

## **A CONSTRUÇÃO DE EXPLICAÇÕES CIENTÍFICAS E AS INTERAÇÕES DISCURSIVAS EM DOIS CENÁRIOS: O TRABALHO EM GRUPO E A DISCUSSÃO COLETIVA EM PLENÁRIA**

### **THE CONSTRUCTION OF SCIENTIFIC EXPLANATIONS AND THE DISCURSIVE INTERACTIONS IN TWO SETTINGS: GROUP WORK AND WHOLE-CLASS DISCUSSION**

**Leonardo Lago<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidade de Cambridge, Faculdade de Educação, lg485@cam.ac.uk

#### **Resumo**

Este trabalho discute como ocorre a construção de explicações científicas em sala de aula por meio das interações discursivas. Analisamos a construção da explicação para o fenômeno da evaporação em dois cenários distintos: o trabalho em grupo e a discussão coletiva em plenária. Os dados advêm de um projeto para a promoção do ensino dialógico em salas de aulas do 5º ano de uma escola pública. Os resultados mostram que quando reunidos em pequenos grupos os estudantes elaboram livremente o fenômeno a ser explicado trazendo fortemente a experiência pessoal, mas se engajando pouco na racionalidade científica pois usam os conceitos científicos com seus sentidos cotidianos. No caso da discussão coletiva, analisamos dois trechos nos quais a professora se engaja em episódios explicativos. No primeiro ela busca conceituar o que os estudantes nomeiam como 'evaporação', pois há confusão de entre o produto e o processo do fenômeno. No segundo ela generaliza o conceito de energia para aplicá-lo na explicação microscópica da condensação. Verifica-se o papel essencial da professora como guia do discurso de sala de aula para o engajamento dos estudantes no raciocínio científico.

**Palavras-chave:** Explicação científica – Interação discursiva - Evaporação

#### **Abstract**

This work discusses how the construction of scientific explanations occurs in the classroom through discursive interactions. We analyzed the construction of the explanation for the evaporation phenomenon in two different settings: group work and whole-class discussion. The data come from a project to promote dialogic teaching in Year-5 classes of a public school. The results show that when in small groups, students elaborate the phenomenon to be explained freely, bringing their personal experience strongly but engaging poorly in scientific reasoning because they use the scientific concepts in their everyday senses. In the case of whole-class discussion, we selected two excerpts in which the teacher engages in explanative episodes. In the first, she seeks to conceptualize more precisely what students name as 'evaporation', since there is a confusion between the product and the process of the phenomenon. In the second, she generalizes the concept of 'energy' and apply it to explain microscopically the condensation. We note the essential role of the teacher as a guide to classroom discourse for student engagement in scientific reasoning.

**Keywords:** Scientific explanation – Discursive interaction - Evaporation

## **Introdução**

O ensino de ciências tem um papel relevante na escolarização pois promove habilidades como o raciocínio lógico e argumentativo que outras disciplinas são menos prováveis de fomentar (OSBORNE, 2010). Além disso, oferece um tipo de conhecimento que não é possível fora da esfera acadêmica. Essas habilidades e conhecimentos são desenvolvidos, por exemplo, quando os sujeitos são convidados a elaborar explicações sobre os fenômenos naturais. Pode-se dizer, talvez, que construir explicações sobre o mundo natural seja a tarefa mais basilar da ciência, um tipo de elaboração que explicita o que se sabe, como se sabe e a relação causal entre as entidades envolvidas no fato explicado (OGBORN et al., 1996).

Osborne e Patterson (2011) diferenciam o oferecimento de explicações finais e acabadas, geralmente dadas pelos professores, da construção das explicações, seja por cientistas ou estudantes que precisam recorrer ao conhecimento prévio e às premissas existentes para a elaboração de uma hipótese explicativa. Essa distinção guarda alguma relação com dois arranjos na forma de organização de uma sala de aula que permitem diferentes experiências de interação verbal: o trabalho em grupo e a discussão coletiva em plenária. Mas antes de discutir essas duas configurações, olhemos para o caso das interações discursivas no ensino-aprendizagem.

