

Compreensão de Modelos Didáticos por alunos do 5.º ano de escolaridade em Ciências Naturais

Mariana Gonçalves* e António Almeida**

Escola Salesiana do Estoril*, Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Lisboa*,** Centro de Investigação “Didática e Tecnologia na Formação de Formadores”, Universidade de Aveiro**

2013180@alunos.eselx.ipl.pt*; aalmeida@eselx.ipl.pt**

RESUMO

O presente estudo aborda a pertinência da utilização de modelos didáticos nas aulas de Ciências Naturais. Mais concretamente, o estudo teve como finalidade compreender o papel de alguns modelos didáticos na compreensão de conceitos científicos, uma vez que, por definição, o modelo estabelece uma relação analógica com a realidade. Assim, importa verificar se os alunos reconhecem as semelhanças e as diferenças entre alguns modelos didáticos e a realidade que estes procuram representar. O grupo de participantes no estudo era constituído por 28 crianças do 5.º ano de escolaridade do Ensino Básico, com idades compreendidas entre os nove e os onze anos de idade, respeitante a uma turma em onde se desenvolveu a Prática de Ensino Supervisionada II no contexto de 2.º ciclo. Os resultados da investigação revelaram que, na sua maioria, os alunos entenderam o valor analógico dos modelos apresentados, entendimento esse que foi crescendo ao longo da intervenção, com uma progressiva melhoria na perceção das analogias presentes em cada modelo, reconhecendo os alunos as semelhanças e as diferenças que existem entre os mesmos e a realidade que representam. O uso de modelos parece constituir assim uma ferramenta importante na aprendizagem de conceitos científicos.

Palavras-chave: Ensino das Ciências, Modelos Científicos, Modelos Didáticos

FUNDAMENTAÇÃO DO TEMA EM ESTUDO

As atividades práticas no ensino das Ciências Naturais

Ao longo dos últimos anos, tem sido reconhecida a importância de cada indivíduo possuir um conjunto de saberes e competências que lhe permita compreender alguns fenómenos importantes do meio que o rodeia e de tomar decisões de modo autónomo e responsável.

Estas competências passam pela capacidade de comunicação, argumentação e reflexão, referindo-se, ainda, a necessidade de cada sujeito ser capaz de demonstrar flexibilidade, autonomia, curiosidade e interesse pelo mundo em que vive.

A disciplina de Ciências Naturais apresenta-se como uma oportunidade para que o aluno desenvolva essas competências, sendo fundamental o seu desenvolvimento desde cedo (Veiga, 2000). Segundo o antigo normativo Currículo Nacional do Ensino Básico (2002), para adquirir as competências anteriormente expostas é necessário que os alunos analisem e interpretem evidências, aprendam a construir argumentos a partir dessas evidências, discutam acerca de questões que envolvam a aplicação da Ciência e, ainda, que realizem atividades práticas e experimentais utilizando instrumentos diversos.

Neste sentido, e considerando que as três grandes finalidades da educação em ciências são *aprender Ciência, aprender acerca da Ciência e fazer Ciência* (Hodson, 2009), importa referir a pertinência da implementação de atividades práticas. Segundo Santos (2002), as atividades práticas envolvem o trabalho desenvolvido pelos alunos, utilizando materiais e equipamentos para observar fenómenos. Deste modo, os alunos têm um papel ativo na sua aprendizagem, ideia que se encontra automaticamente associada ao trabalho prático. Também segundo Martins e colaboradores (2007), o termo atividades práticas aplica-se “a todas as situações em que o aluno está ativamente envolvido na realização de uma tarefa, que pode ou não ser de tipo laboratorial” (p. 36).

Este tipo de atividades pode ser realizado com diversas finalidades. Almeida (2009) refere que o objetivo mais imediato e que constitui a principal razão da sua implementação “é o de que as mesmas facilitam a compreensão de determinados conceitos científicos e até conduzem ao seu aprofundamento” (p. 95). Também Griffin (citado por Santos, 2002) considera três grandes objetivos do trabalho prático: “aprofundar a compreensão das ideias científicas, experimentar os processos científicos e adquirir competências de investigação científica” (p. 39). De facto, o trabalho prático em sala de aula deveria assumir grande importância. Por um lado, pela discussão e motivação que o mesmo desperta e, por outro, porque os conceitos trabalhados passam a ter mais significado para os alunos, tornando as suas aprendizagens mais estimulantes e significativas.

