

# HISTÓRIA DA CIÊNCIA: ELO DA DIMENSÃO TRANSDISCIPLINAR NO PROCESSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS<sup>1</sup>

Silvia Moreira Goulart

## 1. INTRODUÇÃO

Em nossa sociedade o conhecimento científico tem papel fundamental, seja como suporte para desenvolvimento de tecnologias aplicáveis em variados setores como a saúde, a indústria, a comunicação, seja como objeto de pesquisa e ensino. Com esta afirmação vários pesquisadores concordam, como Crombie (1987), Koyré (1991), Ziman (1981), Schenberg (1990) e Harré (1985), para citar alguns. Mas certamente esta não é a Ciência apresentada na Escola, que é anacrônica, fragmentada em pacotes fechados à argumentação, ao questionamento e à dúvida, procedimento através do qual teorias e leis científicas passam a ser divulgadas como se fossem dogmas, ou então como se fossem mágica, surgidas “do nada”, ou da manga dos cientistas.

Este trabalho aborda a questão da importância da inserção do estudo da história da Ciência na formação de professores desta área de conhecimento e revela alguns aspectos comuns entre a atividade do cientista e o processo de aprendizagem de ciências, como por exemplo a atitude de busca constante de respostas para questões levantadas sobre a organização da Natureza, o desenvolvimento do raciocínio lógico, e o papel do erro conceitual para a aprendizagem.

A História da Ciência mostra-se, a meu ver, como elemento desafiador, motivador, mediador, articulador e integrador no processo de construção de conhecimento científico pelo aluno. A evolução do pensamento científico, assim como a evolução de teorias científicas, está intimamente ligada à evolução das idéias filosóficas, sociais, políticas, religiosas, enfim, está estreitamente ligada à própria cultura na qual ele foi gerado. No entanto, que História é essa ? Como articular o estudo da História da Ciência com as dimensões pedagógica e de conhecimentos específicos no processo de formação de professores de ciências ? E como articular este estudo com a formação de professores em uma dimensão transdisciplinar ?

---

<sup>1</sup> Publicado no livro: *Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade*. LIBANEO, J.C & SANTOS, Akiko (orgs). Campinas,SP: Alínea, 2005.

## 2. CIÊNCIA E HISTÓRIA DA CIÊNCIA

A investigação da evolução do conhecimento científico oferece-nos uma compreensão acerca de nosso próprio modo de organização intelectual, social e política, como as formas de governo, as prioridades em termos de economia, de uso e distribuição de energia, e do processo de descoberta científica, por exemplo.

O conhecimento científico atual é formal mas nem sempre foi assim. Segundo Alves (1990), houve um processo contínuo de criação, mas não linear, através do qual este conhecimento se afastou e rompeu com interpretações de mundo intimamente relacionadas aos sentidos. Somente com o conhecimento de como evoluíram os conceitos científicos, como surgiram as teorias e, conseqüentemente o pensamento científico, é que seremos capazes de compreender o atual, desmitificando e contextualizando a Ciência.

Penha Maria Cardoso Dias (2001) afirma que a História de uma ciência *é o legítimo foro de investigação de seus fundamentos*. No entanto, ela alerta que nem todos os modos de se fazer História são adequados à fundamentação de uma ciência, e então ela estabelece parâmetros para essa delimitação:

*A História da descoberta de um conceito mostra não somente **como** o conceito foi criado, mas, sobretudo, seu **porquê**; a História mostra as questões para cujas soluções o conceito foi introduzido, revela o **quê** o conceito faz na teoria, sua função e seu significado. A História revive os **elementos do pensar** de uma época, revelando, pois, os ingredientes com que o pensamento poderia ter contado na época em que determinada conquista foi feita. Ela desvenda a **lógica** da construção conceitual; nesse esforço, ela revela, também, os “buracos lógicos” que o conceito preenche, revivendo o próprio ato intelectual da criação científica. (p. 227)*

No estudo da história da Ciência podemos compreender *por quê as leis científicas são o que são* (Harré, 1985, p. 170). A História revela a construção da Ciência; como se forjam *lenta e progressivamente, seus instrumentos e ferramentas, isto é, os novos conceitos, os novos métodos de pensamento* (Koyré, 1991, p. 181). O estudo do processo histórico de construção de conceitos de uma ciência revela a lógica do pensamento nessa ciência e a sua própria natureza.

