas experimentais para que os alunos os resolvam em grupos pequenos (4 a 5 crianças). Nessa etapa os alunos, ao procurarem uma solução, agem sobre os objetos, mas uma ação que não se limita à simples manipulação e/ou observação. Na discussão com seus pares, na mesma direção do que Gil et al. (1991) denominou de ‘grupo de pesquisa’, eles refletem, levantam e testam suas hipóteses. Discutem uns aos outros explicando o que estão fazendo. O trabalho prático, como mostra Duggan e Gott (1995), é fundamental para a criação de um sistema conceitual coerente e proporciona, para os alunos, ‘o pensamento por traz do fazer’.

Depois dos grupos terem achado suas soluções organizamos a classe em uma grande roda, dirigida agora pela professora, de tal modo que os alunos possam relatar para toda a classe o que fizeram, buscando, agora em pensamento – metacognição-, o “como” conseguiram resolver o problema e o “porquê” deu certo (White e Gustone 1989; White e Mitchell 1994). Agora a aula proporciona espaço e tempo para a sistematização coletiva do

conhecimento e da tomada de consciência do que foi feito. Ao ouvir o outro, ao responder à professora, o aluno não só relembra o que fez como também colabora na construção do conhecimento que está sendo sistematizado. O desenvolvimento de atitudes científicas vai sendo proposto e sistematizado (Harlen 2000) e é nessa etapa que existe a possibilidade de ampliação do vocabulário dos alunos e com a ajuda por parte da professora da melhora na argumentação de suas idéias proporcionando uma real comunicação entre eles (Harlen 2001). É o início do ‘aprender a falar ciência’ (Lemke 1990).

Mas ciência não se faz só fazendo e relatando o que se fez. É necessário também aprender a escrever ciência (Sutton 1998). O diálogo e a escrita são atividades complementares, mas fundamentais nas aulas de ciência. Enquanto que o diálogo é importante para gerar, clarificar, compartilhar e distribuir idéias entre os alunos, o uso da escrita se apresenta como instrumento de aprendizagem que realça a construção pessoal do conhecimento. Como mostra Rivard e Straw (2000) ‘discurso oral é divergente, altamente flexível, e requer pequeno esforço de participantes enquanto eles exploram idéias coletivamente, mas o discurso escrito é convergente, mais focalizado e demanda maior esforço do escritor’. Assim nossas atividades de ensino terminam com o pedido da professora para que as crianças desenhem e elaborem individualmente um texto sobre o que se fez em sala de aula.

Procuramos, ao planejarmos nossas atividades de conhecimento físico para os alunos de o curso fundamental, restabelecer a humanidade e as incertezas da Ciência produzida pelo homem. Foi procurando esse objetivo que organizamos o ensino para que nossos alunos experimentem, hipotetizem e argumentem sobre os conceitos científicos Como mostra Sutton (1998) ‘Se restabelecemos a autoria humana e re-admitirmos a incerteza e a possibilidade de argumento, podemos auxiliar estudantes a adquirir uma idéia de ciência não fabricada’.

As aulas que planejamos abrangem atividades com água, ar, luz, equilíbrio e movimento. Iremos apresentar a análise de duas destas aulas cujas transcrições se encontram em anexo.

Análise do conhecimento científico produzido pelos alunos

Planejamos um ensino e gravamos as aulas dadas nas escolas da comunidade. Nossa questão de pesquisa passou então a ser: os nossos alunos de 7 a 10 anos, quando colocados em um ambiente de investigação, são capazes de se iniciar nos padrões de conhecimento científico?

A pesquisa que empreendemos é do tipo qualitativa, uma vez que não analisamos variáveis específicas do universo educacional, mas procuramos interpretar as falas dos professores e alunos durante as aulas (Lemke 1998).

Para a coleta de dados, utilizamos dois instrumentos: a análise documental e a observação das gravações em vídeos. Utilizamos como documento os trabalhos escritos e os desenhos elaborados pelos alunos, individualmente, em cada uma das aulas. Esses documentos tiveram o objetivo de ratificar as informações obtidas pela transcrição do vídeo.