Modelos Científicos

De entre as diversas atividades práticas que se podem desenvolver com os alunos, o recurso a modelos é uma delas. Segundo Giordan e Vecchi (1996), um modelo é “uma estrutura que pode ser utilizada como referência, uma imagem analógica que permite materializar uma ideia ou um conceito, tornados, assim, diretamente assimiláveis” (p. 196). Já Oh & Oh (2011) defendem que um modelo é uma representação de um alvo, estabelecendo uma ligação entre uma teoria e um fenómeno. Deste modo, os modelos científicos constituem-se como uma ponte entre a teoria científica e a realidade, sendo “representações simplificadas da realidade observada produzidas com o propósito específico de aplicar as abstrações da teoria” (Gilbert, 2004, p. 116).

No que diz respeito às funções dos modelos científicos, Justi (2006) refere como principal a sua capacidade para serem representações do mundo, produzidas pelo pensamento humano. Acrescenta ainda que os modelos científicos se podem utilizar para “simplificar fenómenos complexos, ajudar na visualização de entidades abstratas, servir de apoio na interpretação de resultados experimentais, servir também de ajuda na elaboração de explicações e na proposta de previsões” (p. 175).

Astolfi, Peterfalvi e Vérin (2001) descrevem as situações em que é propícia a utilização de modelos: (i) quando “a situação é analisável, mas é demasiadamente complexa” (p. 114), ou seja, quando numa situação é possível verificar os parâmetros que nela intervêm, contudo, é demasiado complexa para obter dados com precisão; (ii) quando numa situação o que se pretende analisar não é diretamente visível. Neste caso, o modelo revela-se necessário como forma de possível uma melhor compreensão do que está em jogo.

Os modelos vêm assim representar parte do que realmente acontece, apresentando uma imagem simplificada e fazendo uma analogia entre a dinâmica que ocorre na Natureza e o próprio modelo, sendo essenciais “para a produção, disseminação e aceitação do conhecimento científico” (Gilbert, 2004, p. 116).

Modelos Didáticos e a sua utilização no ensino das Ciências Naturais

Os modelos científicos têm um papel fundamental não só na prática científica, mas também na educação científica. Tendo em consideração a importância dos modelos em ciências e as finalidades do ensino das ciências, definidas por Hodson (2009) e já anteriormente apresentadas, Justi (2006) elaborou um conjunto de argumentos que justificam o papel dos modelos no ensino das Ciências.

No que se refere ao *Aprender Ciência*, os alunos devem possuir conhecimentos acerca da natureza e das limitações dos principais modelos científicos. Quanto ao *Aprender sobre Ciências*, os alunos devem compreender adequadamente a natureza dos modelos e conseguir avaliar a função dos modelos no desenvolvimento e divulgação dos resultados da investigação científica. Por último, no que se refere ao *Aprender a fazer Ciência*, os alunos devem ser capazes de criar, demonstrar e comprovar os modelos criados por si e também pelos outros.

Os modelos científicos são, muitas vezes, complexos. Por esta razão, os modelos didáticos utilizados nas aulas de Ciências nem sempre são os utilizados pela comunidade científica. Os modelos didáticos constituem-se como simplificações da realidade e de fenómenos que, de outra forma, seriam mais difíceis de compreender pelos alunos. Segundo Justi (2006), os modelos didáticos “são representações criadas com o objetivo específico de ajudar os alunos a aprender algum aspeto curricular” (p. 176). Também Torres, Moutinho, Almeida e Vasconcelos (2013) referem que os modelos didáticos podem ser úteis para os professores nas suas aulas demonstrarem como as coisas funcionam e explicarem conhecimentos sofisticados” (p. 3542).

No entanto, se, por um lado, a utilização de modelos didáticos contribui para o progresso das aprendizagens dos alunos e apresenta vantagens na compreensão de conceitos e processos científicos, por outro, pode desenvolver concepções erradas. Para além disso, diversas atividades recorrem a modelos simplificados de outros modelos científicos, utilizando-se, por vezes, materiais pouco convencionais. Deste modo, os modelos não devem ser apresentados como uma substituição da realidade, mas sim como aproximações à realidade e instrumentos de explicação desenvolvidos com a intenção de melhorar a compreensão (Giordan & Vecchi, 1996). Neste sentido, importa referir o papel do professor neste contexto. Se o modelo está integrado nas estruturas mentais do professor, para os alunos pode ser a primeira vez que contactam e acedem a essa realidade (Astolfi et al. 2001). Por esta razão, o professor deverá ter em consideração as ideias iniciais dos alunos, explicitar o conceito de modelo e procurar as ferramentas mais adequadas e favoráveis ao grupo de alunos com que se encontra a trabalhar.