Dentro da área de pesquisa conhecida ensino dialógico, existe um consenso de que oferecer aos estudantes a oportunidade de dialogarem sobre os conceitos favorece a sua compreensão; um momento em que usam os termos apropriados e pensam sobre seus significados. Scott (1998) aponta que o ensino dialógico significa "incentivar a exploração e o desenvolvimento de significados" (p. 48), uma posição que denota uma dimensão dialógica dos conceitos (LARRAIN; HAYE, 2014).

No caso do ensino de ciências, existe a concepção de que aprender ciências é um processo de apropriação de uma prática discursiva específica, uma forma de linguagem-pensamento associado às suas especificidades. Os conceitos científicos, em geral, podem começar como termos derivados da experiência ou por definições, mas é "através do desenvolvimento da linguagem na ciência" que eles gradualmente ganham precisão e significado científico (WELLINGTON; OSBORNE, 2001, p. 21). Os autores também apontam que raciocinar cientificamente requer a capacidade de "vincular evidências e dados empíricos a ideia e teorias" (p. 83). Nota-se aqui, então, a relação entre forma conteúdo, aprender ciências não é unicamente o aprendizado de determinado conceito ou de suas relações, mas também uma maneira específica de se pensar, sendo ambos as bases para a construção das explicações científicas.

## **Dois cenários para as interações discursivas na sala de aula**

As interações discursivas entre estudantes durante o trabalho em grupo e entre estudantes e professores em situações de discussão coletiva em sala de aula têm sido analisadas na pesquisa acadêmica. Por exemplo, Howe (2010) explica que durante o trabalho em grupo as relações são mais horizontais, fato que incentiva os estudantes a expressarem, compararem e discutirem suas visões de maneira mais livre e independente. Uma dinâmica que promove o aprendizado quando envolve a troca de pontos de vista contrastantes com base em razões e justificativas. Este é também o ponto para Wegerif e Dawes (2004), que comentam que "conversando juntos, as crianças constroem uma compreensão do que está acontecendo com suas próprias palavras" (p. 15). Ou seja, a interação discursiva em pequenos grupos

é relevante tanto para a elaboração do problema estudado quanto para as tentativas de construção de explicações, que, mesmo sendo provisórias ou incompletas, são um esforço intelectual ativo em que os alunos desenvolvem suas ideias.

Na discussão coletiva em plenária, as relações assimétricas com o professor (visto como detentor das respostas corretas e do conhecimento canônico) faz com que os alunos geralmente experimentem um modo de comportamento performático, vendo a audiência como um público para o qual seus desempenhos serão avaliados (HOWE, 2010). Nessa configuração, o professor é o sujeito que controla o discurso empregando estratégias para a transmissão ou construção do conhecimento. Mercer (1995) chama essa segunda perspectiva de construção guiada do conhecimento, e lista uma série de estratégias discursivas que os professores utilizam para organizar o diálogo de sala de aula. Assim, neste contexto, o papel do professor de ciências é guiar discursivamente os alunos pela construção do conhecimento e pela maneira de se pensar cientificamente (WEGERIF; DAWES, 2004).

Resultados de pesquisas têm mostrado que em ambos cenários, a interação discursiva é um mecanismo para a promoção do aprendizado e do desenvolvimento dos alunos (HOWE; MERCER, 2007). A discussão no trabalho em grupo é descrita como relações horizontais, em que os alunos trocam e negociam suas perspectivas em um nível mais igual e partindo de conhecimentos e experiências relativamente semelhantes. De modo contrário, as interações durante a discussão em plenária são marcadas por relações verticais, onde as trocas são feitas entre duas perspectivas: conhecimento e experiência cotidiana – a voz dos estudantes – e conhecimento e prática científica – a voz autoritária da ciência personificada no professor (KAZAK; WEGERIF; FUJITA, 2015; MORTIMER; SCOTT, 2003). O objetivo deste trabalho é analisar como ocorre a construção das explicações científicas nestes dois cenários de interação discursiva.

### **Materiais e métodos**

Os dados apresentados neste trabalho advêm de uma intervenção realizada em um município do sul de Minas Gerais com a participação de três professoras do 5º ano (crianças com 10-11 anos de idade) de uma escola pública. A intervenção completa envolveu um programa de formação de professores sediado na própria escola para explorar aspectos da adoção de uma abordagem dialógica ao ensino. As três professoras participantes são formadas em pedagogias e tinham experiência média de 7,5 anos nos anos iniciais do ensino fundamental. A escola foi selecionada por convite ao aceitar participar do programa de formação e atende alunos de nível socioeconômico mais baixo de uma região mais na periferia da cidade. Os dados foram coletados em um ambiente real de sala de aula. O programa continha três módulos, sendo que o segundo teve como proposta a adaptação e aplicação de três aulas pré-formatadas do projeto SPRinG<sup>1</sup> sobre o ensino de evaporação.

