

# A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE FÍSICA: SUBSÍDIOS PARA UM CURSO SOBRE O TEMA ATRAÇÃO GRAVITACIONAL VISANDO ÀS MUDANÇAS DE POSTURA NA AÇÃO DOCENTE<sup>1</sup>

*History of Science in teaching education: suggestions for a course plan on gravitational attraction aiming to change teachers' attitudes*

Sandra Regina Teodoro Gatti<sup>2</sup>  
Roberto Nardi<sup>3</sup>  
Dirceu da Silva<sup>4</sup>

**Resumo:** O objetivo desta pesquisa foi estudar como a evolução histórica dos modelos de atração entre corpos, tendo como pano de fundo a evolução dos modelos de mundo, pode auxiliar na formação inicial do docente de Física. Para tanto, sugerimos um planejamento de curso sobre o tema atração gravitacional, destinado principalmente a docentes de Física que atuam no ensino médio. O planejamento do curso foi baseado: em dados sobre a evolução dos modelos de mundo, buscando evidenciar como o conceito de atração gravitacional desenvolveu-se historicamente; nas concepções alternativas mais comuns encontradas na literatura, incluindo um breve esboço de noções diagnosticadas em uma amostra de docentes de Física de ensino médio; e em sugestões de leituras de resultados de pesquisas recentes sobre os processos de ensino e aprendizagem de ciências. Pretende-se fornecer aos docentes elementos de reflexão que lhes proporcionem mudanças de postura, através do questionamento da visão de ciência enquanto processo de construção e sobre sua própria prática de ensino. Partindo de resultados recentes da pesquisa em Ensino de Ciências, a metodologia sugerida privilegia o trabalho coletivo, com a realização de debates e sínteses. As atividades mencionadas são acompanhadas de justificativas sobre a escolha do tema e objetivos.

**Unitermos:** História da Ciência, atração gravitacional, concepções alternativas, Ensino de Física, formação inicial de docentes.

*Abstract:* The main purpose of this research was to study how the attraction among bodies, having as background the evolution of models of the world, can help prospective teachers' education. To reach this goal, we suggest a course plan on gravitational attraction, addressed mainly to High School Physics teachers. This course was based: on data about world models' evolution, searching to make clear how the concept of gravitational attraction was historically developed; on the most common alternative conceptions found in the literature, including a brief outline of notions found among in-service High School Physics teachers, and on suggestions from recent research about Science teaching and learning processes.. The sequence of activities aims to provide teachers with some reflections in order to change their attitudes, through an inquiry into their view of science as a constructive process, and their own teaching practice. The methodology proposed considers the collective work through f debates and synthesis.

**Keywords:** History of Science; gravitational attraction; alternative conceptions, Physics Teaching; prospective teachers' education.

---

<sup>1</sup> APOIO Fapesp e CNPq.

<sup>2</sup> Doutoranda pelo Programa de Pós-graduação em Educação – Faculdade de Educação – Unicamp. Mestre em Educação para a Ciência – Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência – Unesp – Campus de Bauru. (e-mail: steodoro@hotmail.com ; s007554@dac.unicamp.br)

<sup>3</sup> Professor Adjunto Doutor do Departamento de Educação. Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências. Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência. Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Unesp, Campus de Bauru. (e-mail: nardi@fc.unesp.br)

<sup>4</sup> Professor Assistente Doutor do Departamento do Departamento de Metodologia de Ensino, Faculdade de Educação – Unicamp. (e-mail: dirceuds@uol.com.br)

## Introdução

Não é necessário fazer uma análise em profundidade sobre o ensino de Ciências no Brasil para verificar a distância profunda entre as propostas inovadoras, fruto de investigações na área de ensino de Ciências, e as ações desenvolvidas em sala de aula dos cursos de nível médio.

Os cursos de formação inicial e continuada de professores não têm conseguido atingir mudanças de postura frente aos processos de ensino e aprendizagem, pois, na maioria dos casos, desconsideram o fato de que os docentes possuem pré-concepções sobre o que é importante ensinar, como fazê-lo, quais as causas do fracasso dos estudantes etc. (LEVY & SANMARTÍ, 2001).