Metodologia

O tema da investigação surgiu no desenvolvimento da Prática de Ensino Supervisionada, num grupo de 28 crianças do 5.º ano de escolaridade de um Agrupamento de Escolas de Sintra. Ainda durante o período de observação, verificou-se que os alunos possuíam dificuldades em retirar conclusões e refletir acerca de processos científicos. Sendo esta uma fragilidade do grupo, procurou-se desenvolver uma dinâmica de intervenção que a colmatasse. Neste sentido, constatou-se que seria interessante o recurso a modelos didáticos para abordar alguns dos conteúdos programáticos, promovendo a reflexão acerca de conceitos e, simultaneamente, procurando compreender se os mesmos influenciavam a visão e o pensamento dos alunos sobre esses processos científicos.

O problema do estudo foi definido de acordo com um conjunto de questões que se enunciam de seguida: Pode a utilização de modelos didáticos promover a compreensão dos conceitos que pretendem representar? Conseguem os alunos reconhecer semelhanças e diferenças entre os modelos didáticos e a realidade?

Optou-se por uma investigação predominantemente qualitativa, nos processos de recolha e análise de dados. A investigação seguiu um conjunto de etapas. Numa primeira etapa procedeu-se a um enquadramento teórico do tema. Esta fundamentação revelou-se crucial, uma vez que permitiu compreender o conceito de modelo de um modo mais aprofundado no contexto do ensino das Ciências.

Uma segunda etapa consistiu na construção de um questionário (figura 1) que foi aplicado após a implementação de cada modelo didático. O mesmo tinha como objetivo perceber se os alunos compreendiam o que no modelo correspondia (questão 1) e não correspondia (questão 2) ao que efetivamente acontece na realidade. Nesta etapa, selecionaram-se ainda os modelos didáticos que seriam utilizados. Estes relacionaram-se sempre com os conteúdos que estavam a ser lecionados nas aulas de Ciências Naturais.

Em Ciências Naturais usamos modelos para explicar fenómenos que ocorrem na natureza.

O modelo que viste representa o Ciclo Hidrológico.

1. O que é que no modelo representa o que efetivamente se passa na realidade?

2. O que é que no modelo não representa o que se passa na realidade?

Figura 1. O questionário aplicado aos alunos após cada atividade prática que recorreu ao uso de um modelo didático

O primeiro modelo didático utilizado consistiu numa representação do Ciclo Hidrológico (figura 2), sendo expectável que os alunos identificassem os fenómenos da evaporação, da precipitação e da infiltração, como elementos que correspondiam efetivamente ao que acontece na realidade. No que diz respeito ao que não correspondia efetivamente ao que acontece na realidade, era esperado que os alunos indicassem o candeeiro, o gelo e as plantas, como representantes da luz do sol, do arrefecimento da atmosfera e do solo, respetivamente.



Figura 2. O primeiro modelo utilizado, representativo do ciclo da água.

O segundo modelo didático correspondeu a uma representação do efeito de estufa (figura 3). Na primeira questão era esperado que os alunos referissem o aquecimento como o elemento do modelo que efetivamente correspondia ao que acontece na realidade. Na segunda questão, era esperado que mencionassem o copo, o candeeiro, a caixa e a película aderente como representantes do planeta Terra, da luz do sol, do espaço e da atmosfera, respetivamente.



Figura 3. O segundo modelo utilizado, representativo do efeito de estufa.

O terceiro modelo didático aplicado (figura 4) consistiu numa representação da camuflagem dos animais. Neste modelo não havia nenhum elemento que correspondesse ao que se passa efetivamente na realidade. No que se refere ao que não corresponde efetivamente ao que acontece na realidade, era expectável que os alunos indicassem os papéis vermelhos como elemento que representava os animais que não se conseguem camuflar, os papéis castanhos como elemento que representava os animais que se conseguem camuflar e a areia como representante de todos os meios onde os animais se podem camuflar.



Figura 4. O terceiro modelo utilizado, representativo da camuflagem.

O último modelo aplicado (figura 5) pretendia representar a camada de gordura subcutânea de certos animais e o isolante térmico que esta constitui. Na primeira questão, era esperado que os alunos indicassem a manutenção da temperatura no copo com gordura. Na segunda questão, era expectável que referissem o óleo como representante da gordura subcutânea dos animais.