*A ciência não é apenas uma coleção de leis, um catálogo de fatos não-relacionados entre si. É uma criação da mente humana, com seus conceitos e idéias livremente inventados. As teorias... tentam formar um quadro da realidade e estabelecer sua conexão com o amplo mundo das*

*impressões sensoriais. Assim, a única justificativa para as nossas estruturas mentais é se e de que maneira as nossas teorias formam tal elo. (Einstein e Infeld, 1976, p. 235)*

Neste contexto, a História da Ciência procura restabelecer os elos entre os modelos do real e o mundo das impressões sensoriais, como disseram Einstein e Infeld. E este constitui todo o esforço de cientistas em todas as épocas: conhecer a origem das teorias, suas limitações, compará-las com a realidade, e reconstruí-las ou aperfeiçoá-las. Vale ressaltar a afirmação de Newton a respeito de seu próprio trabalho, feita por escrito em 5 de fevereiro de 1675, e que se eternizou: *Subi nos ombros de gigantes*. Ele, aqui, reconhece que foi necessário conhecer o pensamento de seus predecessores, assim como estar a par dos problemas científicos e dos obstáculos que se colocavam.

O conhecimento científico, como modelo do real, tem a característica de um permanente devir, um vir a ser, que o torna sempre inacabado, incompleto, pois há sempre a possibilidade de uma análise mais recente do mesmo objeto sob um novo e ainda inexplorado ângulo. *Em nossa grande história de mistério não há problemas resolvidos e solucionados para sempre* (Einstein e Infeld, 1976, p. 39). Portanto, a investigação histórica pode ser um elo entre a evolução do homem em sociedade e a evolução da ciência que o homem constrói.

### **3. EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E HISTÓRIA DA CIÊNCIA**

O pensamento é uma semiose, um processo de elaboração e interpretação contínua de signos lingüísticos e simbólicos, implicado em um processo de evolução constante e de atualização do pensamento, traduzido por um desejo de aprender.

Peirce (apud Silveira, 1992) compreende a aprendizagem como o exercício da racionalidade e do arbítrio, na medida em que o ato de aprender está imbricado em uma busca de respostas, metodicamente consideradas, a partir de questões inicialmente levantadas, para as quais o sujeito da aprendizagem tem seus interesses voltados. Conseqüentemente, nesta concepção aspectos como liberdade, razão e espontaneidade encontram-se estreitamente relacionados à aprendizagem. Por outro lado, o autor considera o ensino como exercício do poder social, cuja função é a manutenção da ordem social. Peirce foi um veemente crítico da educação de sua época; ele opôs o ensino e a

aprendizagem, tendo como critérios suas funções e seus domínios de legitimidade. E justifica esta oposição a partir da consideração de que qualquer tipo de ensino estabelece-se a partir de um princípio de autoridade, enquanto a aprendizagem fundamenta-se em uma premissa de liberdade:

*o princípio de autoridade da relação do ensino atropelava o processo de aprendizagem como aquisição de um hábito interior, assim como impedia a busca amorosa da verdade, dadas as formas coercitivas de repressão ao erro (p.95, grifos nossos).*

Peirce fundamenta a base semiótica da aprendizagem, entendida como construção espontânea de conhecimento; espontânea mas não espontaneísta. E, neste ponto, suas idéias aproximam-se da concepção piagetiana de aprendizagem, considerando que Piaget (1973) também compreende que há um processo de construção de conhecimento, como um esforço racional, lógico, do sujeito compreender e interpretar a realidade, originando um tipo de conhecimento espontâneo, baseado no senso comum.

