

## **Noções de professores de Física e Química acerca de alguns elementos da Natureza da Ciência**

### **Teachers' Notions of some elements of the Nature of Science in Physics and Chemistry**

**Adriano José Ortiz**, Universidade Estadual de Londrina,  
adrianorcc3@yahoo.com.br

**Irinéa de Lourdes Batista**, Universidade Estadual de Londrina,  
irinea2009@gmail.com

**Marlize Spagolla Bernardelli**, Universidade Estadual de Londrina,  
marlizespagolla@uenp.edu.br

**Bruno Garcia Bonfim**, Universidade Estadual de Londrina,  
brun.ogarcia@hotmail.com

**Marcia da Costa**, Universidade Estadual de Londrina, marciarscosta@hotmail.com

**Paulo Henrique Gali**, Universidade Estadual de Londrina, paulo\_gali@hotmail.com

**Ligia Ayumi Kikuchi**, Universidade Estadual de Londrina,  
ligia\_akikuchi@hotmail.com

**Rosana Figueiredo Salvi**, Universidade Estadual de Londrina,  
rosanafsalvi@sercomtel.com.br

**Samuel de Oliveira Fajardo Saviski**, Universidade Estadual de Londrina,  
samuelsaviski@hotmail.com

#### **Resumo**

Pesquisas em Ensino de Ciências têm abordado discussões referentes à Natureza da Ciência (NdC). Uma justificativa para o ensino desse tema é ajudar os alunos a desenvolver visões mais precisas a respeito da ciência. Nessa tradição de pesquisa, o conhecimento de termos como “modelo”, “teoria”, “lei”, “hipótese” é relevante. Considerando essas questões, buscamos investigar que contato professores e graduandos da área de Física e Química da região norte do Paraná, Brasil, tiveram com essa temática ao longo da sua formação inicial, e também quais suas noções acerca dos termos apresentados. Para tanto, analisamos suas respostas em um questionário prévio e posterior aplicado ao longo de três edições de um curso acerca da temática. Os resultados apontam para a relevância dessa discussão em um ambiente construtivista e a falta de discussões desses temas na formação inicial.

**Palavras chave:** natureza da ciência, formação de professores, educação em física e química.

## Abstract

Research in Science Teaching have approached discussions regarding the Nature of Science (NOS). A justification for the teaching of this subject is to help students develop more accurate views about science. In this research tradition, knowledge of terms such as "model," "theory," "law," "hypothesis" is relevant. Considering these issues, we investigate to contact professors and graduate students in Physics and Chemistry of the northern Paraná, Brazil, have had with this theme throughout their initial training, and also what their notions about the terms presented. Therefore, we analyzed their answers on a questionnaire pre-and post applied along three editions of a course on the theme. The results point to the relevance of this discussion in a constructivist environment and the lack of discussion of these issues in the initial training.

**Key words:** nature of science, teacher education, physics and chemistry education.

## Introdução

Pesquisadores em Ensino de Ciências têm incentivado e construído cada vez mais justificativas para o ensino de elementos da Natureza da Ciência (NdC), principalmente por esta envolver muitos problemas presentes no Ensino de Ciências. Além disso, o conhecimento desse assunto inclui aspectos de história, sociologia e filosofia da ciência, que contribuem para a valorização da construção da Ciência (Lederman *et al.*, 2002). Uma justificativa para o ensino da NdC é a de auxiliar os alunos a desenvolverem noções mais precisas a respeito da Ciência, incluindo os tipos de perguntas que a Ciência é capaz de responder, bem como no que ela se difere das outras disciplinas, com seus pontos fortes e limitações.