Neste sentido, muitos estudos (GIL PEREZ, 1991; HASWEH, 1996; MELLADO, 1996; HEWSON *et al.*, 1999 a e b; LEVY & SANMARTÍ, 2001; entre outros) têm mostrado a existência e persistência das concepções que os docentes possuem sobre a Ciência e sobre os processos de ensino e aprendizagem, além de discutir sua influência sobre a prática docente.

Além disso, outros problemas e dificuldades têm sido apontados nos cursos de formação de professores, que serão apresentados.

A dissociação entre as formações científica e a pedagógica nos cursos de graduação também tem sido relatada, revelando que a formação limita-se na maioria dos casos, à soma de cursos sobre conteúdos científicos e cursos sobre Educação, *completamente desvinculados*.

Outro problema refere-se à separação entre os pesquisadores que propõem projetos inovadores e os professores, que na condição de meros consumidores devem modificar seu desempenho, adaptando-se às propostas (CUNHA, 1999).

A transição para práticas coerentes com o paradigma construtivista requer uma nova visão dos processos de ensino e aprendizagem (LEVITT, 2001), pois o modelo tradicional, como um sistema paradigmático de concepções e crenças, comportamentos e atitudes, possui uma certa coerência e fornece respostas para a maioria dos problemas educacionais (FURIÓ, 1994).

Diante da constatação das problemáticas apontadas, o que fazer?

A proposta contida neste trabalho visa contribuir para as pesquisas sobre formação inicial de professores, partindo dos resultados apontados na literatura, buscando superar algumas limitações e deficiências. O curso proposto não considera o futuro docente como um mero consumidor dos resultados de pesquisas, mas pretende lhe oferecer oportunidades para o questionamento de sua prática e dos pressupostos que a permeiam.

## A pesquisa

Nesta pesquisa procuramos inserir a discussão sobre a inserção da História da Ciência no ensino de Ciências na disciplina de Prática de Ensino de Física, a partir de um curso para a formação de professores, tendo como pano de fundo o desenvolvimento histórico do tema *atração gravitacional*. A proposta procurava evidenciar as dificuldades para a mudança de postura na ação docente, além de propor um modelo de formação que favorecesse a adoção de metodologias de ensino mais voltadas para a construção de conhecimentos.

O curso foi baseado em dados sobre a evolução dos modelos de mundo, buscando evidenciar como o conceito de atração gravitacional desenvolveu-se historicamente; nas concepções alternativas mais comuns encontradas na literatura, incluindo um breve esboço de noções diagnosticadas em uma amostra de docentes de Física de ensino médio; e em sugestões de leituras de resultados de pesquisas recentes sobre os processos de ensino e aprendizagem de Ciências.

Nesse sentido, a inserção da História da Ciência tem como objetivos: a) proporcionar uma visão mais adequada de Ciência enquanto processo de construção; b) servir como base

de elementos de reflexão na definição de temas fundamentais; c) revelar os obstáculos epistemológicos<sup>5</sup> por meio da semelhança entre concepções alternativas e concepções relativas a teorias científicas do passado, quando possível e d) superar os modelos de ensino cujo foco principal seja a mera transmissão dos “produtos” da Ciência.

Esses objetivos foram estruturados a partir da seqüência instrucional proposta por Duschl (1995), denominada *conversação avaliativa*, cujo objetivo é proporcionar condições para que se estabeleça um diálogo que contemple momentos de acordo e desacordo entre professores e estudantes, facilitando o *feedback* que servirá para avaliar a informação gerada.

Tal modelo inclui de três classes de informação acerca de como os indivíduos aprendem, constroem e desenvolvem o conhecimento científico e habilidades, conforme sugere Duschl (1995).

- Conhecimento epistemológico/científico.
- Habilidades cognitivas/reflexão.
- Habilidades sociais/de comunicação.

O quadro 1 apresenta uma síntese da proposta:

**Quadro 1:** Estrutura das atividades baseada nos três campos orientadores (Cf. DUSCHL, 1995).

Conhecimento epistemológico/científico	Habilidades cognitivas/reflexão	Habilidades cognitivas/comunicação
Evolução histórica do tema atração gravitacional. Discussão de conceitos, incluindo as relações entre eventos localizados na superfície da Terra e eventos que ocorrem no macrocosmo. Concepções alternativas de alunos e professores em exercício. Resultados de pesquisas recentes sobre os processos de ensino e aprendizagem.	Desenvolvimento de estratégias que favoreçam o raciocínio, a argumentação e a construção de significados.	Desenvolvimento de habilidades que favoreçam a comunicação das idéias, o respeito mútuo.
O que os docentes devem saber?	Como se relacionam com o conhecimento?	Como expressam suas idéias oralmente e por escrito?