Um dos problemas fundamentais do Ensino de Ciências relaciona-se com essa construção de conhecimento espontâneo. Quase sempre este tipo de conhecimento, profundamente arraigado em observações e em práticas cotidianas, afasta-se do conhecimento científico atualmente aceito. E no interior da sala de aula observa-se que os alunos apresentam esse tipo de conhecimento do senso comum enquanto o professor tenta, através de técnicas e métodos de ensino, orientar a aprendizagem para a compreensão da perspectiva científica. É o problema básico da mudança conceitual que deve ocorrer na mente do aluno, necessária para o entendimento da realidade.

Como tantos outros pesquisadores, da área de Educação ou de áreas específicas de conhecimento, Peirce aponta para o problema da consideração do erro do aluno no meio educacional. O erro do aluno, análogo ao erro do cientista, deve servir de base para revisões constantes do processo de construção do conhecimento, das conjecturas, dos resultados das análises de dados e conclusões, e não ser tratado como algo a ser reprimido ou castigado. O que quero enfatizar é a necessidade de se permitir que os alunos errem e reflitam sobre seus próprios erros, fundamentando o processo de aprendizagem na discussão das idéias que emergem para explicar fenômenos naturais, *começando de suas próprias observações, os estudantes desenvolvem conceitos básicos, usam e interpretam*

*diferentes formas de representações científicas, e constroem modelos explanatórios com capacidade preditiva* (McDermott, 1996). É importante que os alunos construam suas concepções sobre o mundo, concepções do senso comum, para compreenderem o conhecimento cientificamente aceito.

O termo senso comum, assim como a expressão construção de conhecimento ou conhecimento espontâneo gerou muita confusão, e ainda gera nos dias de hoje entre pesquisadores da área educacional não familiarizados com a abordagem construtivista no processo de aprendizagem. Muitos profissionais da área consideram o senso comum como se fosse comum, isto é, simplório, usual; ledor engano. Nem tudo o que ocorre ou que é observado no cotidiano constitui o senso comum. É necessário fazer a distinção entre senso comum e bom senso. Em Gramsci (1991) encontra-se exemplo do bom senso; em Alves (1990) tem-se bem claramente exemplos do conhecimento do senso comum. O bom senso nos alerta para o fato de que não devemos segurar um ferro quente, pois vamos ter as mãos queimadas. A observação do mesmo fenômeno, de acordo com o pensamento do senso comum, leva-nos a comparar, por exemplo, que o ferro quente queima as mãos assim como o gelo também provoca esta mesma sensação térmica, e a procurar uma explicação lógica para estas observações. Portanto, o conhecimento do senso comum é elaborado a partir de observações do cotidiano, apresentando coerência interna.

O conhecimento científico evoluiu a partir das idéias do senso comum, como assinalado por Alves (1990), entre outros. Observa-se que as idéias de alunos apresentam certa semelhança com idéias antigas e ultrapassadas. Por exemplo, encontram-se estudantes que, apesar de terem estudado a concepção heliocêntrica do universo, mantêm sua convicção numa concepção geocêntrica (Baxter, 1989). Historicamente verificou-se a coexistência de pelo menos duas concepções entre os pensadores gregos. Os filósofos aristotélicos defendiam o ponto de vista geocêntrico enquanto que pensadores como Eudóxio de Cnido e Apolônio, contemporâneos de Aristóteles, levantaram a hipótese de um sistema Terra-Sol-Planetas que girava em torno de um ponto que seria o centro do Universo, e que séculos mais tarde poderia ter influenciado as idéias de Copérnico, corroboradas por suas observações (Holton, 1964; Dampier, 1983; Nussbaum, 1986; Ronan, 1989; Koyré, 1991). Pesquisas na área de Ensino de Física confirmaram que há uma relação entre as idéias do senso comum de alunos com as concepções baseadas no senso

comum que historicamente se desenvolveram e que influenciaram toda a construção do arcabouço conceitual que fundamenta o conhecimento científico (Nussbaum, 1986; Baxter, 1989; Sequeira e Leite, 1991; Goulart, 1994). Mas vale ressaltar que as semelhanças identificadas entre as idéias do senso comum de estudantes e aquelas desenvolvidas na história da ciência referem-se ao conteúdo das concepções, não ao contexto cultural no qual elas surgiram. Devido a esta questão, acredita-se que é extremamente importante incluir e relacionar os conceitos científicos que se aprende na escola com o desenvolvimento histórico destes mesmos conceitos, considerando também o contexto político-social no qual eles foram gerados.

