

## O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: RECONSTRUÇÃO HISTÓRICA

Rodrigues, Bruno A.<sup>1</sup>, Borges, A. Tarciso<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UFMG / Programa de pós-graduação da Faculdade de Educação/brunoaugustorodrigues@gmail.com

<sup>2</sup>UFMG / Programa de pós-graduação da Faculdade de Educação e Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais /tarcisocoltec@gmail.com

### Resumo

Para alguns a idéia de ensinar e aprender ciências através de investigações é apenas a tradução de boas práticas de ensino. Essa visão desconhece as origens da idéia e os embates na história de construção de consensos sobre como devemos ensinar e aprender ciências. A longa história do ensino de ciências através de investigações é marcada pela confusão entre o significado de ensinar ciência por meio de investigações e sobre sua implementação em sala de aula. O objetivo desse trabalho é elaborar uma reconstrução histórica da metodologia de ensino por investigação, baseado no conceito de estilo de pensamento de Ludwik Fleck. Com isso, pretendemos evidenciar que a idéia de ensinar através de investigações sofreu diversas modificações, passando pela filosofia de Dewey, com importantes contribuições de Schwab e Rutherford, até que o coletivo de pensamento da comunidade acadêmica de ensino de ciências passasse a compreender a idéia como conteúdo e como técnica de ensino. De fato, nossa análise mostra que foi apenas por volta dos anos 80 que se formou uma espécie de consenso que possibilitou a comunidade de educadores e pesquisadores do ensino de ciência diferenciar os termos “ensino como investigação” (teaching as inquiry) de “ensino por investigação” (inquiry teaching).

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências; Ensino como Investigação; Ensino por Investigação; Coletivo de Pensamento.

### Abstract

To most educators the idea of teaching and learning science by conducting investigations is only the translations of good teaching practices. However, such a vision conceals the origins of the idea and the disputes involved in the construction of consensual views about how we should teach science. The teaching of science by conducting investigations (inquiry teaching) has a long history that reveals the confusion existing at many times between the meaning of the ideas of ‘teaching science as inquiry’ and how to implement it in classroom. The purpose of this work is to elaborate an historical reconstruction of the methodology of teaching science through investigation drawing on Ludwik Fleck’s ideas on learning style. The aim is to highlight the many changes in the past ideas about the value of having children learning science by doing observations and practical activities. The paper briefly highlights the contribution of Dewey, Schwab, Rutherford, and others, showing that throughout its development three different ways of conceiving the idea of learning through inquiry have come to fore, until a consensual view, established in the 1980’s .

**Keywords:** Science Education; Inquiry Teaching; Inquiry as Teaching, Thought-collective

## Introdução

Para alguns autores não faz sentido situar historicamente o nascimento da metodologia de ensino por investigação. Para alguns (veja Munford e Lima, 2008) não há novidade em aprender ciência realizando observações e formulando questões para serem investigadas. Trata-se de uma abordagem fundamental para compreender o mundo, em acordo com a idéia de que a curiosidade é uma característica natural do ser humano e que por isso todas as atividades humanas são resultantes e guiadas pela curiosidade e pela investigação.

Contudo, Munford e Lima (2008) apontam que esse tipo de colocação torna trivial as iniciativas do ensino de ciências através da investigação. Ela não reflete a preocupação que educadores das ciências da natureza tiveram em reverter a ênfase na transmissão de conceitos e teorias, bem como discussões nos campos da filosofia, sociologia e história da ciência sobre o processo de desenvolvimento do conhecimento científico.

Desta forma, este trabalho se propõe a elaborar uma reconstrução histórica da metodologia de ensino por investigação, adotando o conceito de estilo de pensamento (Fleck, 1979). Pretendemos com esta abordagem demonstrar que a idéia de ensinar como investigação sofreu diversas modificações, passando pela filosofia de Dewey e pela obra de Schwab até que o coletivo de pensamento da comunidade acadêmica de ensino de ciências compreendesse a investigação como conteúdo e como metodologia de ensino.

## Estilo de pensamento e a história da ciência

Segundo Campos e Cachapuz (1997) entre o empirismo-positivista<sup>1</sup> e o racionalismo-construtivista<sup>2</sup> surgiram várias referências para compreender a natureza da ciência e seu desenvolvimento. Essas reflexões contribuíram de forma expressiva para o desenvolvimento do ensino de ciências, por aprofundarem a compreensão da ciência, da atividade científica e o do seu impacto sobre nossa sociedade.