### 3. Alguns aspectos da evolução histórica do conceito de atração gravitacional

A evolução da gravitação sempre esteve diretamente relacionada à história da astronomia, já que, como é a mais fraca das quatro interações fundamentais conhecidas atualmente (gravitacionais, eletromagnéticas, fracas e fortes), a força gravitacional só se tornava claramente perceptível em escala astronômica (NUSENZVEIG, 1997).

Nossa discussão sobre o tema tem início com as primeiras tentativas de descrição do cosmos, procurando demonstrar como diferentes culturas conceberam o mundo em que vivemos.

Schurmann (1945) não considera necessário para a História da Física o estudo da civilização oriental anterior à grega, alegando que a produção precedente estaria permeada por crenças e mitos.

<sup>5</sup> O termo *grifado* tem o mesmo sentido dado a ele por Bachelard (1986). A formação do espírito científico. A citação que nos parece mais exemplificativa dessa idéia seria: "É em termos de obstáculos que se deve colocar o problema do conhecimento científico. É internamente ao ato próprio de conhecer que mostraremos as causas da estagnação ou até mesmo de retrocesso [no conhecimento científico], é aí que nós entenderemos as causas das dificuldades que chamaremos de obstáculos epistemológicos.". Ver também Santos (1991), sobre as interpretações e considerações dos obstáculos epistemológicos na elaboração do ensino.

Por sua vez, Bernal (1965, v. 1, p. 79) argumenta que

*(...) uma ciência completamente útil e racional pode surgir somente onde existir alguma esperança de um entendimento suficiente do funcionamento interno de parte do meio ambiente para ser capaz de manipulá-lo em favor da humanidade.*

A Física nasce na Grécia em seu sentido amplo de Ciência, da qual nossa própria Ciência contemporânea é derivada.

*O caráter único do pensamento e ação gregos reside no aspecto de suas vidas, que temos chamado de modo científico. Com isso não quero dizer simplesmente o conhecimento ou prática da ciência, mas a capacidade de separar o real e verificável de afirmações tradicionais e emocionais. Neste modo característico nós podemos distinguir dois aspectos: o da racionalidade e o do realismo; ou seja, a habilidade em sustentar por argumento e de apelar para a experiência comum (BERNAL, 1965, v.1, p.161).*

Nossa preocupação com o estudo de alguns aspectos do pensamento grego prende-se ao fato de que constituíram a base para o estabelecimento do paradigma aristotélico-ptolomaico e que, o nascimento da mecânica no século XVII foi o resultado de um trabalho que buscava sua superação.

A concepção de Terra esférica, introduzida inicialmente pelos pitagóricos, parece ganhar força com Platão (428 a 347 a.C.) que concebe um universo em que os corpos celestes descrevem movimentos circulares com velocidades uniformes.

Entretanto, explicar e justificar as diferenças entre os movimentos dos corpos celestes e terrestres representava um grande problema.

Um dos primeiros estudos mais sistematizados sobre o movimento foi apresentado por Aristóteles (384 a 322 a.C.) ao revelar uma preocupação com o problema da queda dos corpos, delineando uma primeira “noção gravitacional”. Muitos modelos foram propostos até a síntese Newtoniana (1642-1727). O quadro 2 oferece uma breve visão de alguns modelos historicamente desenvolvidos que mereceram destaque na elaboração do curso proposto.