Aqui analisamos dois trechos da discussão ocorrida no trabalho em grupo, na qual os alunos precisavam explicar o que acontecia com a água que desaparecia quando a professora fazia uma marca de mão molhada no quadro negro e com a água das roupas molhadas em um varal. Por motivos de espaço, selecionamos os trechos mais significativos em que há uma tentativa de explicação. Posteriormente, selecionamos dois trechos de discussões coletivas organizadas pela professora ao

---

<sup>1</sup> <http://www.spring-project.org.uk>

retomar a atividade anterior. Nesses dois episódios a professora tinha o objetivo de desenvolver a construção de uma explicação para os fenômenos de evaporação e condensação a partir de um modelo microscópico de partículas.

O processo empregado para investigar os segmentos de diálogo é a análise do discurso sociocultural (MERCER, 2004), que consiste no exame minucioso dos episódios transcritos, nos quais as categorias podem ser geradas e relacionadas a outras instâncias. Esse foco permite que os pesquisadores busquem formas inteiras de interações que possam ser usadas para gerar tipologias, encontrar padrões de ocorrência e avaliar seus benefícios em relação a objetivos específicos. Este método diz respeito ao “conteúdo, função e forma de como o entendimento compartilhado é desenvolvido no contexto social [...]” (MERCER, 2010, p. 9).

Um dos pontos fortes da análise do discurso sociocultural é sua perspectiva mais qualitativa e integral em relação à codificação dos turnos de fala por categorias pré-estabelecidas. Como o fluxo do diálogo é mantido intacto ao longo da análise e não quebrado em unidades menores, pode-se fazer um exame mais detalhado dos processos de construção conjunta do conhecimento (MERCER, 2004). Esse método é consistente com o objetivo deste trabalho que se propõe justamente analisar como os estudantes, e professora e estudantes, explicitam os conceitos científicos e como se desenvolve a construção da explicação para o fenômeno da evaporação.

## **Resultados**

### **Trabalho em grupo**

Nos trechos apresentados a seguir quatro estudantes estão respondendo a duas perguntas: O que vocês acham que aconteceu com a água que desapareceu do quadro e da toalha?; O que vocês acham que fez a água ir embora? Essas perguntas requerem que eles construíssem uma explicação para o suposto caso de desaparecimento da água (“E” indica a fala de um estudante e “P” da professora).

- E: Eu acho que a água evaporou...  
E: Eu acho que o Sol evaporou ela...  
E: Evaporou pelo ar...  
E: É que ... ela evaporou porque... o Sol puxou e formou uma nuvem...  
E: É o reflexo do Sol bateu nela...  
E: E chove depois... porque aí a nuvem fica muito cheia de água...  
E: Está muito difícil esse negócio de água...  
P: Mas é uma coisa que ocorre todo dia...  
E: Deixa eu perguntar uma coisa?  
P: Se for sobre a água que sumiu, sim...  
E: Assim, quando a gente bebe água... não sei... mas a água também some?  
E: Some porque a gente faz xixi... rs...

No trecho nota-se que os estudantes desenvolvem a ideia da evaporação fortemente atrelada a outros conceitos: Sol, reflexo, chuva, formação das nuvens, e uma estudante associa o problema com a ingestão de água. Em outros trechos os alunos consideram ainda a absorção da água pela toalha, o cozimento do arroz, e as poças de água formadas depois da chuva, entre outros. A explicação elaborada pelo grupo parece uma concatenação de termos; entre elementos do cotidiano e jargões científicos que não indicam um entendimento propriamente preciso e científico do fenômeno. Ao mesmo tempo, a discussão mostra como os estudantes elaboram o problema e o fenômeno, como os conectam com seus conhecimentos prévios (ciclo da água) ou situações cotidianas (Sol, arroz, chuva). A estudante que associa os

desaparecimentos da água da roupa no varal com a água ingerida é interessante para destacar como ela ancora seus pensamentos em fenômenos muito diferentes. No próximo trecho apresentado a discussão envolve mais as causas da evaporação.