Para Bybee (2000), a idéia do ensino de ciência como investigação possui uma longa história na educação científica e é uma história de confusão entre o significado de ensinar ciência por investigação e sobre sua implementação em sala. Para descrever esta história lanço mão de alguns conceitos desenvolvidos por Ludwik Fleck em seu livro, “*A Gênese e o Desenvolvimento de um Fato Científico*” (FLECK, 1979), primeiramente editado em 1935.

Em sua obra, Fleck traça a trajetória do conceito de sifilis ao longo dos anos e como tal conceito teve implicações no conhecimento da doença e sua aplicação no diagnóstico e tratamento pela comunidade médica. Para Fleck (1979) um dado científico é compreendido dentro de uma estrutura que ele denominou de **estilo de**

---

<sup>1</sup> Processo de investigação da natureza demarcado por um método científico único e universal respaldado pela obtenção de dados empíricos e pela indução. Como efeito, se uma teoria não é capaz de explicar um dado ela deve ser substituída por outra que abarque o maior número de dados empíricos. Através desta visão da ciência o progresso da ciência é cumulativo.

<sup>2</sup> Oposto ao acúmulo científico, entende a ciência como atividade humana dependente do contexto. Questiona provas empíricas e é acusado de introduzir aspectos subjetivos na ciência. Através desta visão, toda observação supõe convenções e estas não são nem verdadeiras nem falsas.

**pensamento** (tradução de “Denkstil” em alemão). Segundo Pfuetzenreiter (2007) trata-se de uma disposição para o perceber orientado.

Condé (2005) aponta que Fleck antecipou-se muito à Thomas Kuhn, sendo um dos primeiros a perceber que um fato científico não é algo dado, mas que possui dimensões psicológica, social e histórica. Fleck (1979) também denominou de **coletivo de pensamento** (“Denkkollektiv” em alemão) as idéias compartilhadas por um grupo que comungam um determinado estilo de pensamento, referindo-se ao esforço coletivo necessário para o desenvolvimento do moderno entendimento do conceito de sífilis. Este, em seus aspectos históricos, evoluiu desde o século XV até o diagnóstico através de uma amostra de sangue pela “reação de Wassermann” no início do século XX (CONDÉ, 2005).

Por outro lado, Thomas Kuhn (KUHN, 1970) é responsável, em grande medida, pela apresentação de Fleck para o debate contemporâneo sobre a epistemologia e história das ciências. Mas enquanto Kuhn pressupõe a ciência como um evento revolucionário, movido por rupturas nas idéias e práticas científicas compartilhadas por uma comunidade, ou seja, um paradigma, para Fleck entre o sujeito e o objeto de estudo interpõe-se a comunidade científica através do coletivo de pensamento. Desta forma, o fato não é algo como uma pura descrição de um sujeito isolado. Por pertencer a uma comunidade, o estilo de pensamento sofre um reforço social. Assim, o coletivo de pensamento pode ser descrito como um evento evolucionário, em que o surgimento de novos fatos e idéias é concebido como uma mutação continuada (CONDÉ, 2005).

Desta forma, a construção de um conhecimento depende não só da relação entre o sujeito cognoscente e o objeto de estudo, mas sim da triangulação entre o sujeito, o objeto e o estado do conhecimento. Ou seja, a elaboração de um conhecimento científico depende também da influência do coletivo de pensamento e não apenas do pesquisador e da sua capacidade de interpretar um dado empírico.

Muito embora Fleck tenha formulado sua teoria para discutir a gênese e o desenvolvimento de um fato científico específico, autores como Pfuetzenreiter (2007) indicam que a proposta pode ser empregada para o estudo de vários tipos de comunidades e suas interações com a produção do conhecimento. Delizoicov (2002) sugere que as categorias analíticas de Fleck podem ser aplicadas tanto para o conhecimento comum, como para o científico e as possíveis inferências que daí possam ser obtidas. Assim, ao longo dessa reconstrução histórica utilizarei alguns conceitos da teoria de Fleck para esclarecer o coletivo de pensamento do ensino por investigação atual.