**Quadro 2:** Visão geral de alguns modelos propostos.

Aristóteles (384 - 322 a. C.)	Noção de “lugar natural”. Rejeita a possibilidade de ação a distância. Necessidade de um meio. (impedindo que $v \rightarrow \infty$ )
Ptolomeu ( $\cong$ 100 - 170)	Cosmologia baseada em preceitos puramente matemáticos. Alicerçada na física aristotélica.
Copérnico (1473 - 1543)	Gravidade encarada como uma tendência de unir corpos no formato esférico. Não é propriedade exclusiva da Terra.
Gilbert (1540 - 1603)	A partir de estudos sobre o magnetismo, formula a hipótese de a Terra ser um imenso imã.
Kepler (1571 - 1630)	Gravidade de origem magnética devido às influências do trabalho de Gilbert. Presença de “eflúvios magnéticos”.
Galileu (1564 - 1642)	Corpos de massas diferentes caem ao mesmo tempo no vácuo. Aceleração constane no movimento de queda. Gravidade é uma característica inerente ao corpo.
Descartes (1596 - 1650)	Rejeição ao vácuo e explicação mecânica da gravidade a partir de vórtices de éter.
Newton (1642 - 1727)	Gravitação. Importância das leis de Kepler. Influência do trabalho de Hooke. Ação a distância. Propõe um éter: substância não detectável (meio).

Os modelos apresentados no quadro 2 estão relacionados a diferentes correntes filosóficas e históricas da Ciência, desde o realismo (caracterizado pelo pensamento de senso comum), passando pelo empirismo (que ultrapassa a realidade imediata através do uso de instrumentos de medida, mas ainda sem dar conta das relações racionais), o racionalismo clássico (onde conceitos passam a fazer parte de uma rede de relações racionais) e o racionalismo moderno (em que noções simples da ciência clássica tornam-se complexas e partes de uma ampla rede de conceitos).

Devemos salientar que há, em certos casos, algumas semelhanças entre os obstáculos<sup>6</sup> encontrados na História da Ciência e as pré-concepções dos estudantes que deverão ser exploradas nesse curso, como por exemplo: 1) as dificuldades com as relações entre força e movimento, revelando em muitos casos noções de força impressa; 2) queda dos corpos, indicando a noção de que a velocidade de queda é proporcional ao peso do corpo; 3) A discussão sobre a necessidade do meio físico para a transmissão da força atrativa.

Assim, a evolução histórica que integra a proposta do curso parte de textos que deverão ser discutidos em sala de aula, visando permitir a construção de uma visão mais próxima da epistemologia moderna sobre o conhecimento científico e sobre os conceitos físicos estudados.

### O curso proposto

Em um primeiro momento da pesquisa, realizamos um levantamento inicial com os alunos regularmente matriculados na disciplina Prática de Ensino de Física do curso de Licenciatura em Física da Unesp, durante o primeiro semestre letivo de 2003.

A realização de tais *atividades introdutórias* pretendeu diagnosticar dentre outros aspectos, características da postura dos futuros docentes frente aos processos de ensino e aprendizagem, suas visões sobre a Ciência e suas concepções sobre o tema *atração gravitacional*.

Esse levantamento inicial realizado com os participantes visava fornecer subsídios que permitissem direcionar a seqüência de atividades, avaliar continuamente a produção individual do grupo e do processo.

Para tanto, alguns instrumentos foram aplicados:

- Diagnóstico das concepções dos docentes sobre o tema *atração gravitacional*, a partir da utilização de questões presentes na literatura;
- Levantamento da visão de Ciência dos docentes através de questões baseadas no VOSTS<sup>7</sup> (Views on Science-Technology-Society).
- Entrevista do tipo Grupo focal (*Focus group*) com o objetivo de revelar as concepções dos participantes sobre as possibilidades da inserção da História da Ciência no ensino, além de sensibilizar o grupo, criando necessidades para o desenvolvimento do tema.
- Questionário de concepções sobre os processos de ensino e aprendizagem.

Em um segundo momento, iniciamos as discussões sobre as atividades sugeridas. O curso proposto foi “dividido” em três partes: 1) Atividades de conhecimento epistemológico/científico, 2) Atividades de reflexão acerca dos referenciais teóricos sobre a aprendizagem e a aprendizagem em Ciências e 3) Atividades de síntese das idéias debatidas.

<sup>6</sup> À luz da epistemologia de Bachelard (1996), as concepções alternativas que os estudantes apresentam podem ser vistas como obstáculos epistemológicos.

<sup>7</sup> AIKENHEAD, G. S. & RYAN, A. G. (1992). *Students' preconceptions about the epistemology of science*. *Science Education*, 76 (6), 559 - 580.

Esta “divisão”, entretanto, serviu apenas para fins de maior explicitação e, de maneira alguma, constitui-se de blocos estanques.