E: O vapor...(?)  
 E: O vapor, sim... o Sol... o calor...  
 E: Não... é... o Sol...  
 E: O calor do Sol...  
 E: O que que leva a água embora? O que você acha?  
 E: Então... eu acho que é o vapor do Sol...  
 E: Eu acho que é o Sol... só...  
 E: Não... o vapor...  
 E: O reflexo na água que forma o vapor...  
 E: É que... o Sol né... deu onda de calor..., que é quente e vai secando...  
 E: Todo mundo concorda com o que ele falou?  
 E: Eu não entendi nada...  
 E: Que... que... calor... de ondas... ondas de calor entrou na toalha...  
 E: Nada a ver...  
 E: Mas da onde...? E se estivesse em um lugar fechado?  
 E: A luz vai secar...

Neste episódio os alunos listam diversas causas para a evaporação, como: vapor, vapor do Sol, calor, calor do Sol, reflexo na água, ondas de calor. Em outros momentos aparecem ainda fatores como a luz e o vento. Além da diversidade, nota-se uma certa confusão no conceito de vapor, empregado como a causa e não como resultado do processo de evaporação. Além disso, um dos alunos atribui o vapor a algo que vem do Sol. Essa confusão de sentidos mostra que tal conceito não tem um mesmo significado compartilhado com todos os membros e nem que é aplicado de maneira cientificamente adequada. No final do trecho aparece uma contribuição interessante de um estudante: ele propõe que 'ondas de calor' entram na toalha e a seca por serem quentes. Apesar desta ser uma elaboração que vai na direção de uma explicação científica, ela não é bem compreendida pelos outros membros que passam então a desafiar o proponente a explicar de onde vêm essas ondas de calor e como elas entrariam na toalha se essa estivesse em um lugar fechado.

### **Discussão coletiva em plenária**

Nesta seção selecionamos dois trechos de discussão em plenária, nos quais a professora tem a intenção de desenvolver o conceito de evaporação e depois de elaborar um raciocínio que explique a condensação. Nestes dois momentos da aula já havia ocorrido a leitura de um texto sobre os estados físicos da matéria com base em um modelo de partículas e realizada uma dramatização com os alunos.

P: Aí vocês falaram muitas vezes que evaporou, evaporou, eu queria que vocês pudessem me explicar um pouquinho melhor o que é evaporar. O que é evaporar?  
 E: É ficar desaparecido...  
 E: É quando o calor vai aquecendo a água e fazendo evaporar.  
 E: Todo mundo sabe quando a mãe faz arroz. Então..., é... vamos supor, a gente coloca água fria. Na hora que a água vai começando a esquentar, vai [inaudível] para o ar, que evapora depois ela...  
 P: O que vai para o ar?  
 E: Vai água...(?)  
 P: Vai água...  
 E: É um conjunto de água que... vai se transformar... em gás.  
 P: Conjunto de água que se transforma num tipo de gás...(?)  
 E: O que é evaporação? É a água virar gás.



P: Evaporação... o próprio nome... a resposta está aqui no nome [aponta para a letras VAPOR dentro da palavra EVAPORAÇÃO que está escrita no quadro].

E: Vapor!

E: Ela vira vapor.

P: Ela vira vapor. Quando eu falo evaporação eu estou falando que está virando vapor. Então eu tenho aqui um copo com água, a água está no estado?

E: Líquido.

P: Líquido, não é? E aí quando está aqui no estado líquido ela pode evaporar. O que significa? Significa uma partícula da água que está aqui dentro..., o quê que significa virar vapor? Ela...? Ela vai para o ar. Então a partícula de ar que está aqui no líquido vai para o ar na forma de vapor.

E: Ela vira ar?

P: Ela se mistura no ar, não vira ar. Ela se mistura no ar, evapora, ela vira vapor de água e fica misturado no ar.