### **Proto-idéias sobre o uso do laboratório no currículo de ciências no final do século XIX**

Durante o século XIX o currículo escolar europeu e norte-americano, era dominado pelos estudos clássicos, sendo eles a matemática e a gramática. Mas a ciência despontava como uma disciplina importante para a formação dos indivíduos. O principal argumento para a inclusão do estudo da ciência no currículo era a crença de que a ciência se diferenciava do clássico por oferecer prática na lógica indutiva. Ou seja, desenvolver princípios gerais a partir de observações empíricas específicas. O oposto da lógica dedutiva, que parte de princípios gerais para observações específicas. (DEBOER, 2006).

Por sua vez, Bybee (2000) aponta que Charles W. Eliot, presidente da Universidade de Harvard de 1869 a 1895, articulou a necessidade do ensino de ciência e do uso de laboratórios no currículo escolar. DeBoer (2006) destaca ainda a defesa do ensino de ciências de T.H. Huxley, especialmente sua defesa do valor das atividades práticas. Thomas Huxley (1825-1895) foi um médico e biólogo britânico, ardoroso defensor das idéias evolucionistas de Darwin, e também secretário e presidente da Royal Society durante longo período. No Brasil, a partir de uma reconstrução histórica do ensino de química, Ferreira e Hartwing (2004) afirmam que o ensino de ciências iniciou-se em 1880 nas escolas secundárias de São Paulo.

Na descrição de DeBoer (2006) da inclusão da ciência no currículo escolar e discussões sobre como ela deveria ser ensinada, destacam-se as contribuições das atividades práticas e a emergência das discussões sobre a importância do laboratório escolar (BORGES, 2002). Acadêmicos e intelectuais da época concordavam em afirmar que o importante no ensino de ciências era que não fosse dogmático. Deveria ser de forma indutiva para que os estudantes desenvolvessem sua própria forma de busca por conhecimento. O propósito comum era propor um ambiente que ajudasse os estudantes a desenvolver suas habilidades de pensar, comparar, discriminar e raciocinar indutivamente. Um local que seria usado tanto para a verificação de princípios químicos e físicos, como para as descobertas independentes, provenientes da curiosidade dos estudantes.

Entretanto, também havia estudiosos que reconheciam a impraticabilidade de se ter estudantes gastando todo o tempo de aula em descobertas independentes. Estes educadores propunham o uso de investigações guiadas pelo professor, que proporia questões, proveria o material a ser utilizado e forneceria sugestões sobre o que observar. O professor basicamente deveria fazer questões orientando os estudantes através das descobertas (DEBOER, 2006).

Desta forma, podemos resumir que, durante o século XX surgiram três formas de ensino através do laboratório. A primeira chamada de “**descoberta verdadeira**” (true discovery), em que os estudantes tinham o máximo de liberdade para explorar o mundo natural por conta própria e segundo seus interesses, tal como um cientista. Durante boa parte do século XIX a comunidade científica era pequena e a comunicação entre cientistas e o público mais informal. Não existiam cursos destinados à formação de cientistas em áreas específicas. A segunda foi chamada de **verificação**, uma abordagem em que os estudantes confirmavam fatos ou princípios científicos no laboratório. Uma abordagem chamada também de não científica porque os estudantes já sabiam o que deveriam encontrar. E a terceira foi chamada de **investigação**, referindo-se à descoberta guiada, em que o estudante não teria de descobrir tudo por si só, mas orientado a resolver questões para as quais ele que não sabe a solução (DEBOER, 2006).

Desta forma, pode-se destacar três estilos de pensamento sobre a prática educativa no laboratório científico escolar. Trata-se das pré ou proto-idéias sobre o uso do laboratório no currículo. De acordo com Pfuetzenreiter (2007), para Fleck os conceitos dentro da ciência não estão encerrados, sofrem perda de alguns aspectos e a incorporação de outros. As pré ou proto-idéias são as idéias originais sobre os fatos que se transformam ao longo do tempo. Desta forma, pode-se dizer, a partir da inserção do ensino de ciências no currículo escolar e da clara necessidade de aulas práticas, que inicialmente existiam basicamente três formas de trabalhar no laboratório escolar.