### **PARTE 1 – Atividades de conhecimento epistemológico/científico**

Essas atividades tinham como objetivo permitir que o docente participante elaborasse uma visão geral da construção histórica do tema *atração gravitacional* e entrasse em contato com algumas das concepções alternativas mais comuns. Os textos utilizados foram extraídos de extensa revisão bibliográfica sobre o tema, iniciando com os primeiros modelos propostos, passando por nomes como Aristóteles, Ptolomeu, Copérnico, Galileu, entre outros, e concluindo a discussão com a síntese newtoniana. Os temas são mostrados na seqüência apresentada na Figura 1.

As atividades mencionadas foram acompanhadas de justificativas sobre a escolha do tema e objetivos. A avaliação foi baseada:

- na produção individual dos participantes que foi continuamente discutida;
- no desenvolvimento coletivo através de exposições e sínteses elaboradas.

### **PARTE 2 – Atividades de reflexão acerca dos referenciais teóricos sobre a aprendizagem e a aprendizagem em Ciências**

Nesta etapa, foram discutidos textos que serviram como fundamentação teórica para a elaboração do curso e outros que contemplam as discussões mais recentes sobre o ensino de Ciências.

Marion *et al.* (1999) ressaltam que uma das atividades que facilitam a construção de uma concepção de ensino como mudança conceitual é a leitura crítica e reflexiva de artigos científicos sobre o tema.

### **PARTE 3 – Atividades de síntese das idéias debatidas – Elaboração do minicurso**

Nesta parte do curso, foi solicitado ao futuro docente que elaborasse uma espécie de “retrospectiva”, incluindo os assuntos debatidos que ele considerou mais relevantes e possíveis mudanças de postura sentidas. Mediante esta retomada os futuros docentes elaboraram minicursos voltados a alunos de ensino médio, sobre o tema *atração gravitacional*, contemplando as discussões realizadas.

O minicurso desenvolvido pelos estudantes foi inicialmente apresentado sob a forma de um seminário para os demais participantes e posteriormente aplicado em situações reais de sala de aula no Ensino Médio, durante as atividades de estágio no segundo semestre letivo de 2003.

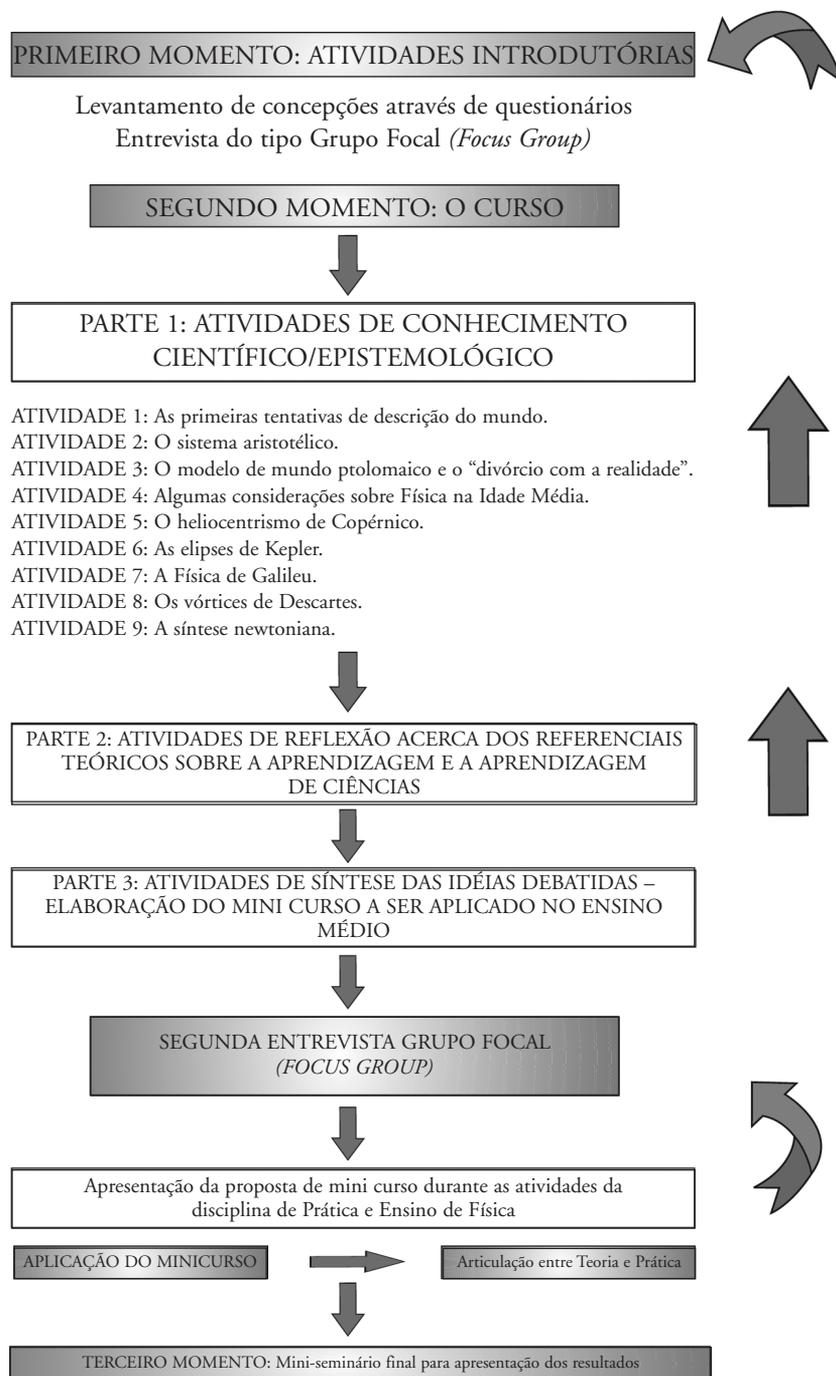
A estrutura sugerida para a pesquisa visa estabelecer relações entre o diagnóstico das concepções dos futuros docentes sobre a Ciência e sobre os processos de ensino e aprendizagem. Os temas a serem debatidos durante o curso, visam ao desenvolvimento de um modelo construtivista de ensino e à articulação entre teoria e prática através da elaboração e aplicação do minicurso.