Portanto, para o problema fundamental da mudança conceitual no Ensino de Ciências convergem outras duas temáticas recorrentes: as pré-concepções construídas no cotidiano e a evolução dos conceitos aceitos pela comunidade científica. As pré-concepções foram extensamente investigadas, como por exemplo nos trabalhos de Driver, 1989; Nussbaum, 1986; Goulart e Barros, 1986; Villani, 1989; e Zilbersztajn, 1983. Dessas pesquisas, entre muitas outras no Brasil e no exterior, surgiu uma preocupação sobre o **SER** e o **FAZER** do professor de Ciências (Arroyo, 1985; Antuña, 1999) e, concomitantemente, emergiu uma proposta de ensino de ciências inovadora, baseada em um enfoque que interrelaciona Ciência-Tecnologia-Sociedade, que aponta para a necessidade de incluir-se nos currículos formais temas sociais, políticos, éticos, **históricos**, relacionados à produção científica e à aprendizagem em Ciências (Rosenthal, 1989).

É com o desenvolvimento de pesquisas na Área de Ensino de Ciências, apoiado pelo Subprograma de Pesquisa em Ensino de Ciências (SPEC/CNPq), que durante duas décadas capacitou pessoal docente para atuar nesta área e estimulou a formação de grupos e de projetos de pesquisa em ensino, de linhas de pesquisa e de programas de pós-graduação, que um novo rumo nas propostas curriculares para o Ensino de Ciências começa a despontar no cenário educacional brasileiro; rumo no qual a História da Ciência tem papel relevante.

#### **4. HISTÓRIA DA CIÊNCIA E FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIA**

A evolução de uma Ciência é fator importante para a formação do professor de Ciências e para a prática do ensino desta disciplina, portanto, vou tentar fundamentar

esta afirmação a partir de minha própria experiência como professora em um curso de Licenciatura em Física.

Tive ocasião de observar, no decorrer de nove anos como professora da disciplina de Evolução da Física, que a maioria dos estudantes tende a estranhar que para alcançar o *status* de teoria científica a comprovação de uma hipótese necessite da apreciação no meio acadêmico. Na concepção destes estudantes, a comprovação de uma hipótese é razão necessária e suficiente para o estabelecimento de uma teoria científica. Ou seja, estes alunos não percebem que o conhecimento científico é a propriedade comum de um grupo (Kuhn, 1989); um grupo científico é um grupo social. A História da Ciência compreende a história deste grupo e a de seus construtos.

Um outro fato que me provoca a escrever sobre as relações necessárias entre a História da Ciência e a Formação de Professores de Ciências relaciona-se com uma questão que tem sido colocada pelos futuros professores com certa frequência: Se não houvesse um Newton haveria a Gravitação Universal, por exemplo ? Isto indica que estes alunos pensam nos cientistas como pessoas especiais, sem as quais a Ciência não evoluiria. No entanto, estudos de História da Ciência nos mostram que a realidade da produção científica não é bem assim. Por exemplo, Koyré (1968) e Cohen (1981) mostram que a idéia de gravitação universal circulava entre cientistas do século XVII. A História da Ciência pode desmitificar a Ciência e os cientistas, tornando ambos mais humanos.