Apesar de diferenciar três estilos de pensamento é necessário apontar que todos eles possuem um ponto comum. Para Deboer (2006) os objetivos da educação científica durante a segunda metade do século XIX podem ser expressos principalmente em termos do desenvolvimento pessoal dos indivíduos. O que incluía ter familiaridade com fatos e princípios essenciais à vida em uma era científica, além do treino proveniente da prática do raciocínio indutivo. Também tinha como meta o desenvolvimento da capacidade de elaborar conclusões de forma independente a partir de evidências. A idéia principal era a busca de uma forma de promover a autonomia dos aprendizes, o que serviria muito bem para a formação de cidadãos em uma sociedade democrática (DEBOER, 2006). Um estilo de pensamento que reflete o coletivo de pensamento da época.

### **Ensino de ciência e o pragmatismo no século XX**

Apenas durante a primeira metade do século XX é que os benefícios individuais da educação científica tornaram-se menos importantes do que o seu valor social. O estilo de pensamento da educação norte-americana adotou uma perspectiva pragmática à medida que procurava dar respostas aos problemas urgentes como o rápido crescimento do país movido pela industrialização, imigração, urbanização, saúde pública, e outros problemas sociais básicos. John Dewey (1902-1990) é apontado como sendo, em grande parte, a pessoa que mais influenciou esta abordagem da educação (DEBOER, 2006).

Segundo Rudolph (2005), o trabalho de Dewey é útil não apenas por sua associação com a educação, mas por causa da metáfora desenvolvida por ele da ciência como instrumento para o progresso. De forma sintética e prática, Dewey aponta que o teste de validação de uma idéia ocorre quando o seu uso funcional e instrumental é eficaz na transição de uma experiência relativamente conflitante para uma outra relativamente integrada (Dewey, 1903). Neste sentido, Rudolph (2005) explica que algumas idéias ajudam a resolver situações incertas, e investigações bem sucedidas desenvolvem-nas na forma de conceitos ou teorias que não só auxiliam na resolução da situação, como também são úteis em investigações posteriores.

Os significados destes constructos teóricos provêm da forma com que eles se relacionam com outros constructos, como parte do que Dewey chama de “sistema cognitivo” (RUDOLPH, 2005). Assim, o conhecimento provém do entendimento do papel funcional das idéias nesse sistema e de como ele é desenvolvido para fortalecer o nosso entendimento do mundo (GODFREY-SMITH, 2002). Cunha (2001) também enfatiza a noção de movimento presente na obra do filósofo americano e destaca que a proposta deweyana para a filosofia é a de promover uma reflexão sobre a experiência dos homens no mundo real e não sobre valores transcendentais e imutáveis.

Foi, portanto, a partir de uma visão instrumentalista e adepta à atitude inquieta de busca que Dewey criticou o ensino de ciência em seu tempo, argumentando que a educação enfatizava o acúmulo de informações acabadas, com as quais os estudantes deveriam estar familiarizados. Para Dewey este tipo de abordagem não é o bastante para entender a ciência como um método de pensamento e uma atitude mental que ajuda a transformar formas de pensamento.

Posteriormente, Dewey publicou em 1938 o livro *Logic: The Theory of Inquiry*, em que discutia os estágios principais do método científico: indução, dedução, lógica matemática, e empirismo. Nesta obra ele articulava os objetivos do ensino de ciência como investigação: desenvolver o pensamento e a razão, formar hábitos da mente, aprender assuntos da ciência e entender os seus processos. Para Bybee (2000) esta obra sem dúvida influenciou muitos livros-texto de ciência que tratavam a produção de conhecimento a partir de um método fixo, em oposição à variedade de estratégias cujo uso depende da questão a ser investigada.

Assim, apesar de Dewey acreditar na existência de um único método aplicável a qualquer experiência científica ele influenciou muitos educadores. O uso que Dewey faz do termo experiência é original e pouco compreendido, o que levou a que suas idéias fossem usadas para justificar a necessidade de atividades práticas no currículo de ciências, a importância das atividades fora da escola e a “pedagogia de projetos”, conforme apontam seus estudiosos (WONG et al., 2001). Para o filósofo a investigação deve nos ajudar a considerar nossas impressões passadas à luz do que estamos aprendendo, iluminando possibilidades e nos ajudando a escolher por qual caminho nos aventuraremos da próxima vez (DEWEY, 1916).

