

## **NATUREZA DA CIÊNCIA E MODELOS CIENTÍFICOS: UM ESTUDO COM FUTUROS PROFESSORES DO ENSINO BÁSICO**

**Joana Torres**

Universidade do Porto - Faculdade de Ciências/Unidade de Ensino das Ciências; Instituto de Ciências da Terra (ICT) - Pólo da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto  
joana.torres@fc.up.pt

**Clara Vasconcelos**

Universidade do Porto - Faculdade de Ciências/Unidade de Ensino das Ciências; Instituto de Ciências da Terra (ICT) - Pólo da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto  
cvascon@fc.up.pt

### **Resumo**

A construção de um conhecimento sólido acerca da natureza da ciência revela-se crucial na Educação em Ciências, uma vez que contribui para o desenvolvimento da literacia científica, do conhecimento científico e de diversas competências, como o espírito crítico. Da mesma forma, também os modelos científicos são considerados essenciais na Educação em Ciências, mostrando-se como uma ferramenta poderosa para envolver os estudantes a refletir sobre ciência. Os modelos científicos são, assim, essenciais para a aprendizagem *da* ciência, *de como fazer* ciência e *sobre* ciência. Contudo, apesar de toda a importância atribuída à natureza da ciência e aos modelos científicos, verifica-se que os alunos do ensino básico não possuem visões adequadas relativamente a estes aspetos.

Pelo exposto e, tendo em conta que a visão dos professores exerce uma grande influência na aprendizagem e experiência educativa dos alunos, julgamos fundamental avaliar o conhecimento de futuros professores sobre a temática em análise.

Neste estudo e no âmbito de formações realizadas em duas instituições de ensino superior públicas, dirigidas a futuros professores do ensino básico (até ao 2º ciclo), foi realizada uma análise descritiva após a aplicação de um questionário. A amostra, constituída por 78 estudantes com uma média de idades de 23,08, era formada maioritariamente por elementos do sexo feminino (96,1%).

Os resultados revelam que os estudantes possuem algumas concepções ingénuas e mesmo erróneas relativamente à natureza da ciência. Apesar de a maioria dos estudantes reconhecer que os modelos científicos resultam de inferências, foram



encontradas algumas inconsistências relativamente à sua definição, assim como à sua relação com teorias e fenómenos. Não obstante a maioria dos inquiridos valorizar o uso de modelos em sala de aula, é dada maior relevância ao seu contributo para a aprendizagem *da* ciência do que para a aprendizagem *sobre* ciência e *de como fazer* ciência.

**Palavras-chave:** Natureza da Ciência; Modelos Científicos; Futuros professores de Ciências; Ensino Básico; Ensino das Ciências.

### **Abstract**

A solid knowledge about nature of science is considered to be crucial in Science Education, as it contributes to scientific literacy and scientific knowledge construction. Moreover, it contributes to the development of a diversity of competencies, like critical thinking. In the same way, scientific models are also considered fundamental in Science Education, being a powerful tool to engage students in reflecting about science. Indeed, scientific models are essential to the learning *of* science, the learning *to do* science and the learning *about* science. However, despite all the relevance attributed to nature of science and scientific models, middle school students do not possess adequate views regarding these aspects.

As a result and having in mind that teachers' views have a great influence on students' learning experience, we consider essential to evaluate prospective teachers' knowledge regarding the issues under analysis.

In this study, in the context of a lecture given in two public institutions of higher education, we administered a questionnaire to prospective teachers of primary and the first year of middle school (students' age between 6 and 11). Afterwards, a descriptive statistical analysis was undertaken. The sample comprised 78 students, mostly females (96,1%), with an average age of 23,08.

Results reveal that prospective teachers possess some naïve and even wrong conceptions regarding nature of science aspects. In spite of the fact that the majority recognised that scientific models result from inferences, there were some inconsistencies detected concerning models' definition and their relation with theories and phenomena. Although the majority of students appreciate the use of models in classes, its contribution to the learning *of* science is overvalued comparing to its value regarding the learning *about* science and *to do* science.

**Keywords:** Nature of Science; Scientific Models; Prospective Science Teachers; Primary school teaching; Middle school teaching; Science Education.

## Introdução

A compreensão da Natureza da Ciência (NdC) é considerada atualmente fundamental no ensino das ciências, sendo várias as razões que justificam a sua inclusão no currículo de ciências (Lederman et al., 2002; McComas et al., 1998). Entre estas, podemos destacar que visões adequadas da NdC auxiliam na aprendizagem do conteúdo científico e na compreensão da ciência e promovem um maior interesse pela ciência e a tomada de decisões informadas (McComas et al., 1998).