Nessa tradição de pesquisa, o desenvolvimento de teorias e modelos apresenta um elemento significativo na construção do conhecimento científico, como apontam trabalhos de Morgan e Morrison (1999) e Batista (1999, 2004). Entretanto, o tema ainda é pouco discutido na formação de professores de Ciências (BATISTA, 2004, MOREIRA; MASSONI; OSTERMANN, 2007). Para pesquisar nessa temática, o grupo de pesquisa Investigações em Filosofia e História da Ciência, e Educação em Ciências e Matemática (IFHIECEM) elaborou o curso de extensão “A contribuição dos Modelos Científicos para a compreensão da Ciência e seu ensino numa abordagem interdisciplinar”<sup>1</sup>, cujo intuito foi discutir com professores e estudantes o papel dos modelos na construção do conhecimento científico, bem como o significado de termos como teoria, hipótese, lei, axioma nessa construção. Nesse curso, foram aplicados questionários que visaram investigar as noções prévias e posteriores que os participantes apresentavam acerca da temática. A seguir, apresentamos uma discussão acerca das relações entre História e Filosofia da Ciência (HFC) e a formação de professores, bem como o papel dos modelos na construção do conhecimento científico.

## A formação de professores e as discussões referentes à HFC

Nos últimos anos, diversos autores, como Moreira, Massoni e Ostermann (2007) e Gatti, Nardi e Silva (2010) têm desenvolvido trabalhos referentes à formação de professores de

---

<sup>1</sup> Os estudos do tema, bem como a produção e aplicação do curso são ações de um projeto de pesquisa financiado pelo CNPq.

ciências. Um elemento comum nesses trabalhos é o entendimento de que os conhecimentos necessários para o trabalho docente não podem se resumir ao domínio do conteúdo das disciplinas.

A respeito desse elemento, Shulman (1986) caracteriza três categorias presentes no desenvolvimento cognitivo do professor: o conhecimento do conteúdo, o conhecimento pedagógico do conteúdo e conhecimento curricular.

Mesmo o conhecimento do conteúdo não se limita apenas ao conhecimento de fatos e conceitos de um domínio, levando em conta que as discussões referentes à estrutura do conhecimento se diferem por área. Shulman (1986) afirma que:

[...] professores não só devem ser capazes de definir para os estudantes as verdades aceitas em um domínio. Eles também devem ser capazes de explicar por que uma proposição particular é considerada justificada, porque vale a pena conhecê-la, como ela se relaciona com outras proposições, tanto dentro da disciplina ou fora, tanto na teoria e na prática (SHULMAN, 1986, p.9, tradução dos autores).

Apesar dos desdobramentos e discussões a respeito da presença desses conhecimentos ao longo da formação docente, Moreira, Massoni e Ostermann (2007) alertam que os cursos de Física tradicionalmente adotam metodologias com enfoque altamente empirista-indutivista. Em contrapartida, esses autores propõem que discussões referentes à História e Epistemologia em disciplinas, durante a formação inicial de professores, pode “proporcionar uma visão crítica acerca do problema da origem e justificção do conhecimento científico” (MOREIRA; MASSONI; OSTERMANN, 2007, p.127).

O que podemos explicitar a partir das pesquisas atuais, é que com sua apropriação do entendimento da evolução de sua ciência e de suas implicações para a cultura humana, o professor assume a atitude de investigador no saber ensinar, ser criativo e fazer de sua aula um ambiente contemporâneo e explorador de novas possibilidades, de novos olhares para a ciência. Em específico, este trabalho faz parte de uma pesquisa que visa a inserção das pesquisas de formação docente no contexto das discussões da NdC, e o entendimento dos modelos científicos na construção de teorias científicas.

## **O papel dos modelos na construção do conhecimento científico**

Considerando o caráter polissêmico assumido pelo termo “modelo”, adotamos aqui a perspectiva de Batista (1999, 2004) de que os modelos possuem a capacidade de substituir a entidade de estudo, seja ela natural ou artificial, atuando como quasi-entidade, produzindo certos conhecimentos mediados, concernentes à entidade sob estudo e também de Morgan e Morrison (1999), de que modelos são considerados tecnologias, capazes de fornecer instrumentos de investigação que possibilitam a compreensão e promovem relações entre teorias e mundo. Nesse sentido admitimos que as teorias não podem ser compreendidas apenas por meio de matemática avançada, mas também como criações humanas pertencentes a mapas conceituais, o que é próprio da interpretação humana da realidade, necessariamente limitada.