Figura 5. O quarto modelo utilizado, representativo da gordura subcutânea dos animais.

Na terceira etapa, recorreu-se a um modelo didático do sistema respiratório para explicar aos alunos a definição de modelo e as suas funções. Posteriormente, aplicaram-se os modelos e respetivos questionários, para assim compreender a perceção que os alunos tinham do mesmo e perceber-se se conseguiam reconhecer as diferenças entre o modelo e a realidade.

Na quarta etapa, procedeu-se à análise das respostas e ao tratamento dos dados recolhidos, realizando-se uma análise de conteúdo das respostas e categorização das mesmas. Os dados foram organizados em tabelas de frequências e foi utilizado um sistema de codificação para identificação de respostas. A categorização efetuada teve em conta a especificidade de cada modelo. Para a primeira questão, definiu-se, em todos os modelos utilizados, a categoria “identifica a ideia na totalidade”. As restantes categorias foram definidas de acordo com as características do modelo, tendo em consideração o número de aspetos e as dinâmicas a identificar em cada um deles. Nesta questão, criou-se. Ainda, uma categoria para as respostas de difícil categorização. Na segunda questão, as categorias foram definidas tendo em conta o número de elementos identificados pelos alunos e a apresentação, ou não, da explicação do que estava a ser representado por esse elemento. O número de elementos a identificar era diferente em cada um dos modelos, uma vez que, como já referido, foram tidas em conta as especificidades de cada um. Nesta questão, definiu-se, também, uma categoria na qual se incluem as respostas de difícil categorização. Por fim, apresenta-se uma análise e interpretação dos resultados da investigação. Esta análise apresenta as frequências obtidas para cada modelo, recorrendo-se à transcrição de algumas respostas que se consideraram particularmente elucidativas de um determinada ideia. As ideias transcritas foram identificadas tendo por base um sistema de codificação: os questionários para cada modelo (M1, M2, M3, M4) foram numerados aleatoriamente, representando o número seguinte o atribuído a um determinado aluno (Por exemplo: M2A15).

Apresentação e análise dos resultados

Na tabela I apresentam-se as frequências de resposta para os diferentes modelos, no que diz respeito à primeira questão “O que é que no modelo representa o que efetivamente se passa na realidade?”

Tabela I, Frequências de resposta: questão I

Questão I	Frequência
Modelo 1 (M1)	
Identifica a ideia na totalidade, identificando três processos do Ciclo Hidrológico	14
Identifica dois processos do Ciclo Hidrológico	4
Identifica um processo do Ciclo Hidrológico	3
Respostas de difícil categorização	7
Modelo 2 (M2)	
Identifica a ideia na totalidade	4
Identifica aspetos parcelares	4

Salienta alguns aspetos da dinâmica do efeito de estufa	3
Respostas de difícil categorização	14
Associa o modelo ao ciclo da água	3
Modelo 3 (M3)	
No modelo não há nenhum elemento que corresponda ao que efetivamente se passa na realidade	0
Modelo 4 (M4)	
Refere a ideia na totalidade	21
Respostas de difícil categorização	7

Através da análise da tabela 1, é possível verificar que em relação ao primeiro modelo - Ciclo Hidrológico – mais de metade da turma (14 alunos) identificou a ideia na totalidade, ou seja, 14 alunos compreenderam quais os aspetos do modelo que correspondiam ao que efetivamente acontece na realidade. Apresenta-se, como exemplo, a resposta M1A2 - “O que representa o que efetivamente se passa na realidade é a evaporação, a precipitação e a infiltração”. No modelo seguinte – Efeito de Estufa – o mesmo não se verificou, havendo apenas 4 alunos que foram capazes de o fazer. Nesta questão, o número de respostas de difícil categorização foi elevado (14 alunos). Apresenta-se a resposta M2A27, como exemplo, – “O sol passa da atmosfera para a Terra e depois não sai”. Na aplicação do modelo 3 – Camuflagem dos Animais - nenhum aluno deu a resposta expectável. No entanto, vários alunos colocam a areia como resposta a esta questão, o que permite perceber que têm conhecimento de que a areia é um substrato em que vivem alguns animais para se camuflarem. De facto, uma vez que há meios naturais em que o substrato utilizado para camuflagem é a areia, compreende-se a dificuldade dos alunos em generalizar. No modelo 4 – Gordura subcutânea dos animais – quase todos os alunos (21) identificam a ideia na totalidade. Como exemplo, apresenta-se a resposta M4A23 – “O que no modelo representa o que efetivamente se passa na realidade é a manutenção da temperatura no coço que tem o óleo. Como a gordura dos animais que ajuda a manter a temperatura do corpo dos animais.”