Apesar de todas as controvérsias existentes relativamente à NdC, Lederman e colaboradores (2002), consideram que há aspetos acessíveis, relevantes e não controversos acerca da NdC que devem ser ensinados nas aulas de ciências. No entanto, cada um desses aspetos deve ser trabalhado tendo em conta a formação e nível de escolaridade dos alunos.

Apesar de se considerar que os professores de ciências devem promover uma imagem adequada de ciência aos seus alunos, são vários os estudos que revelam que os alunos, desde o infantário ao final do secundário, e os seus professores não possuem visões adequadas da NdC (Lederman et al, 2002; Murcia & Schibeci, 1999). Adicionalmente, como os professores do 1.º e 2.º ciclos do ensino básico, possuem menos formação na área das ciências, alguns investigadores focaram a sua atenção nas visões destes professores acerca da NdC. Foram também vários os estudos que demonstraram que as visões destes professores não se coadunam com as visões contemporâneas de ciência (Murcia & Schibeci, 1999).

Lederman e colaboradores (2002) consideram, assim, que tanto os professores como os alunos devem compreender que a ciência é provisória; empírica; subjetiva; produto da inferência, imaginação e criatividade humana; e imbuída de fatores sociais e culturais. Além disso, referem ainda que é fundamental compreender a distinção entre observação e inferência, e entre teorias e leis; e compreender que não existe um único método científico. Num estudo realizado por Liu e Lederman (2007), verificou-se que os futuros professores de ciências revelavam algumas conceções erróneas relativamente à NdC, especialmente as relacionadas com a distinção entre teorias e leis.



Para a compreensão da NdC, os modelos científicos têm um papel relevante, uma vez que, tal como a ciência, os modelos científicos, entre outros aspetos, são provisórios e dependem da imaginação e criatividade dos cientistas. De facto, Chamizo (2013) refere que a modelação requiere 3 condições fundamentais: o conhecimento sobre o sistema a modelar; a escolha de itens adequados ao objetivo; e a imaginação e a criatividade para construir o modelo.

São várias as definições e a tipologia de modelos científicos existentes. No entanto, um modelo científico é, de uma forma geral, considerado como uma representação parcial e mutável de um alvo, de acordo com objetivos específicos (Giere, 2010; Justi & Gilbert, 2003). Na realidade, os modelos científicos são representações parciais e não únicas de objetos, fenómenos, processos, eventos ou ideias; são provisórios; permitem uma melhor visualização (de forma a suportar a criatividade e a favorecer a compreensão), possibilitando a descrição, a explicação e a realização de previsões; e são aceites por uma comunidade científica (Justi & Gilbert, 2003; Oh & Oh, 2011).

Giere (2004) considera que os modelos são as ferramentas representacionais primárias da ciência, sendo uma das funções principais dos cientistas avaliar que modelos se ajustam às evidências disponíveis e, conseqüentemente, qual a explicação mais plausível para um determinado fenómeno do mundo (Chamizo, 2013).

Os modelos científicos são, assim, considerados ferramentas fundamentais na atividade científica, assim como na educação em ciências (Torres et al., 2013). De facto, considera-se que o recurso a modelos e a atividades de modelação em aulas de ciências tem efeitos positivos, quer na construção de conhecimento científico, quer no desenvolvimento de competências essenciais para a resolução de problemas e para uma aprendizagem ao longo da vida (Halloun, 2007). Como referem Justi e Gilbert (2002), os modelos e a modelação podem contribuir: (i) para a aprendizagem *da* ciência, ao contribuírem para a compreensão dos principais modelos científicos; (ii) para a aprendizagem *sobre* ciência, ao contribuírem para a compreensão do papel dos modelos na construção do conhecimento científico; (iii) para a aprendizagem *sobre como fazer* ciência, ao possibilitarem que os alunos construam e testem os seus próprios modelos.

No entanto, e apesar das diversas evidências reveladoras das potencialidades do uso de modelos e das atividades de modelação em aulas de ciências, vários estudos revelam que os professores possuem um conhecimento limitado acerca do

papel dos modelos na ciência e no ensino, não recorrendo muito a atividades de modelação (Khan, 2011). Neste sentido, são vários os estudos que revelam que os alunos também não possuem concepções acuradas acerca dos modelos e das atividades de modelação (Pluta et al., 2011).