Para tanto, utilizaremos dois filtros teóricos de interpretações para os modelos: uma que nos forneça uma visão sintática, que atribui maior relevância às regras lógicas; e uma visão semântica que considera as teorias como coleções de modelos, e que faz uso de relações diretas entre as teorias, os modelos e os dados, por meio de regras de correspondência, para justificar tais coleções (BATISTA, 1999, 2004; MORGAN; MORRISON, 1999).

Defendemos também que o uso de modelos, aliado a história e filosofia da ciência favorece uma aprendizagem significativa, sendo usado como unidades potencialmente significativas (BATISTA, 2004). Dessa forma, na sequência descrevemos as características básicas de um curso de extensão aplicado visando levar essa discussão aos professores, e o instrumento de análise que utilizamos para desenvolver nossa investigação empírica.

## Abordagem Metodológica

O curso de extensão foi desenvolvido na Universidade Estadual de Londrina (UEL) pelos integrantes do grupo de pesquisa IFHIECEM, que envolve as áreas Física e Química, Biociências, Matemática e Geociências, ao longo de três edições: 2010, 2011 e 2012. O público-alvo analisado neste trabalho foi professores de Física e Química, bem como estudantes de graduação e pós-graduação. No total, participaram da pesquisa, respondendo ao questionário prévio ao longo das três edições do curso oferecido, 32 diferentes cursistas. Para o questionário posterior, tivemos um total de 22 cursistas, englobados nas características apresentadas.

Os cursistas assinaram um termo de livre consentimento para o uso de seus dados, mediante o compromisso ético de preservação de sua identidade ao longo da pesquisa. Dessa forma, serão utilizadas as nomenclaturas Qi, para os químicos, e F, para os físicos, seguida de um número para diferenciá-los e o ano da coleta.

Quanto à origem das questões aplicadas, os integrantes do IFHIECEM optaram em formular um questionário aberto, adaptado de Lederman *et al.* (2002), e interdecodificado nesse grupo, para obter as noções do público alvo acerca de modelos, teorias, axiomas, teoremas, postulados, leis e hipóteses científicas.

A análise desses questionários foi desenvolvida referenciando-se na Análise de Conteúdo Temática Categorial (BARDIN, 2002) e como uma pesquisa de cunho qualitativo, descrita por Bogdan e Biklen (1994), como aquela em que a fonte de dados é o ambiente natural, na qual o investigador constitui-se no instrumento principal.

Dessa forma, foram desenvolvidas cinco questões que possibilitaram delimitar unidades de contexto e de registro, embasando-se nos referenciais teóricos. No atual trabalho, optamos por analisar duas questões, que tratam do contato que esses cursistas tiveram com os temas abordados na formação inicial e de sua compreensão acerca do significado de alguns termos referentes à NdC:

**Questão 01:** Durante o processo de formação inicial, você participou (ou participa) de disciplinas ou cursos que tenham abordado noções de História e/ou Filosofia da Ciência? Se sim, quais?

**Questão 02:** É possível fazer uma diferenciação de significados entre os termos “teorias científicas”, “teoremas científicos”, “modelos científicos”, “postulados científicos”, “leis científicas”, “hipóteses científicas” e “axiomas científicos”? Se sim, justifique sua resposta citando alguns exemplos (se necessário, use o verso da página).

Quadro 1: Questões apresentadas previamente aos cursistas nas três edições do curso de modelos. Fonte: Os autores.

A **Questão 01** (Q1) possibilitou a elaboração da Unidade Temática de Contexto (UC1) **Presença de aportes históricos e/ou filosóficos da Ciência na formação inicial**, com o intuito de reunir fragmentos textuais que possam ter contribuído para a compreensão de aspectos relacionados à História e Filosofia da Ciência.