A professora nota que os alunos falavam sobre ‘evaporação’ sem realmente explicarem o conceito, pois eles usavam o termo para se referirem ou nomearem o fato do desaparecimento da água, isto é, evaporação seria o resultado do processo físico: ‘evaporou’. Esta forma de uso fica evidente nas três primeiras contribuições dos estudantes. A professora inicia então um movimento explicativo quando desafia o estudante a explicar ‘o que vai para o ar?’ durante a evaporação da água, ao passo que outro estudante fala pela primeira vez em ‘transformação’, em um tipo de gás, e outro fala em ‘virar’ um gás. A professora então chama a atenção para o uso do termo ‘vapor’, e constrói a explicação de que evaporação é a passagem da água líquida para o estado gasoso, este na forma de vapor de água. Ao final, a professora ressalta que não é que a água vira ar, mas que o vapor se mistura no ar. No próximo trecho a discussão é sobre o aspecto da microscópico da condensação.

E: O arroz quando põe água e a água vira vapor vai para a tampa e vira água.

P: Então ele lembrou que quando na panela de arroz a gente levanta a tampa, o vapor que tá fazendo da água foi lá pra tampa e virou...(?)

S: Água.

P: Água líquida. Vamos pensar nas partículas. Para eu sair do líquido e ir para o vapor, quê que eu tive que fazer com as partículas?

E: Esquentar.

P: Esquentar. Agora eu quero fazer o caminho... contrário. Eu tenho vapor, quero transformar em líquido. O que será que eu tenho que fazer?

E: Congelar

E: Esfriar

E: Aumentando o frio

P: A gente pode obter o líquido de volta aumentando o frio, esfriando. Boa! Mas eu vou só..., a gente vai usar uma outra palavrinha, a gente vai falar em... ENERGIA. Colocar no Sol, colocar na vela, colocar no fogão, eu estou dando energia. Eu preciso dar energia para o líquido pra ele virar vapor. Sim ou não?

E: Sim.

P: Eu dou energia, as partículas ficam mais agitadas e se desprendem. Agora, para fazer o caminho inverso, para o vapor virar líquido...

E: Tem que fazer ela virar gelo.

E: Esfriar

P: Eu vou precisar TIRAR energia. Em vez de dar energia, eu vou ter que tirar energia das partículas.

A discussão começa com um estudante mostrando que compreendeu bem a pergunta da professora sobre onde eles já haviam visto a transformação do vapor em água líquida. Além deste que comenta sobre a tampa da panela de arroz, outros falam sobre o teto do banheiro durante um banho quente e sauna. O estudante fala que na tampa da panela se forma água e a professora logo complementa com ‘água líquida’, para enfatizar a transformação física que deseja explicar. Ao avançar sobre

o comportamento das partículas, os estudantes mostraram compreender que na evaporação é necessário fornecer energia (esquentar) e para fenômeno inverso, ainda não nomeado como condensação, é preciso retirar energia (esfriar, congelar, aumentar o frio). Contudo, como eles não usam o termo energia, a professora tenta construir essa generalização no seu antepenúltimo turno de fala: 'Colocar no Sol, colocar na vela, colocar no fogão, eu estou dando energia'. Mas mesmo com esse movimento, os estudantes ainda se referenciam ao processo de condensação como 'fazer virar gelo' e 'esfriar', quando a professora refraseia essas contribuições para 'tirar energia'. Essa dificuldade de usar conceitos hierarquicamente mais gerais do que específicos também apareceu em outras situações, por exemplo, quando a professora precisou negociar o termo 'calor' para abranger os fatores térmicos que causam a evaporação (Sol, luz, temperatura, fogo, vela, quente). Ao fim, têm-se uma explicação sobre os processos microscópios da evaporação e condensação.

### **Discussão e conclusão**

Os trechos apresentados mostram episódios em que alunos e professora elaboram explicações para os fenômenos da evaporação e condensação. Durante o trabalho em grupo aparecem muitos conceitos científicos associados aos seus sentidos cotidianos. Julgamos que esse momento de discussão mais livre e seguro para a exposição de ideias foi importante para uma primeira elaboração da situação a ser explicada. Provavelmente isso fomentou a emergência das ideias também na discussão em plenária. Contudo, como se poderia esperar, nesse cenário não foi possível verificar o engajamento em um pensamento-discurso científico mais preciso ou consistente. De fato, em outro trabalho a partir deste mesmo projeto mostramos que os estudantes mantêm as mesmas características discursivas seja discutindo problemas abertos sobre situações cotidianas ou atividades de conteúdo envolvendo fenômenos científicos (LAGO, 2018). No final do segundo episódio do trabalho em grupo, um dos estudantes elabora a explicação cientificamente mais adequada de nosso conjunto de dados, mas que é rejeitada pelo grupo. Não podemos falar em termos de padrão com base em dois episódios, mas o que talvez seja marcante é a presença da experiência cotidiana nas tentativas das explicações científicas.