Pelo exposto, e considerando que a visão dos professores influencia a experiência educativa dos alunos, pretendemos averiguar quais as concepções de futuros professores acerca da NdC, dos modelos científicos e do uso de modelos em sala de aula.

### Metodologia

No sentido de analisar as concepções de futuros professores do ensino básico acerca dos modelos e da natureza da ciência no ensino das ciências foram aplicados e analisados questionários.

Os questionários foram construídos após uma análise aprofundada de literatura relevante da especialidade, sendo posteriormente validados por dois especialistas em ciências da educação. Para além das questões iniciais caracterizadoras da amostra, os questionários possuíam 10 questões principais. As primeiras 7 questões eram fechadas e referentes aos diferentes aspetos da natureza da ciência e dos modelos científicos referidos na tabela 1.

Tabela 1 – Aspetos analisados da natureza da ciência e dos modelos científicos.

	Aspetos analisados	Autores de referência
Natureza da Ciência	Provisoriedade do conhecimento científico	Liu & Lederman (2007).
	Criatividade e imaginação na Ciência	Liu & Lederman (2007).
	Teorias e leis científicas	McComas (1998); Liu & Lederman (2007).
Modelos Científicos	Teorias, fenómenos e modelos	Oh & Oh (2011).
	Natureza dos modelos científicos	Abd-El-Khalick et al. (1998); Oh & Oh (2011).
	Definição dos modelos científicos	Danusso et al. (2010).
	Os modelos científicos nas aulas de ciências	Justi & Gilbert (2002).



Em cada uma destas questões, os respondentes teriam de escolher uma opção das sete disponibilizadas. As opções incluíam 1 resposta correta (coincidente com visões contemporâneas dos assuntos em análise), 1 errada (não coincidente com essas visões) e 2 ingénuas (opções intermédias, que refletem visões distorcidas e referidas na literatura da especialidade). As restantes 3 respostas possíveis (“Tenho dificuldades em compreender as afirmações anteriores”; “Não tenho conhecimentos para fazer uma escolha”; e “Nenhuma das opções coincide com o meu ponto de vista”, contribuem para uma melhor análise dos resultados, no caso de os respondentes não selecionarem nenhuma das 4 opções acima referidas.

As últimas 3 questões do questionário eram semi-abertas e referiam-se à forma como os respondentes pensavam usar modelos em sala de aula. Nestas questões, para além de se solicitar a escolha de uma opção, era também pedida a justificação da mesma, de forma a obter dados mais robustos. Para analisar as respostas, uma análise estatística descritiva foi realizada, recorrendo-se ao programa SPSS 20. As justificações dadas foram alvo de uma análise de conteúdo, com posterior análise de frequência.

### *Amostra*

A amostra era constituída por 78 estudantes de duas instituições portuguesas de ensino superior público. Os estudantes, com idades compreendidas entre os 19 e os 49 anos (média de idades de 23,08), encontravam-se a frequentar a formação curricular como futuros professores do 1º e 2º ciclos do ensino básico. A amostra era formada maioritariamente por elementos do sexo feminino (96,1%), existindo apenas 3 membros do sexo masculino (3,9%).

## **Resultados e Discussão**

### *Natureza da Ciência*

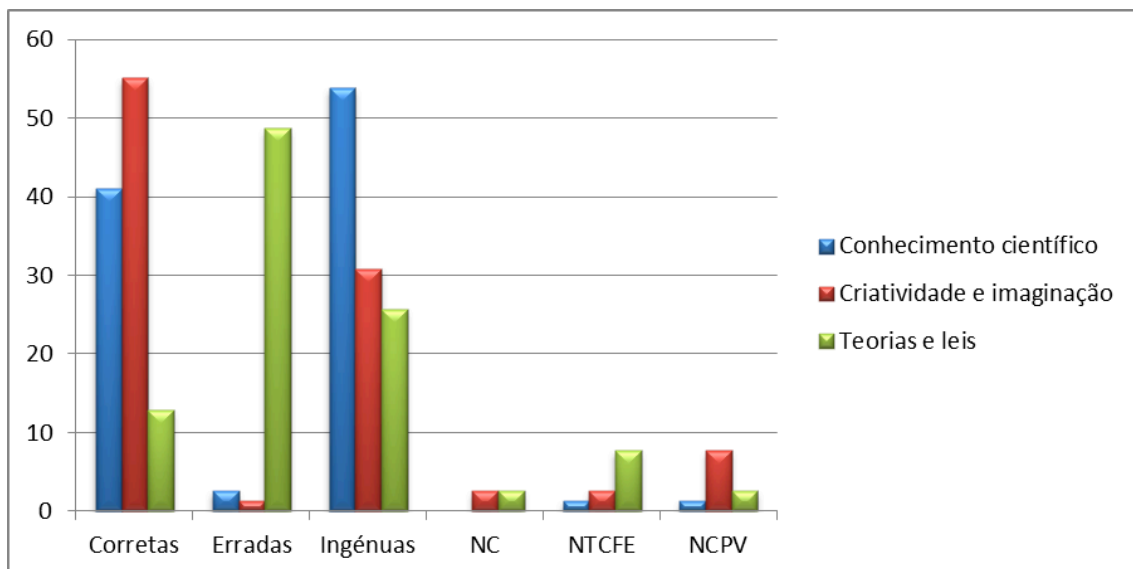
Relativamente aos aspetos da natureza da ciência, verifica-se que os respondentes apresentam visões maioritariamente corretas relativamente à importância da criatividade e da imaginação e apresentam mais dificuldades na distinção entre teorias e leis (Gráfico 1).