Os dados analisados nessa Unidade foram organizados em cinco Unidades de Registro prévias (URP) e duas emergentes (URE), que decorreram de respostas que não se enquadravam nas URP. A ordem das unidades seguiu uma organização que segue da formação mais específica para a menos específica:

URP 1.1 “Noções de Filosofia da Ciência em disciplina específica na formação inicial”;	URP 1.2 “Noções de História da Ciência em disciplina específica na formação inicial”;
URP 1.3 “Noções de História e Filosofia da Ciência em disciplina específica na formação inicial”;	URP 1.4 “Noções de Filosofia e/ou História da Ciência em disciplina correlata, cursos ou em outras atividades na formação inicial”;
URE 1.5 “Noções de História e Filosofia da Ciência em disciplina específica e/ou correlata na formação inicial, sem especificação”;	URP 1.6 “Ausência de aportes históricos e/ou filosóficos da Ciência na formação inicial”;
URE 1.7 “A resposta não contempla a pergunta”.	

Quadro 2: Unidades de Registro construídas com referência na questão Q1. Fonte: os autores.

A **Questão 02 (Q2)** possibilitou a elaboração da Unidade Temática de Contexto (UC2) **Compreensão semântica de terminologias científicas**, para reunir fragmentos textuais que apresentam diferenciação e/ou exemplificação de termos relacionados à questão.

Para essa Unidade Temática, foram organizados cinco URP e, posteriormente, uma URE. As unidades foram organizadas partindo da visão mais adequada, de acordo com o consenso científico atual, para a menos adequada:

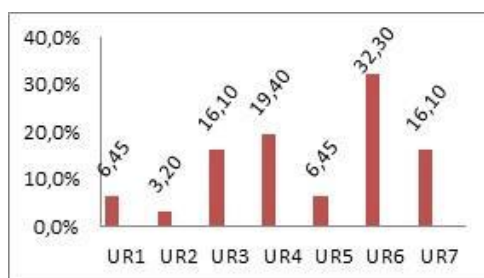
URP 2.1 “Diferenciação, segundo o consenso científico atual, com exemplificação”;	URP 2.2 “Diferenciação, segundo o consenso científico atual, sem exemplificação”;
URP 2.3 “Divergências semânticas entre terminologias e exemplificações”;	URE 2.4 “Ausência de exemplos de diferenciação”;
URP 2.5 “Ausência de diferenciação com exemplificação”;	URP 2.6 “Ausência de diferenciação”.

Quadro 3: Unidades de Registro construídas com referência na questão Q2. Fonte: os autores.

## Análise dos resultados

Ao longo das três edições do curso, 31 cursistas responderam a primeira questão (Q1). Entre esses cursistas, 10 (32,30%) afirmaram que não tiveram a disciplina em sua formação inicial; seis responderam que tiveram filosofia e/ou história em disciplinas correlatas (19,40%); cinco afirmaram que tiveram na formação inicial a disciplina específica de história e filosofia da ciência (16,10%); dois relataram que houve a disciplina específica de filosofia em sua formação inicial (6,45%); um teve história em disciplina específica (3,20%); dois tiveram em disciplinas correlatas história e/ou filosofia, no entanto sem especificar (6,45%), e cinco respostas não contemplaram a pergunta (16,10%).

Para uma melhor visualização da distribuição das respostas nas Unidades de Registro temos o histograma abaixo (**Histograma 1**).



Histograma 1 – Percentagens de cursistas em cada unidade de registro para questão 01. Fonte: os autores.

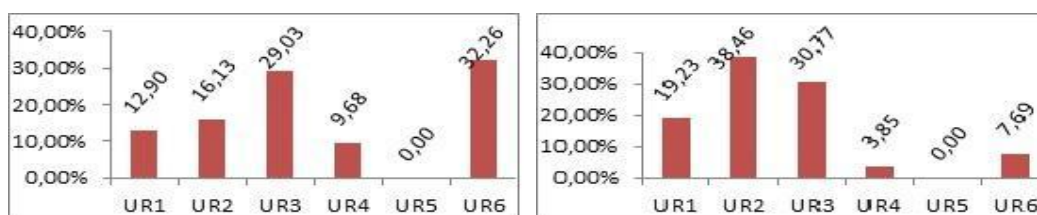
A partir da análise do histograma acima e das unidades pode-se perceber que de um total de 31 cursistas, a maioria dos cursistas (16) afirmou que teve algum aporte, entretanto, apenas cinco em disciplina específica que abordasse conceitos históricos e filosóficos, sendo que a maior parte teve contato apenas com disciplinas correlatas, enquanto 10 não tiveram aportes históricos e/ou filosóficos da Ciência na sua formação inicial. Cinco responderam de forma que não é possível desenvolver alguma relação com a questão.