Desta forma, o estilo de ensino por investigação era agora visto como uma forma de desenvolver as habilidades de resolução de problemas específicos, mas de significância social ao invés de uma forma de disciplinar o raciocínio indutivo. Preparar os estudantes para a vida em uma democracia implica que a educação precisa fornecer as habilidades e a disposição para formular questões significativas e importantes para eles, e uma vez que existe um aspecto colaborativo na sociedade democrática, os estudantes também precisam desenvolver a capacidade de investigar de forma cooperada.

### **Retorno ao rigor acadêmico na segunda metade do século XX**

Aquela caracterização do uso do laboratório de ciências para a investigação de problemas genuínos para os estudantes começou a se modificar a partir da segunda metade do século XX. Com o crescimento do número de cientistas, engenheiros e a criação de departamentos de pesquisa, do desenvolvimento nas indústrias e da graduação de professores das ciências teve início um movimento crítico que acreditava que a ciência havia perdido o seu rigor acadêmico e parte da sua força. Tal movimento refletia uma preocupação com a aplicação prática do conhecimento científico e com uma ênfase excessiva sobre a relevância social e o interesse do estudante. Argumentava-se que o papel primeiro das escolas deveria ser o treinamento de uma inteligência disciplinada e a transmissão da herança cultural. A crítica era de que a educação científica estava centrada demais nos estudantes e era necessário o retorno a uma disciplina mais intransigente. Este era o início de um movimento de reforma que se iniciou nos anos 50 e terminou nos anos 70 (DEBOER, 2006).

No período dos ‘grandes projetos’, as atividades de laboratório ganharam papel central nas reformas curriculares dos Estados Unidos. Deboer (2006) afirma que os líderes deste movimento acreditavam que a ciência deveria ser ensinada tal como ela é praticada pelos cientistas, de forma a torná-la mais autêntica. Este período foi marcado pelo surgimento dos ‘grandes projetos’, isto é, BSCS (Biological Sciences Curriculum Study) e PSSC (Physical Science Study Committee), SCIS (Science Curriculum Study) e o ESS Elementary Science Study (Elementary Science

Study). Para Ferreira e Hartwing (2004), este movimento histórico do ensino das ciências passou a ter o objetivo de transformar o aluno em um mini-cientista através do “método de ensino por descoberta”, que no Brasil tomou forma a partir de 1967 com a tradução e utilização dos materiais desenvolvidos em tais projetos. A tradução desses projetos norte americanos para o português foi em grande medida responsável pelas bases da educação científica presente nos projetos atuais.

Neste momento, a principal diferença entre o coletivo de pensamento vigente para o ensino como investigação, no sentido de ensinar fazendo, e a versão predominante no início do século estava na busca por um ensino mais rigoroso. O que para os futuros cientistas representaria a vantagem de uma introdução precoce à lógica e métodos do campo de trabalho escolhido, e para o público em geral uma imagem forte e objetiva da ciência, bem como a apreciação dos métodos das ciências (DEBOER, 2006).

Entretanto, a crença de que o estudante deveria descobrir por si só os conceitos científicos foi bastante criticada. Neste período desponta o trabalho de Joseph Schwab, freqüentemente associado à noção de investigação científica do movimento de reforma educacional dos anos 60. Schwab (1962) é um marco do ensino de ciências por investigação, pois este biólogo educador publicou uma série de trabalhos analisando o conhecimento científico como composto de conhecimento científico semântico e conhecimento científico sintático (Munford e Lima, 2008). O primeiro deles refere-se aos significados compartilhados em grupo (conceitos, teorias, modelos, etc.) que visam explicar fenômenos naturais, e o segundo é referente às regras para se saber algo dentro das ciências naturais, isto é, aos procedimentos e práticas socialmente aceitas como válidas para a construção de modelos (SCHWAB, 1962).

Deboer (2006) comenta que o que distinguia a visão predominante no século XIX e a de Schwab é que os primeiros preocupavam-se com o desenvolvimento intelectual individual dos estudantes. Já Schwab preocupava-se com o bem estar da nação, que segundo ele padecia de três necessidades principais, associadas à educação. A primeira era aumentar o número de cientistas. A segunda era desenvolver líderes políticos competentes capazes de desenvolver agendas políticas baseadas no entendimento científico. E a terceira era educar um público para ser simpático ao conhecimento científico e à sua natureza fluída, para que apoiassem pesquisas científicas. O objetivo primário de Schwab não era que os estudantes fossem capazes de conduzir investigações científicas por si mesmos, mas sim que entendessem a natureza da investigação científica como uma atividade dinâmica e contínua (SCHWAB, 1962 apud DEBOER, 2006).