Os nossos dados privilegiados aconteceram quando, após os alunos resolverem o problema, o professor abriu a discussão com a classe objetivando levar os alunos a tomarem consciência de suas ações respondendo as questões: como conseguiram resolver o problema e por que o fenômeno aconteceu. Neste trabalho as falas dos alunos são apresentadas e analisadas na seqüência dos acontecimentos. Analisamos essas falas procurando observar se os alunos apresentam dois dos raciocínios mais utilizados nas ciências: o “se, então, portanto” que é base do raciocínio hipotético dedutivo e o raciocínio proporcional que é a base da linguagem matemática nas ciências (Lawson 1994, 2000 a, 2000b).

Planejamos e gravamos quinze atividades (Carvalho et al. 1998) para estudar a construção, pelos alunos, das explicações causais. Por motivo de espaço, apresentaremos a análise de somente uma dessas aulas: o problema da cestinha.

O problema da cestinha

Devem ser distribuídos, para cada grupo: um trilho que em sua extremidade tem uma cestinha, uma bolinha, bacia ou caixa de papelão. O trilho deve estar montado de tal forma que a bolinha, ao fim de seu movimento pelo trilho caia na cestinha.

Figura da cestinha

O problema colocado aos alunos é encontrar a altura que deve colocar a bolinha no trilho para que ela caia na cestinha.

Após os alunos resolverem em grupo o problema, que foi apresentado desta forma pela professora, esta recolhe o material, desfaz os grupos, arruma a classe em um círculo e inicia a fazer as perguntas “como e por que?” levando os alunos a tomarem consciência do que fizeram.

Transcrevemos, no anexo, essa parte da aula e iremos aqui, no corpo deste trabalho, analisar o discurso da professora procurando verificar o padrão de interação verbal utilizado por ela e o discurso dos alunos visando detectar seus padrões de raciocínio científico.

Do turno 1 ao 39 a professora leva os alunos a refletirem o que foi feito durante a etapa experimental respondendo a questão proposta: *‘como vocês conseguiram resolver o problema?’*. É importante notar que o padrão de interação usado pela professora é basicamente o IRF – inicia o diálogo, resposta do aluno, feedback do professor - sendo que o feedback dado é sempre positivo e elicitativo, isto é, a professora procura estimular a participação dos alunos e permite o diálogo aluno – aluno.

Ao responder a questão proposta os alunos vão tomando consciência do que fizeram para resolver o problema e ao relatar suas ações as evidências experimentais e o relacionamento entre variáveis vão se tornando cada vez mais complexas. O padrão de raciocínio hipotético dedutivo – se...então... portanto – vai sendo sistematizado pelos alunos.

Já na fala do aluno 2, turno 2, encontramos esse início *“Mas não pode colocar ela muito embaixo senão ela muito devagarinho e não dá, tem que por um pouquinho em cima e um pouquinho embaixo”*. Apesar da dificuldade de se expressar esse aluno já mostra o raciocínio ‘se...então’ pois podemos parafraseá-lo do seguinte modo – **se** colocar ela muito embaixo **então** ela vai devagarinho – além disso ele também mostra o início da relação entre as variáveis altura e velocidade. Essa relação entre as variáveis é também falada pelo aluno 4 turno 7 *“Se a cestinha estiver mais para lá, ela cai ali (gesticulando), se ela estiver um pouco aqui (gesticulando a distância menor da cestinha), você coloca no meio.*

Com o desenvolvimento da discussão em classe os raciocínios vão sendo expostos de maneiras cada vez mais sistematizadas e no turno 21 o aluno 7 sintetiza da seguinte forma utilizando dois ciclos do raciocínio ‘se...então’ e retoma uma terceira evidência para chegar a conclusão *“É assim, se você por ela lá no alto, (então) ela vai pegar velocidade, né. E se você colocar ela mais embaixo,(então) ela também vai perder, então ai eu coloquei ela no meio, no meio tipo de cima e em baixo (terceira evidência), aí ela foi descendo e caiu na cestinha”*.

É importante ressaltar que ao mesmo tempo em que os alunos constroem o raciocínio hipotético – dedutivo eles vão construindo também o raciocínio proporcional, estabelecendo relações entre as variáveis, neste experimento representadas pela altura que a bolinha deve ser posta o trilho e a sua velocidade no final deste para poder chegar até a cestinha.

Entretanto, o raciocínio dos alunos só se completa, ou seja, eles só conseguem se expressar pelo padrão de raciocínio hipotético – dedutivo ‘se...então....portanto’ a partir da pergunta sobre a causalidade física (o porquê do fenômeno) que é feita pela professora no turno 40 “*Vamos prestar atenção, por que a gente tinha que soltar a bolinha daquela posição para ela poder cair na cestinha, alguém pode me explicar?*”.