Atualmente, as Diretrizes Curriculares para o ensino de Ciências na Educação Básica apresentam marcadamente ênfase em abordagens que surgiram a partir do esforço de muitos educadores na área de Pesquisa em Ensino de Ciências. E trazem para a formação dos professores dessa disciplina novas exigências, que Perrenoud (2000) sintetizou muito bem: domínio do conteúdo, de métodos e técnicas de ensino, de estratégias para dirigir e orientar a aprendizagem, capacidade de planejar com criatividade, habilidades relativas à empiria, capacidade de avaliação e de organização de estratégias de ensino e de aprendizagem, **conhecimento da história e filosofia de sua disciplina**, capacidade de trabalhar com a Ciência no cotidiano, participar da organização da escola e de entidades de classe, entre outras que são citadas. Antes deste autor, Kuhn (1991) já defendia que a educação científica deveria cuidar para que os **professores compreendessem a estrutura e**

**a evolução de sua disciplina.** Além destes, muitos outros autores nacionais e estrangeiros compartilham desta mesma opinião.

Estas novas exigências sobre a formação inicial e continuada do professor de Ciências motivaram a investigação deste mesmo professor, de sua prática pedagógica, da busca de um conhecimento científico mais concreto e relacionado com a realidade, e da **compreensão da evolução dos conceitos e suas relações com a aprendizagem de Ciências.**

No entanto, cabe enfatizar que o conhecimento da História da Ciência também possui um outro valor ainda pouco explorado em cursos de formação de professores: o de provocar uma transformação na compreensão da interrelação entre a Ciência e a Sociedade; entre a Ciência e outros saberes não científicos. Portanto, eu me atrevo a afirmar que a dimensão da transdisciplinaridade é inerente à compreensão da evolução do conhecimento científico, pois apenas com referência a esta dimensão é possível entender as pré-condições e as conseqüências de um fato histórico, como por exemplo, o newtonianismo, no século XVIII, que influenciou a Literatura e as Artes. O estudo da história de uma Ciência pode mostrar a marca indelével que uma teoria pode ocasionar no meio em que ela surgiu e, reciprocamente, trazer à tona as influências culturais sobre o desenvolvimento do conhecimento científico.

## **BIBLIOGRAFIA**

- ALVES, R., (1990). *Filosofia da Ciência*. São Paulo: Civ. Brasileira.
- ANTUÑA, J.M., (1999). La formación de Físicos en Cuba. In: *Rev. Bras. Ens. Fís.*, 21(3).
- ARONS, A.B., (1997). *Teaching introductory Physics*. New York: John Wiley & Sons.
- ARROYO, M.G., (1988). Função social do ensino de ciências. In: *Em Aberto*, nº 40.
- \_\_\_\_\_, (1985). Quem de(forma) o profissional do ensino ? In: *Rev. de Educação AEC*, nº 58.
- BAXTER, J., (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. In: *Int. J. Sci. Educ.*, v.11, special issue.
- BORN, M. et alii., (1990). *Problemas da Física Moderna*. 2 ed. São Paulo: Perspectiva.
- BUNGE, M., (1976). *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*. 5 ed. Barcelona: Ariel.
- CAPEK, M., (1964). *The philosophical impact of contemporary Physics*. 2 ed., London: Van Nostrand Co., Inc.
- CARUSO, F. & SANTORO, A., (1994). *Do Átomo Grego à Física das Interações Fundamentais*. Rio de Janeiro: AIAFEX.
- COHEN, B.I., (1981). Newton's Discovery of gravity. In: *Sci. Am.*, mar, 244
- CUDMANI, L.C., (1998a). La resolución de problemas en el aula. In: *Rev. Bras. Ens. Fís.*, 20(1).
- \_\_\_\_\_, (1998b). Panorama de las Principais Lineas y Tendencias en Investigación Educativa en Física en la Última Década. In: *Rev. Bras. Ens. Fís.*, 20(4).