Na prática, a reforma educacional da segunda metade do século XX preocupou-se em mostrar a relação entre conteúdos e métodos da forma mais rigorosa possível, mas admitia que isto poderia ser feito tanto através de um ensino baseado em investigação como através do ensino tradicional. (DEBOER, 2006).

Assim, a visão da primeira metade do século XX da ampla aplicabilidade dos métodos científicos a uma gama de problemas científicos e sociais ao alcance de qualquer um. Com a reforma da segunda metade do século a ciência passou a ser vista como uma disciplina específica. Trata-se de outro estilo de pensamento que exigia profundo conhecimento conceitual e teórico. Essa visão levou a ciência escolar a se afastar dos fenômenos da experiência usual, priorizando a aprendizagem de idéias abstratas e inacessíveis à maioria dos estudantes

(SCHWAB, 1962 apud DEBOER, 2006). Entretanto, pode-se afirmar que apesar da clara distinção feita por Schwab, sobre a investigação como um conteúdo e a investigação como pedagogia, ambas eram freqüentemente confundidas.

James Rutherford (1964) também acreditava que o ensino de ciências não representava a ciência como investigação. De acordo com Bybee (2000), o termo era utilizado ora considerando a investigação como parte do conteúdo científico em si, mas em outras vezes se referia a uma estratégia particular de ensino. Rutherford conecta ao ensino de ciências como investigação (teaching as inquiry) um conhecimento baseado na prática deste ensino. O que requer ampla base de conhecimentos do professor sobre a história e a filosofia da ciência como condição para o progresso deste tipo de ensino.

### **O ensino de ciências para a vida prática**

No início dos anos 70 o foco da educação era a formação do cidadão e das habilidades que ele precisaria para interagir com um mundo científico. A idéia de uma educação para o entendimento amplo e funcional da ciência passou, segundo Deboer (2006), a ser denominada de alfabetização científica<sup>3</sup>. Uma perspectiva amplamente divulgada através do movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)<sup>4</sup>. Este enfatiza que o conhecimento científico e os processos da ciência deveriam ser utilizados para resolver problemas da vida cotidiana (HURD, 1970).

Neste estilo de pensamento, que representa uma atitude neoprogressista agregada pelo movimento CTS, a lógica da ciência e a forma científica de pensar não perderam importância, já que eram relevantes para a resolução de problemas práticos da vida diária do cidadão. Assim, ainda é necessário que os estudantes aprendam habilidades de coletar dados, interpretá-los e comunicar os resultados obtidos na investigação de temas de interesse social relacionados à ciência. Sob esta perspectiva, temas de interesse da sociedade poderiam ser utilizados para formular o currículo e selecionar os conteúdos a serem ensinados (DEBOER, 2006).

Entretanto, a abordagem de ensino a partir de temas norteadores que organizam o currículo recebeu algumas críticas. Acreditava-se que tal abordagem acarreta outras dificuldades, uma vez que os problemas da sociedade estão em contínua mudança, e não contempla a noção de integridade estrutural da ciência, o que dificulta a preparação dos estudantes, futuros cientistas e especialistas, com conhecimentos e habilidades necessárias para lidar com problemas futuros.

Assim, resumidamente pode-se observar o coletivo de pensamento da educação científica no século XX da seguinte forma. Dewey e outros educadores do início do século XX falaram de métodos gerais com ampla aplicabilidade a diferentes problemas e contextos que poderiam ser estudados em sala. Os neoprogressistas dos anos 70 e 80 concordam com esta posição, diferentemente dos idealizadores das reformas educacionais que ocorreram com as diferentes disciplinas nos anos 50 e 60. A estes últimos, o compromisso com o rigor acadêmico e a herança científica eram bandeiras necessárias. É necessário localizar o momento histórico em que essa visão predominou, como o início e recrudescimento da guerra fria e da corrida

---

<sup>3</sup> O termo utilizado por Deboer (2006) foi science literacy, traduzido como alfabetização científica.

<sup>4</sup> Na literatura internacional o movimento CTS é conhecido pela sigla STS que do inglês significa Science, Technology and Society.



armamentista entre o bloco ocidental liderado pelos Estados Unidos e o bloco liderado pela União soviética.