A partir desta questão os alunos vão, pouco a pouco, desenvolvendo com maior precisão seus raciocínios, assim o aluno 7, turno 43 explica “*Porque se você por um pouco mais perto, (então) ela vai pegar um pouco de velocidade, não vai pegar muita, (portanto) aí ela cai (na cestinha)*”. Apesar do aluno não falar o ‘então’ e o ‘portanto’ estas palavras estão subentendidas na sua exposição.

O aluno 2 no turno 48 completa também o seu raciocínio já mostrado na primeira etapa. Assim ele se explicita o que está pensando utilizando para mostrar seu raciocínio de três ciclos deste padrão de raciocínio: “*Se por ela um pouquinho mais em cima, (então) ela vai pegar velocidade e (portanto) acaba caindo um pouquinho mais longe, também se por muito perto, um pouquinho mais baixo assim da "montanhinha", (então) aí ela cai muito devagar e quando estiver naquela ponta, (portanto) ela cai direto e não voa um pouquinho longe, aí se por um pouquinho ela no meio, um pouquinho em cima também. (então) ela vai com cuidado e um pouco devagar e (portanto) acaba caindo na cestinha*. O mais interessante do raciocínio deste aluno é a necessidade de refutar primeiramente as suas primeiras hipóteses para depois apresentar a correta.

Temos que estar consciente que este é um raciocínio difícil para todos os alunos, principalmente se lembrarmos que esta aula foi dada em uma segunda série do ensino fundamental. Encontramos alunos que ainda estão no estágio pré-operatório respondendo de forma mágica a pergunta da professora. Isto é visto no turno 53 com a aluna 2 que respondendo à professora como fez para colocar a bolinha na cestinha falou “*Aconteceu como um toque de mágica. Eu coloquei em cima da cestinha e "capum" caiu dentro da cestinha*”. Isto acontece em quase todas as aulas de ciências nas primeiras séries do fundamental, mas nem por isso nós devemos deixar de promover um ambiente investigativo para os alunos. Não podemos ajustar a nossa aula por aqueles que ainda não conseguem acompanhar todas as etapas da formação do raciocínio científico, temos, sem dúvida alguma, de respeitá-los e de aceitá-los, mas também temos de colocá-los em ambientes intelectualmente desafiadores para que eles possam ter possibilidade de se desenvolver intelectualmente e ir tomando consciência da relação entre os seus atos e o que acontece na natureza. Se hoje é mágica amanhã pode não ser mais.

Referências Bibliográficas

ABIB, M.L.V.S. 2002. *Formação de Professores e Experiências de Educação Libertadora na Educação Básica*, Mesa Redonda na 7ª Mostra de Material de Divulgação e Ensino de Ciências, Estação Ciências, São Paulo.

CARVALHO, A.M.P.; VANNUCCHI, A.I.; BARROS M.A.; GONÇALVES, M.E.R.; REY, R.C. 1998. *Ciências no Ensino Fundamental: O conhecimento físico*, Editora Scipione, São Paulo.

CARVALHO, A.M.P.; SANTOS, E.I.; AZEVEDO, M.C.P.S.; DATE, M.P.S.; FUJII, S.R.S.; NASCIMENTO V.B..1999. *Termodinâmica um Ensino por Investigação* FEUSP/CAPEs.

CARVALHO, A.M.P.e GONÇALVES, M.E.R. 2000. Formação continuada de professores: o vídeo como tecnologia facilitadora da reflexão. *Cadernos de Pesquisa da Fundação Carlos Chagas*, São Paulo, v.111, p.71-88, 2000.

COLL, C.; EDWARDS D.(org) 1998 *Ensino, Aprendizagem e Discurso em Sala de Aula*, Porto Alegre, ArtMed.

DÉSAUTELS, J.e LAROCHELLE M. The Epistemology of Students: The ‘Thingified’ Nature of Scientific Knowledge. *International Handbook of Science Education*, Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 115-126.

DRIVER, R.; NEWTON, P. e OSBORNE, J. (1999) The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), p.556-576.

DUGGAN S. and GOTT R. (1995). The place of investigations in practical work in UKK National Curriculum for Science, *International Journal of Science Education*, 17 (2) pp 137-147.