No que concerne à provisoriedade do conhecimento científico, apesar dos respondentes considerarem na generalidade que o conhecimento científico é

provisório, a maioria destes apresenta concepções ingénuas relativamente a este aspeto. Na realidade, 46,2% dos inquiridos considera que “o conhecimento científico apenas muda de acordo com nova informação e com o avanço da tecnologia” e 7,7% considera que “o conhecimento científico é provisório devido a evidências insuficientes para provar a sua validade”, não relevando a reinterpretação de dados já existentes ou o aparecimento de dados anómalos.

Relativamente à criatividade e imaginação, 55,1% dos respondentes considera que “estão presentes na construção do conhecimento científico”, enquanto que 30,8% considera que a criatividade e imaginação apenas fazem sentido em algumas fases da investigação.

Gráfico 1 – Respostas relativas à Natureza da Ciência.



Legenda: NC – Não compreendo; NTCFE – Não tenho conhecimentos para fazer uma escolha; NCPV – Nenhuma das afirmações coincide com o meu ponto de vista.

Quanto à relação entre teorias e leis, apenas 12,8% dos inquiridos refere que “teorias e leis são diferentes tipos de conhecimento, sendo que uma não se pode tornar na outra”. Grande parte apresenta visões erradas (48,7%), referindo que “as leis são explicações de fenómenos e as teorias consistem em descrições de padrões relativos a fenómenos observáveis”, ou mesmo ingénuas (25,7%). De facto, 15,4% considera que “teorias evoluem para leis com a acumulação de evidências” e 10,3% que “as leis traduzem um conhecimento provado, logo são mais corretas do que as



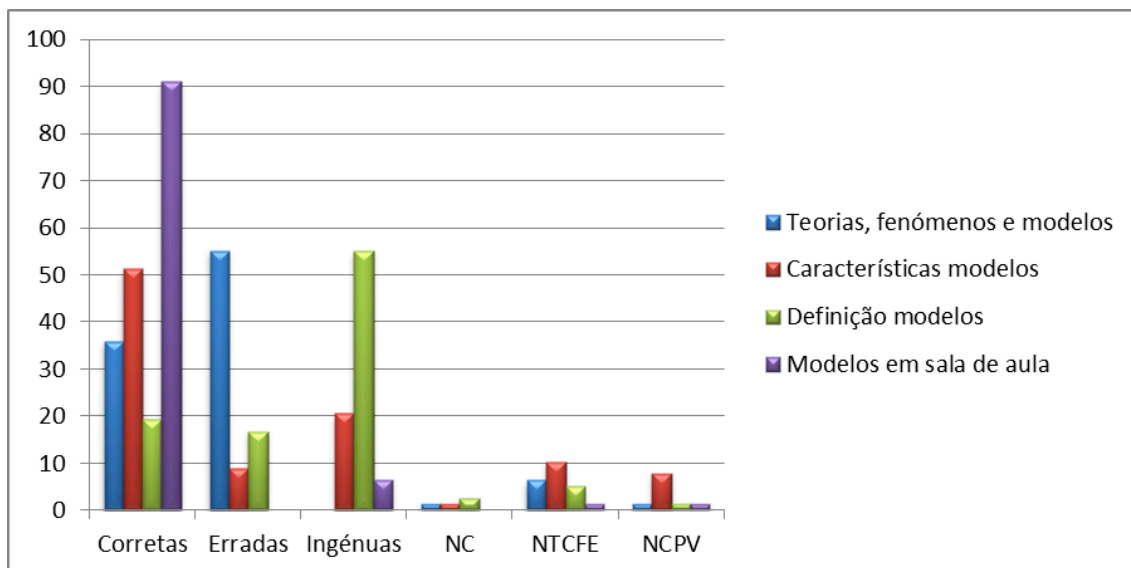
teorias”. Este resultado é semelhante ao obtido no estudo realizado por Liu e Lederman (2007), segundo o qual os futuros professores apresentam muitas concepções ingénuas relativamente a este aspeto da NdC.