Este histograma mostra que ainda há uma carência relacionada às discussões referentes à História e Filosofia da Ciência, já que poucos dos cursistas tiveram a oportunidade de ter uma discussão plena, que abordasse ambos os aspectos. A maioria afirmou ter contato apenas em disciplinas correlatas e na maior parte dos casos, parcial (apenas história, ou apenas filosofia), ou nenhum contato. Esse resultado é preocupante, uma vez que a literatura acerca do tema considera que o desconhecimento de aspectos relativos à NdC que são tratados nestas discussões podem incentivar o professor a adotar metodologias de ensino positivistas e centradas na transmissão/recepção, que acabam contrariando os objetivos do Ensino de Física e Química (BATISTA, 2004, 2007; GATTI; NARDI; SILVA, 2010).

Ao não possuírem contato com essas discussões, os (as) professores (as) ou futuros (as) professores (as) acabam perdendo uma oportunidade de refletir acerca das estruturas teórico-conceituais que compõe seu conhecimento, ignorando a complexidade inerente a construção deste, além de fatores não lógicos que influenciam na mesma (BATISTA, 2004).

Na Q2 analisamos os fragmentos textuais que relatavam o emprego e/ou a diferenciação entre as seguintes terminologias científicas: hipóteses, leis, postulados, axiomas, teoremas, modelos e teorias.

Nas unidades de registros do questionário prévio, podemos observar que dos 31 cursistas investigados apenas quatro apresentaram ao longo da resposta diferenciação entre as terminologias com alguma exemplificação (12,90%). Outros cinco cursistas apresentaram alguma diferenciação quanto ao papel dessas terminologias, porém não relacionaram exemplificações (16,13%). Entretanto, 22 cursistas relataram diferenciações com divergências semânticas (29,03%), ausência de exemplos, apesar de acreditar que há uma diferenciação (9,68%) ou ausência de diferenciação (32,26%), entre as terminologias. No questionário posterior participaram 26 cursistas, dos quais cinco responderam conforme UR 2.1 (19,23%), 10 relataram fragmentos que se relacionaram com a UR 2.2 (38,46%), oito cursistas com repostas referentes à UR 2.3 (30,77%), um cursista em relação à UR 2.4 (3,85%) e dois cursistas com relação à UR 2.6 (7,69%). (**Histogramas 2 e 3**).



Histogramas 2 e 3 – Porcentagens de cursistas em cada unidade de registro para questão 02 (questionário prévio e questionário posterior). Fonte: os autores.

Podemos ver ao longo da unitarização das respostas do questionário prévio, que a maior parte dos fragmentos textuais relacionava-se com divergências semânticas (UR 2.3) ou ausência de diferenciação (UR 2.6).

Inferimos dedutivamente que os dados do levantamento prévio se alinha às perspectivas que relacionam a formação inicial sem aspectos da NdC e aportes da HFC, com a ausência de significação, polissemia e divergências de terminologias científicas (BATISTA, 2004; TEIXEIRA *et al.*, 2009), pois a maior parte dos cursistas que apresentaram divergências ou desconhecimento foram aqueles que não possuíram aportes históricos e filosóficos ao longo de sua formação, ou os possuíam apenas em disciplinas correlatas. Isso nos fornece indícios de que uma transmissão tradicional do conteúdo de Física e Química nos cursos superiores, sem qualquer ligação com esses elementos e seus significados, colabora para construção de uma noção equivocada de Ciência que produz resultados sem influências teóricas e subjetivas, acríticos e limitados metodologicamente.