FLANDERS, N. A. 1960. *Teacher influence, pupil attitudes and achievements*. Minneapolis, Universitu of Minnesota (mimeographed)

FLANDERS, N.A 1970. *Analyzing Teaching Behavior*, Addison-Wesley Publishing Company, London

GIL-PÉREZ, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C., MARTINEZ-TORREGROSA, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona, Horsori.

GIL-PÉREZ, D., FERNANDEZ, I., CARRASCOSA, J., CACHAPUZ, A, PRAIA, J. (2001). Para Uma Imagem Não Deformada do Trabalho Científico, *Ciência & Educação*, v.7, n.2, p.125-153.

GONÇALVES M.E.R. e CARVALHO, A.M.P. (1994^a). Uma atividade sobre impulso e quantidade de movimento para a escola primária. Anais do 1º Simpósio de Pesquisas da Faculdade de Educação da USP, *Estudos e Documentos*, 31, pp 401-413.

GONÇALVES, M.E.R. e CARVALHO, A.M.P. (1994b). Uma Atividade sobre Impulso e Quantidade de Movimento para a Escola Primária. 1o Simpósio de Pesquisa da FEUSP. *Série Estudos e Documentos*, v. 31, p. 401-413.

GONÇALVES, M.E.R. e CARVALHO, A.M.P. (1994c). Conhecimento físico nas primeiras séries do 1º grau:o problema do submarino. *Caderno de Pesquisa*, 90, pp. 72-80.

GONÇALVES, M.E.R. e CARVALHO A.M.P., 1996 As atividades de conhecimento físico: um exemplo relativo à sombra. *Cadernos Catarinenses de Ensino de Física*, 12 (1) pp7-16.

HARLEN, W. (2000). *Teaching, Learning and Assessing Science 5-12*, Paul Chapman Publishing Ltd, London

HARLEN, W. (2001). *Primary Science, Taking the Plunge*, second edition, Heinemann, Portsmouth, NH

KARMILOFF-SMITH, A (1988). The Child is a Theoretician, not an Intuctivist, *Mind and Language*, 3 pp. 183-195.

KOULAIDS, V., OGBORN, J. (1995) Science Teacher Philosophical assumptions: how well do we understand them? *International Journal Science Education*, 177 (3) p.2733-2833.

LAWSON, A.E. (1994) Epistemological foundations of cognition. In D. GABEL (Ed.) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. London: MacMillan.

LAWSON, A.E. (2000 a). How do humans acquire knowledge? And what does that imply about the nature of knowledge? *Science & Education*, 9 (6), 577-598.

- LAWSON, A.E. (2000b). The generality of hypothetico-deductive reasoning: Making scientific reasoning explicit. *The American Biology Teacher*, 62 (7), 482-495.
- LEMKE, J (1997) Aprendendo a hablar ciencias: linguagem, aprendizagem y valores., Paidós, Barcelona
- LEMKE, J.L. (1998) Analyzing Verbal data: Principles, Methods and problems. in FRASER, B.F. and TOBIN K.G. *International Handbook of Science Education*, Kluwer Academic Publishers, Boston, pp 1175-1189.
- MATTHEWS, M.R. (1991). Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las ciencias. *Comunicación, Lenguaje y Educación* 11-12, 141-155.
- MEDLEY, D.M. e MITZEL H (1973) Measuring Classroom Behavior by Systematic Observation. In GAGE, N.L. *Handbook of Research on Teaching*, AERA, Rand MacNally & Company, Chicago.
- METZ, K.E. (1995). Re-assessment of Developmental Assumptions in Children's Science Instruction, *Review of Educational Research* 65, 93-127.
- METZ, K.E. (1998). Scientific Inquiry Within Reach of Young Children. in FRASER, B.F. and TOBIN K.G. *International Handbook of Science Education*, Kluwer Academic Publishers, Boston, 81-96.
- MERCER, N. (1997) *La Construcción Guiada del Conocimiento*, Barcelona, Paidós.
- SUTTON, C. (1998) New Perspectives on Language in Science, in FRASER, B.F. and TOBIN K.G. *International Handbook of Science Education*, Kluwer Academic Publishers, Boston, pp.27-38.
- WHITE, R.T. and GUSTONE R. F. (1989). Metalearning and Conceptual Change. *International Journal in Science Education*. 11, pp.577-587.
- WHITE, R.T. and MITCHELL, I.J.(1994). Metacognition and the quality of learning. *Studies in Science Education*. 23, pp. 21-37.1994.