### *Modelos Científicos*

No que diz respeito aos modelos científicos, verifica-se um maior número de respostas erradas relativamente à relação entre teorias, fenómenos e modelos, sendo apresentadas algumas inconsistências relativamente à definição de modelos (Gráfico 2). Quanto à importância do uso de modelos em sala de aula, 91% dos estudantes optam pela resposta correta.

No que respeita à relação entre teorias, fenómenos e modelos, 55,1% dos inquiridos considera que “um modelo é uma teoria fundamental para compreender um fenómeno e para a formulação de futuras teorias”, não distinguindo teorias de modelos. Apenas 35,9% dos respondentes responde de forma acertada, indicando que “um modelo é uma representação de fenómenos ou processos e estabelece uma ponte que liga a teoria ao fenómeno”.

Gráfico 2 - Respostas relativas aos Modelos Científicos.



Legenda: NC – Não compreendo; NTCFE – Não tenho conhecimentos para fazer uma escolha; NCPV – Nenhuma das afirmações coincide com o meu ponto de vista.



Relativamente à natureza e características dos modelos, 51,3% dos inquiridos admite que os modelos resultam de inferências. No entanto, 9% dos inquiridos compara um modelo a uma cópia da realidade e 20,5% apresenta concepções ingênuas, relacionadas com a imutabilidade dos modelos.

Quanto à definição de modelos, apenas 19,2% dos estudantes refere que “um modelo é uma representação abstrata que reproduz o comportamento de um fenómeno, de acordo com parâmetros apropriados”.

A grande maioria dos estudantes (91,0%) considera que o recurso a modelos científicos em sala de aula “contribui para uma melhor aprendizagem da ciência, sobre ciência e de como fazer ciência”.

#### *Modelos Científicos em sala de aula*

No que concerne ao uso de modelos e simulações em sala de aula, verifica-se que a maioria dos respondentes pensa usá-los algumas vezes. Além disso, a maioria refere ainda que para além de apresentar os modelos que possui, pensa propor aos alunos a sua construção (Tabela 2).

Tabela 2 – Uso dos modelos e simulações em sala de aula.

Questões	Opções de resposta	%
Com que frequência pensa utilizar modelos nas aulas de ciências?	Nunca	12,8
	Algumas vezes	87,2
Com que frequência pensa utilizar simulações nas aulas de ciências?	Nunca	6,6
	Algumas vezes	93,4
De que forma pensa utilizar os modelos, maioritariamente?	Apresentar os modelos que possuir	8,6
	Propor que os alunos construam modelos	20,0
	As duas opções.	71,4

No que respeita ao uso de modelos nas aulas de ciências, a justificação apresentada por um maior número de inquiridos que pensa usar modelos (39,7%), prende-se com o facto de estes facilitarem a compreensão e a aprendizagem. Por outro lado, apenas 7,3% dos inquiridos que pensam usar modelos referem a



compreensão da ciência como um resultado positivo que advém do seu uso em sala de aula. Os respondentes que pensam nunca usar modelos referem que estes não se enquadram no programa (60%), nem com a faixa etária dos alunos (10%).

Quanto ao uso de simulações, verifica-se também que a justificação apresentada por um maior número de inquiridos (36,6%) se prende com o facto de facilitarem a compreensão e aprendizagem. O facto de as simulações contribuírem para uma visão mais concreta da realidade (7,0%) e para a motivação dos alunos (5,6%) foram outras justificações apresentadas.