Na discussão coletiva observamos a professora construindo coletivamente duas explicações por meio do discurso. Os alunos, quando convidados, contribuíam com ideias e raciocínios, quase sempre vinculados às suas experiências cotidianas. Foi nesse espaço discursivo organizado pela professora que houve um movimento, uma transição do conhecimento cotidiano para o engajamento dos alunos em uma explicação cientificamente mais adequada. Isso ocorreu, por exemplo, quando a professora percebe a confusão no conceito de 'vapor' ou na não generalização dos termos que envolvida o conceito de 'energia'. A professora explica a evaporação como a transformação da água líquida em vapor e sua dispersão, ressaltando que não é a transformação da água em ar. Essa explicação não havia sido construída pelos estudantes quando reunidos em grupos. No caso da construção da explicação microscópica sobre a evaporação e a condensação, a professora aproveita as ideias advindas da leitura do texto sobre os estados físicos, como partícula, ligação entre partículas e energia, mas os alunos apresentam resistência em usar tais conceitos.

Em suma, entendemos que os casos analisados nos dois cenários ilustram momentos relevantes na construção de uma explicação científica em sala de aula. Enquanto o trabalho em grupo promoveu uma primeira aproximação dos estudantes

com o problema e o uso dos conceitos científicos, na discussão coletiva em plenária a professora negocia termos mais precisos e desenvolve raciocínios científicos que resultam em uma construção que julgamos ser uma explicação científica adequada para essa faixa etária. Nesse contexto, a marca importante é que a interação discursiva entre professora-estudantes guia uma elaboração mais científica que parte do entendimento cotidiano dos alunos sobre o fenômeno. Esse resultado talvez possa orientar a formação de professores da área, indicando refletir sobre os elementos constitutivos de uma explicação científica, sobre atividades didáticas com esse propósito e no uso estratégias discursivas para a sala de aula.

### Referências

HOWE, C. Peer groups and children's development. Chichester:Blackwell,2010.

HOWE, C.; MERCER, N. Children's social development, peer interaction and classroom learning. Primary Review, University of Cambridge, 2007.

KAZAK, S.; WEGERIF, R.; FUJITA, T. The Importance of Dialogic Processes to Conceptual Development in Mathematics. Educational Studies in Mathematics. v. 90. n. 2. p 105–120. 2015.

LAGO, L. Discursive interactions in small-group work: is there any difference between scientific and non-scientific tasks? XVIII IOSTE Symposium Book of Proceeding. Anais...: Malmo: Malmo University, 2018.

LARRAIN, A.; HAYE, A. A Dialogical Conception of Concepts. Theory & Psychology. v. 24. n. 4. p 459–478. 2014.

MERCER, N. Sociocultural discourse analysis: analysing classroom talk as a social mode of thinking. Journal of Applied Linguistics. v. 1. n. 2. p 137–168. 2004.

MERCER, NEIL. The Analysis of Classroom Talk: Methods and Methodologies. British Journal of Educational Psychology. v. 80. n. 1. p 1–14. 2010.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Meaning making in secondary science classrooms. Maidenhead: Open University Press, 2003.

OGBORN, J. et al. Explaining science in the classroom. Buckingham: Open University Press, 1996.

OSBORNE, J. Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. Science. v. 328. n. 5977. p 463–466. 2010.

OSBORNE, J. F.; PATTERSON, A. Scientific Argument and Explanation: A Necessary Distinction? Science Education. v. 95. n. 4. p 627–638. 2011.

SCOTT, P. Teacher Talk and Meaning Making in Science Classrooms: A Vygotskian Analysis and Review. Studies in Science Education. v. 32. n. 1. p 45–80. 1998.

WEGERIF, R.; DAWES, L. Thinking and learning with ICT: raising achievement in primary classrooms. London: RoutledgeFalmer, 2004.

WELLINGTON, J.; OSBORNE, J. Language and literacy in science education. Buckingham: Open University Press, 2001.