Na análise do questionário posterior, detectamos um aumento significativo das respostas que continham fragmentos relacionados às UR 2.1 e 2.2, bem como uma redução acentuada nas respostas relacionadas à UR 2.4 e 2.6. Ao relacionarmos respostas dos questionários anterior e posterior, observamos que, após as discussões, uma parcela dos cursistas apresentou maior clareza no que tange a significação das terminologias científicas propostas.

Entretanto, ainda permaneceu baixo o índice de cursistas que apresentou diferenciação com alguma exemplificação (UR 2.1). Essa dificuldade de diferenciação e exemplificação corrobora a necessidade de que discussões dessa temática estejam presentes ao longo da formação docente, com o intuito de construir um referencial de saberes docentes consistentes e coerentes que possibilite a discussão da NdC em sala de aula (MOREIRA; MASSONI; OSTERMANN, 2007; BATISTA, 2007; TEIXEIRA *et al.*, 2009).

Os resultados aqui obtidos se alinham os resultados apresentados por Lederman *et al.* (2002), e indicam que a vivência em um ambiente construtivista, dialógico e contextualizado proporciona indícios de alterações no *status* epistemológico-cognitivo, na temática trabalhada, em uma grande parcela dos participantes do curso, apesar de não podermos afirmar a respeito da estabilidade desse novo *status*.

## Considerações Finais

A análise das duas questões apresentadas nos permitiu inferir uma relação entre a presença de discussões referentes à NdC e HFC na formação inicial de professores e seu conhecimento acerca do significado de termos que fazem parte da construção do conhecimento científico (como teorias, leis, modelos, etc). O que identificamos é que entre aqueles que não tiveram formação a respeito do tema na graduação, ou tiveram apenas discussões parciais (apenas históricas ou apenas filosóficas) em disciplinas correlatas, apresentam maior dificuldade em diferenciar os termos, bem como em fornecer exemplos dos mesmos em sua área de atuação.

Acreditamos que isso alerta para o fato de que há necessidade em se discutir essa temática com profundidade na formação inicial. Um ambiente de estudo construtivista na formação de professores, que discuta questões relativas à NdC, proporciona uma oportunidade de compreensão contextualizada e fundamentada do significado dos conhecimentos científicos, e pode auxiliar na construção de saberes docentes que possuam elementos históricos, epistemológicos e metodológicos.

## Referências

- BARDIN, L.. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 2002.
- BATISTA, I. L.. **A teoria universal de Fermi**: da sua formulação inicial à reformulação V-A. 1999. 122 p. Tese (Doutorado) – Departamento de Filosofia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- BATISTA, I. L.. O Ensino de Teorias Físicas Mediante uma Estrutura Histórico-Filosófica. **Ciência & Educação**, Bauru. v. 10, n. 6, p. 461-476, 2004.
- BATISTA, I. L.. Reconstruções Histórico-Filosóficas e a pesquisa em Educação Científica e Matemática. p. 257-272. In: NARDI, Roberto (org.). **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras Editora, 2007.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S.. **Investigação Qualitativa em Educação**. Tradução: Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos, Telmo Mourinho baptista. Porto Editora, 1994.
- GATTI, S. R. T.; NARDI, R.; SILVA, D.. História da Ciência no Ensino de Física: Um Estudo Sobre o Ensino de Atração Gravitacional Desenvolvido Com Futuros Professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 7-59, 2010.
- LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; SCHWARTZ, R. S. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 39, n. 6, p. 497–521, 2002.
- MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T.; OSTERMANN, F.. “História e epistemologia da física” na licenciatura em física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 127-134, 2007.
- MORGAN, M. S.; MORRISON, M.. **Models as Mediators**: Perspectives on Natural and Social Science. Cambridge University Press, New York, 1999.
- SHULMAN, L. S.. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, Washington, v.15, n. 2, p. 4-14, 1986.
- TEIXEIRA, E. S.; FREIRE Jr., O.; EL-HANI, C. N.. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da Natureza da Ciência de estudantes de Física. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 3, p. 529-556, 2009.