- DIAS, P.M.C., (2001). A (Im)Pertinência da História ao Aprendizado da Física (Um Estudo de Caso). In: *Rev. Bras. Ens. Fís.* 23(2).
- DRIVER, R., (1989). Students' conception and the learning of science. In: *Int. J. Sci. Educ.*, v.11, special issue.
- EINSTEIN, A., (1984). *O significado da relatividade*. Coimbra: Armênio Amado.
- EINSTEIN, A. e INFELD, L., (1976). *A evolução da Física*. 3 ed. Rio de Janeiro: Zahar.
- GOULART, S.M., (1994). *A sala de aula como universo do conhecimento físico*. Rio de Janeiro: UERJ, Dissertação de Mestrado.
- GOULART, S.M. e BARROS, S.L.S., (1986). Concepções prévias de crianças sobre fenômenos físicos relativos à luz: análise qualitativa. In: *Cad. Cat. Ens. Fís.*, 6(1).
- GRAMSCI, A., (1991). *Os intelectuais e a formação da cultura*. 8 ed. Rio de Janeiro: Civ. Brasileira.
- HOLTON, G. e ROLLER, H.D., (1975). *Fundamentos de la Física Moderna*. Espanha: Ed. Reverté.
- KOYRÉ, A., (1991). *Estudos da história do pensamento científico*. 2 ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária.
- \_\_\_\_\_, (1968). *Études newtoniennes*. Paris:Gallimard.
- KUHN, T.S., (1989). *Estrutura das Revoluções Científicas*. 3 ed. São Paulo: Perspectiva.
- \_\_\_\_\_, (1989). *A tensão essencial*. Rio de Janeiro: Ed. 70.
- \_\_\_\_\_, (1990). *A Revolução Copernicana*. Rio de Janeiro: Ed. 70.
- LENOBLE, R., (1990). *História da Idéia de Natureza*. Rio de Janeiro: Ed. 70.
- NEWTON, I., (1990). *Principia: Princípios Matemáticos de Filosofia Natural*. V. 1. São Paulo: EDUSP.
- NUSSBAUM, J., (1986). Students' perception of astronomical concepts. In: *GIREP Conference*, Copenhagen, aug, (Atas).
- OIAGEM, E.R., (1993). Ciências: ajudando na formaçãp do aluno é fundamental desenvolver habilidades. In: *Rev. do Professor*, 9(33), Porto Alegre.
- PERRENOUD, P., (2000). *Dez novas competências para a formação de professores*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- PIAGET, J., (1973). *The child's conception of the world*. Paladin, 1973.
- RAY, C., (1993). *Tempo, espaço e filosofia*. Campinas: Papyrus.
- ROSENTHAL, D.B., (1989). Two approaches to Science-Technology-Society (S-T-S) Education. In: *Sci. Educ.*, 73(5).
- RONAN, C.A., (1987). *História ilustrada da ciência*. 4 v. São Paulo: Círculo do Livro S.A.
- ROSSO, A.J. e SOBRINHO, J.A.C.M., (1997). O Senso Comum, a Ciência e o ensino de Ciências. In: *Rev. Bras. Ens. Fís.*, 19(3).
- SCHENBERG,M., (1990). *Pensando a Física*. 4 ed. São Paulo: Nova Stella.
- SEQUEIRA, M. e LEITE, L., (1991). Alternative conceptions and history of science in Physics Teacher Education. In: *Sci. Educ.*, 75(1).
- SILVEIRA, L. F. B. da., (1992). Semiótica e aprendizagem. In: SERBINO, R.V. e BERNARDO, M. V. C. *Educadores para o século XXI: uma visão multidisciplinar*. São Paulo: UNESP.
- VILLANI, A., (1989). Idéias espontâneas e ensino de Física. In: *Rev. Bras. Ens. Fís.*, v.11, dez.
- ZILBERSZTAJN, A., (1983). Concepções espontâneas em Física: exemplos em Dinâmica e implicações para o ensino. In: *Rev. Bras. Ens. Fís.*, 5(2).
- ZIMAN, J., (1981). *A força do conhecimento: a dimensão científica da sociedade*. Belo Horizonte: Itatiaia.