Na tabela 2 apresentam-se as frequências de resposta, nos diferentes modelos, no que diz respeito à segunda questão “O que é que no modelo não representa o que se passa na realidade?”

Tabela 2. Frequências de resposta: questão 2

	Questão 2	Frequência
Modelo 1 (M1)		
Menciona três elementos		3
Explicando		3
Não explicando		0
Menciona dois elementos		9
Explicando		6
Não explicando		3
Menciona um elemento		8
Explicando		6

Não explicando	2
Respostas de difícil categorização	8
Modelo 2 (M2)	
Menciona quatro elementos	8
Explicando	1
Não explicando	7
Menciona três elementos	4
Explicando	4
Não explicando	0
Menciona dois elementos	6
Explicando	5
Não explicando	1
Menciona um elemento	4
Explicando	4
Não explicando	0
Modelo 3 (M3)	
Menciona três elementos	0
Explicando	0
Não explicando	0
Menciona dois elementos	10
Explicando	10
Não explicando	0
Menciona apenas que os papéis correspondem aos animais	17
Respostas de difícil categorização	1
Modelo 4 (M4)	
Menciona um elemento	24
Explicando	23
Não explicando	1
Respostas de difícil categorização	3

Através da análise da tabela 2, é possível perceber que no primeiro modelo – Ciclo Hidrológico – apenas três alunos mencionam os três elementos expectáveis, referindo o que os mesmos representam. Como exemplo, apresenta-se a resposta M1A21 – “O *candeiro* representa o sol, o gelo representa as nuvens e as plantas representam o solo”. Apesar de, na realidade, o gelo corresponder ao arrefecimento da atmosfera em altitude, considerou-se como resposta correta os casos em que os alunos consideraram que o mesmo correspondia às nuvens, uma vez que reconhecem que é um elemento estranho ao ciclo representado. Diversos alunos, 9, mencionaram dois elementos, sendo 8 os que referenciaram um elemento. Ainda assim, independentemente do número de elementos identificados, quase todos afirmaram com sucesso o que os mesmos representam.

No modelo seguinte – Efeito de Estufa – verificou-se que há mais alunos a identificar todos os elementos do modelo que não correspondiam ao que acontece na realidade (8). No entanto,

neste caso, apenas um aluno explica o que cada elemento representa – “*O copo é o planeta Terra, o candeeiro é a luz do sol, a caixa é o espaço e a película é a atmosfera*” (M2A12).

No modelo três – Camuflagem dos Animais – nenhum aluno identifica a totalidade dos elementos. No entanto, como já explicado anteriormente, diversos alunos colocaram a areia como resposta na questão 1, uma vez que a consideraram como um meio utilizado por certos animais para se camuflarem, não generalizando a outros substratos. Todos os alunos que mencionam os outros dois elementos do modelo (10) indicam que os papéis representam os animais, associando a cor à sua capacidade para se camuflar. Como exemplo, apresenta-se a resposta M3A10 – “*Os papéis vermelhos são os animais que não se camuflam e os papéis castanhos são os animais que se camuflam*”.

No modelo quatro, quase todos os alunos, (24), mencionam o elemento expectável, havendo apenas um destes alunos que não explica o que o mesmo representa. Importa referir que, inicialmente, apenas se tinha considerado o óleo como representando a gordura dos animais. Porém, alguns alunos avançaram com a ideia de que o copo correspondia ao animal (15) e de que o algodão representava a pele do animal (11) – “*Óleo – gordura do animal, algodão – pele, copo – animal*” (M4A22).

CONCLUSÕES

A análise dos resultados obtidos permitiu verificar que existiu uma evolução na perceção que os alunos têm dos modelos ou, pelo menos, passaram a melhor explicitar por escrito o seu reconhecimento acerca das semelhanças e diferenças entre a realidade e o que está representado no modelo didático. De facto, inicialmente, os alunos identificavam os elementos representados e compreendiam que não correspondiam à realidade. Contudo, não explicavam o que os mesmos representavam, ou seja, não explicitavam a analogia associada. Com a aplicação dos diversos modelos, os alunos foram compreendendo cada vez melhor que um modelo didático possui aspetos que correspondem efetivamente ao que passa na realidade e outros que apenas simulam essa mesma realidade, mas não correspondem ao que acontece.