No que concerne à forma de utilizar os modelos, 20% dos inquiridos refere que pensa propor aos seus alunos a construção de modelos. As principais razões apontadas por estes respondentes são: “promovem uma melhor compreensão da realidade” (referido por 35,7%) e “a autonomia” (referido por 28,6%). 71,4% dos inquiridos refere que pensa propor aos seus alunos a construção de modelos, mas também pensa apresentar-lhes os seus modelos. As principais razões apontadas são: “promovem uma melhor compreensão da realidade” (22%); “a participação ativa do aluno” (8%) e “a melhor compreensão de um modelo” (8%).

Apesar de a maioria dos respondentes ter referido, na última questão fechada, que o recurso a modelos científicos em sala de aula contribui para uma melhor aprendizagem *da* ciência, *sobre* ciência e de *como fazer* ciência, verifica-se que grande parte das justificações relativas ao uso de modelos e simulações se prende apenas com a compreensão da ciência. São poucos os respondentes que referem a compreensão da ciência, dos modelos e de como se faz ciência e o desenvolvimento de competências como justificação para usar modelos e simulações em sala de aula.

## **Conclusões**

Com este estudo, verificámos que os futuros professores do 1.º e 2.º ciclos do ensino básico possuem algumas concepções ingénuas relativamente à NdC. De facto, estes futuros professores, para além de apresentarem bastantes concepções ingénuas e mesmo erradas relativamente à relação entre teorias e leis, apresentam também bastantes concepções ingénuas relativamente à provisoriedade do conhecimento científico. Apesar de a maioria dos respondentes apresentar concepções corretas relativamente à criatividade e imaginação na ciência, são também apresentadas algumas concepções ingénuas relativamente a este aspeto.

Relativamente aos modelos científicos, apesar de a maioria dos respondentes considerar que estes resultam de inferências, são apresentadas algumas inconsistências relacionadas com a definição dos modelos e com a relação destes com teorias e fenómenos.

De uma forma geral, verifica-se também que estes respondentes atribuem um maior significado ao uso de modelos na compreensão da ciência, não dando grande relevância ao seu valor na compreensão de como fazer ciência e sobre a ciência.

De acordo com estes resultados, consideramos que seria pertinente incorporar aspetos da NdC e aspetos sobre modelos e modelação na formação de futuros professores do 1.º e 2.º ciclos do ensino básico, para que estes desenvolvam conceções adequadas e as transponham para as aulas de ciências. Conscientes que o conhecimento sobre estes aspetos não é, por si só, suficiente para uma transposição didática efetiva, consideramos que é essencial. Para além de ser importante trabalhar sobre estes aspetos na formação de professores, é também pertinente salientar como aqueles devem ser abordados em sala de aula, de modo a que os alunos desenvolvam conceções adequadas sobre a natureza da ciência e dos modelos, ao mesmo tempo que desenvolvem conhecimento científico e competências investigativas fundamentais.

### Referências Bibliográficas

- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science education*, 82, 417-436.
- Chamizo, J. A. (2013). A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching. *Science & Education*, 22, 1613–1632.
- Danusso, L., Testa, I., & Vicentini, M. (2010). Improving prospective teachers' knowledge about scientific models and modelling: Design and evaluation of a teacher education intervention. *International Journal of Science Education*, 32(7), 871-905.
- Giere, R. N. (2004). How Models Are Used to Represent Reality. *Philosophy of Science*, 71, 742-752.
- Giere, R. N. (2010) An agent-based conception of models and scientific representation. *Synthese*, 172, 269–281.



- Halloun, I. A. (2007). Mediated Modeling in Science Education. *Science & Education* 16, 653–697.
- Justi, R. & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- Justi, R. S. & Gilbert, J. K. (2003). Teachers' views on the nature of models. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1369-1386.
- Khan, S. (2011). What's Missing in Model-Based Teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 22, 535–560.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Schwartz, R. S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- Liu, S. & Lederman, N. G. (2007). Exploring Prospective Teachers' Worldviews and Conceptions of Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 29(10), 1281-1307.
- McComas, W. F. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In W. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 53-70). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. F., Clough, M. P. & Almzroa, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education. In W. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 3-39). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Murcia, K. & Schibeci, R. (1999). Primary student teachers' conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1123-1140.
- Oh, P. S. & Oh, S. J. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130.
- Pluta, W. J., Chinn, C. A. & Duncan, R. G. (2011). Learners' epistemic criteria for good scientific models. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(5), 486-511.
- Torres, J., Moutinho, S., Almeida, A. & Vasconcelos, C. (2013). Portuguese science teachers' views about Nature of Science and Scientific Models. In *Actas do IX Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*. Enseñanza de las Ciencias, Número extra, p. 3541-3546. Girona, Spain.