Nesse sentido, Coll *et al.* (1998) assinalam a importância de se desenvolver atividades mais amplas, que permitam generalizações como forma de impedir que a simples reprodução de fatos seja confundida com aprendizagem de conceitos.

Tais atividades visavam proporcionar aos docentes oportunidades de sintetizar as principais idéias discutidas durante a realização do curso e fornecer elementos de análise, não

apenas das possíveis mudanças individuais, como também do processo como um todo, conforme mostra a seqüência na Figura 1.

Figura 1: Seqüência proposta para o desenvolvimento do curso.



**FONTE:** Adaptado de Teodoro, 2000.

Ao final das etapas explicitadas anteriormente, obtivemos dados sobre:

- As concepções iniciais dos participantes sobre os processos de ensino e aprendizagem, sobre a utilização da História da Ciência no ensino de Ciências, sobre a construção do conhecimento científico e possíveis concepções alternativas sobre o tema *atração gravitacional*;
- A participação dos alunos nas atividades promovidas durante o curso;
- Os minicursos elaborados pelos participantes, que deverão refletir suas concepções;
- A avaliação da proposta e as expectativas com relação à aplicação da proposta em situações reais a partir da segunda entrevista de grupo focal (*focus group*).
- A aplicação do minicurso no Ensino Médio através da análise da produção dos estudantes do Ensino Médio.
- Síntese escrita do estagiário que representará uma oportunidade para que o participante reflita sobre sua ação docente.
- Reflexão a partir da realização do mini-seminário final para a apresentação dos resultados do desenvolvimento da proposta em sala de aula.

Tais dados têm nos permitido analisar o impacto da proposta, fornecendo subsídios para que possamos avaliar a temática central da pesquisa: *que processos podem advir a partir de uma experiência didática centrada na inserção da História da Ciência, levando-se em conta as concepções, experiências e crenças didáticas de futuros docentes?*

### Considerações finais

O curso proposto neste trabalho tentou incorporar os resultados de pesquisas recentes sobre os processos de ensino e aprendizagem em Ciências, sobre as concepções alternativas e sobre a utilização da História da Ciência no ensino de Ciências, buscando sintetizar tais elementos com a finalidade de contribuir na formação (inicial e/ou) continuada do docente de Física.