Deste modo, apesar de os modelos não possuírem o mesmo grau de dificuldade, é possível verificar que a sua utilização continuada nesta turma se constituiu como um processo relevante de aprendizagem. De facto, estes alunos estavam pouco habituados a vivenciar atividades como as apresentadas, e por isso, são normais as dúvidas e hesitações relatadas, que foram diminuindo com a maior familiarização com as tarefas solicitadas. Isto mesmo é relatado por Vieira & Vieira (2000) para situações similares que envolvem o contacto dos alunos com situações de aprendizagem novas.

Neste sentido, tendo em consideração os resultados apresentados, acredita-se que com a aplicação dos diferentes modelos didáticos, os alunos foram tendo uma melhor perceção das analogias presentes em cada um deles. Para além disso, uma vez que grande parte dos alunos conseguiu reconhecer as semelhanças e as diferenças entre o modelo didático e aquilo que

este representa, acredita-se que a sua utilização contribuiu para promover a reflexão e auxiliou a compreensão dos conceitos científicos representados.

Limitações do estudo

Como limitações do presente estudo importa referir o facto de se ter a percepção de que, por vezes, nem sempre o registo efetuado pelos alunos correspondeu à sua percepção efetiva do que estava a acontecer. Durante a explicação das atividades, e no decorrer das mesmas, foi perceptível, através do diálogo que se estabelecia, que os alunos compreendiam a analogia presente nos modelos, identificando os diversos elementos e explicando o que estes representavam. No entanto, as respostas ao questionário foram mais frequentemente incompletas, principalmente na fase inicial. Assim, o efeito de rotina, decorrente de o mesmo tipo de solicitação ter acontecido no tempo contribuiu para ultrapassar a dificuldade inicial.

Talvez se a recolha de dados tivesse sido feita através de uma entrevista a cada um dos alunos, os resultados fossem diferentes e até mais expressivos, embora a sua viabilidade fosse difícil de concretizar.

Apesar de se ter consciência das limitações do estudo, importa salientar o facto de este ser um trabalho pioneiro, não se tendo conhecimento de nenhum outro implementado com o mesmo propósito. Neste sentido, é assim que o mesmo deve ser interpretado. Não se pretende generalizar as conclusões obtidas na investigação, nem assumir que o mesmo não apresenta lacunas ou formas de implementação menos conseguidas. No entanto, afigura-se um contributo relevante para a utilização de modelos didáticos na sala de aula, despertando para as potencialidades e perigos do seu uso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, A. (2009). As Geociências nos primeiros dois ciclos de escolaridade: enquadramento e propostas de trabalho. In A. Almeida & O. Strecht-Ribeiro (Org.). *XXIX Curso de Atualização de Professores em Geociências* (pp. 95-101). Lisboa: Escola Superior de Educação de Lisboa
- Astolfi, J., Peterfalvi, B., Vérin, A. (2001). *Como as Crianças Aprendem Ciências*. Porto Alegre: Horizontes Pedagógicos, Instituto Piaget.
- ME (2002). *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento de Educação Básica.
- Gilbert, J. (2004). Models and Modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 115-130.
- Giordan, A., Vecchi, G. (1996). *As Origens do Saber. Das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Hodson, D. (2009). *Teaching and Learning about Science*. Rotterdam: Sense Publishers.

- Justi, R., (2006). La Enseñanza de Ciencias Basada en la Elaboración de Modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24, 173-184.
- Martins, I., Veiga, M. L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R., Rodrigues, A e Couceiro, F. (2007). *Educação em Ciências e Ensino Experimental. Formação de Professores*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Oh, P., Oh, J. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33, 1109-1130.
- Santos, M. C. (2002). *Trabalho Experimental no Ensino das Ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Torres, J., Moutinho, S., Almeida, A., Vasconcelos, C. (2013). Portuguese Science Teacher's Views About nature of Science and Scientific Models. Comunicação apresentada no IX Congresso Internacional sobre Investigação em Didática das Ciências, Girona.
- Veiga, M. (2000). O Trabalho Prático nos Programas Portugueses de Ciências para a Escolaridade Básica. In M. Sequeira, (1ªEd.), *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências* (pp. 545-554). Braga: Universidade do Minho.
- Vieira, C., Vieira, R. (2000). *Promover o Pensamento Crítico dos Alunos*. Porto: Porto Editora.