Nesta proposta, a História da Ciência ocupa um lugar de destaque, constituindo o pano de fundo sobre o qual as discussões foram realizadas. Robilotta (1988) salienta que, encarar a ciência como um produto acabado, confere ao conhecimento científico uma falsa simplicidade que se revela como uma barreira a qualquer construção, uma vez que contribui para a formação de uma atitude ingênua frente à Ciência. Conseqüentemente, como afirmam Castro e Carvalho (1992), *o conhecimento científico passa a ser encarado como algo óbvio, passível de mera transmissão*. Ao propor momentos de reflexão sobre como o conceito de gravidade foi elaborado historicamente, ampliamos a discussão, não apenas centrada no conhecimento em si, mas também nas dificuldades enfrentadas em sua elaboração e nas diversas condicionantes presentes no contexto, que interferem no processo de construção do conhecimento científico.

Nesse artigo procuramos enfocar apenas as características do curso proposto e alguns resultados iniciais. Os resultados da intervenção deverão ser objeto de outra comunicação.

---

### Referências

ADAMS, P. E. & TILLOTSON, J. W. Why research in the service of science teacher education is needed. *Journal of Research in Science Teaching*, New York, v. 32, n. 5, p. 441-443, 1995.

AIKENHEAD, G. S. & RYAN, A. G. Students' preconceptions about the epistemology of science. *Science Education*, New York, v. 76, n. 6, p. 559-580, 1992.

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BERNAL, J. D. *Science in history*. London: Penguin Books, 1965. v. 1.

CASTRO, R. S. & CARVALHO, A. M. P. História da Ciência: como usá-la num curso de segundo grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 225-237, 1992.

COLL, C. *et al.* *Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. 182 p.

CUNHA, A. M. O. *A mudança conceitual de professores num contexto de educação continuada*. 1999. 479 p. Tese (Doutorado)-Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1999.

DUSCHL, R. A. Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. *Enseñanza de Las Ciencias*, Barcelona, v. 13, n. 1, p. 3-14, 1995.

FURIÓ MAS, C. J. Tendências actuais en la formación del profesorado de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 12, n. 2, p. 188-199, 1994.

GARRIDO, E. & CARVALHO, A. M. P. Discurso em sala de aula: uma mudança epistemológica e didática. In: *COLETÂNEA 3ª Escola de Verão*. São Paulo, Feusp. 1995.

GIL-PEREZ, D. Que hemos de saber y saber hacer los profesores de Ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 9, n. 1, p. 69-77, 1991.

GIOVINAZZO, R. A. Focus group em pesquisa qualitativa: fundamentos e reflexões. *Administração on line*, São Paulo, v. 2, n. 4, 2001.  
Disponível em: [http://www.fecap.br/adm\\_online/art24/renata2.htm](http://www.fecap.br/adm_online/art24/renata2.htm). Acesso em: 07.06.2002.

HASWEH, M. Z. Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, New York, v. 33, n. 1, p. 47-63, 1996.

HEWSON, P. W. *et al.* Educating prospective teachers of biology: introduction and research methods. *Science Education*, New York, v. 83, p. 247-273, 1999a.

\_\_\_\_\_ *et al.* Educating prospective teachers of biology: findings, limitations and recommendations. *Science Education*, New York, v. 83, p. 373-384, 1999b.

LEVY, M. I. C. & SANMARTÍ PUIG, N. Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 19, n. 2, p. 269-283, 2001.

LEVITT, K. An analysis of elementary teachers' beliefs regarding the teaching and learning of science. *Science Education*, New York, v. 86, p. 1-22, 2001.

MARION, R. *et al.* Teaching for conceptual change in elementary and secondary science methods courses. *Science Education*, New York, v. 83, p. 275-307, 1999.

MELLADO, V. Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en la formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 14, n. 3, p. 289-302, 1996.

NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de física básica*. São Paulo: Edgard Blücher, 1997. v. 1, 338 p.

ROBILOTTA, M. R. O cinza, o branco e o preto: da relevância da história da ciência no ensino de física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 5, p. 7-22, 1988. Número Especial.

SANTOS, M. E. V. *Mudança conceitual na sala de aula*. Lisboa: Livros Horizonte, 1991.

SCHURMANN, P. F. *História de la física*. 2. ed. Buenos Aires: Editora Nova, 1945. 2 v.

TEODORO, S. R. *A história da ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional*. 2000. 278 p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência)-Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2000.