### **Ensino por ou como investigação?**

Ao final dos anos 70 e início dos anos 80, a NSF americana financiou um projeto que sintetizou um conjunto de levantamentos, avaliações e estudos de caso sobre o status da educação científica nos Estados Unidos (Harms e Yager, 1981). A análise do projeto, denominado *Project Synthesis*, revelou que a comunidade de pesquisadores da educação científica estava utilizando o termo “investigação” (inquiry) de diversas formas. O trabalho verificou ainda que o termo investigação era utilizado tanto se referindo a investigação como conteúdo, quanto como técnica de instrução, não sendo claro o significado do termo. Apesar de quase todos os professores terem atitudes positivas sobre o valor da investigação no ensino do conteúdo, eles tinham muitas razões para não utilizá-la como técnica de instrução.

Seja para introduzir um conteúdo, ou para guiar experimentos, os professores alegavam que surgiam problemas de gerenciamento da turma, dificuldades para satisfazer as demandas das tarefas, eles tinham ainda problemas com equipamentos e materiais necessários, dúvidas sobre o que fazer para que as investigações funcionassem como planejado e insegurança em lidar com experimentos propostos pelos alunos. Nada diferente do que acontece com nossos professores quando indagados sobre o que os impede de usar o laboratório e atividades de campo em suas aulas de ciências (BORGES, 2002).

Bybee (2000) aponta que estes resultados obtidos com professores de biologia também teriam sido encontrados entre professores de ciência de outras áreas e tais razões representaram uma barreira política à implementação de programas como o BSCS. Entretanto, ele pondera que esses argumentos não são suficientes para inviabilizar o uso da investigação, pois de acordo com as diretrizes para implementação da reforma na educação em ciência americana do final do século XX (NRC, 1996) existem três ingredientes cruciais: (1) os professores precisam entender precisamente o que é uma investigação científica; (2) eles precisam ter entendimento adequado da estrutura da disciplina que ensinam; e (3) eles precisam ser mais habilidosos no ensino de técnicas de investigação. Uma perspectiva que enfatiza bem a distinção entre a investigação como um conteúdo a ser entendido primeiro pelos professores e depois pelos estudantes, da investigação como técnica que os professores podem utilizar para ajudar os estudantes a aprender.

Neste momento, durante os anos 80, a educação científica havia assimilado a distinção entre o conteúdo do ensino por investigação, referente a conhecimentos sintáticos na definição de Schwab, da prática de ensino por investigação. Enfatizamos, portanto, que foi apenas por volta dos anos 80 em que se formou uma espécie de consenso que possibilitou a comunidade de educadores e pesquisadores do ensino de ciência diferenciar os termos “ensino como investigação” (teaching as inquiry) de “ensino por investigação” (inquiry teaching).

Foi então que a comunidade acadêmica mais explicitamente passou a agregar o aspecto cultural do conhecimento científico ao ensino por investigação. Uma perspectiva que Rutherford enfatizara, já nos anos 60, ser necessária para o ensino de ciência, referindo-se a uma relação direta entre conhecimentos sobre a

história e a filosofia da ciência e um melhor entendimento sobre a natureza da ciência. Exatamente o que representava a proposta de ensino por investigação, ou seja, transmitir uma imagem mais apropriada de como a ciência tem sido construída pela humanidade.

O objetivo era conjugar os aspectos culturais, disciplinares e intelectuais, bem como a habilidade de aplicar o conhecimento científico na resolução de problemas relevantes para o estudante ou para a sociedade. O ensino por investigação tinha todo este papel que incluía ainda a capacidade de motivar o estudante e toda esta tendência era mantida em baixo do guarda chuva da alfabetização científica.

Após as críticas apontadas para o ensino por descoberta e para o abuso da metáfora da criança como um pequeno cientista, durante a década de 70, passou a predominar no Brasil como em outras partes do mundo, até meados dos anos 80 a proposta de um ensino voltado para a mudança conceitual. De forma geral, acreditava-se o ensino para a mudança conceitual deveria: (i) levantar as concepções prévias dos alunos; (ii) propor situações que provocassem conflito cognitivo; (iii) explicar o conflito, contrapondo-o com a concepção científica aceita, e (iv) aplicar a concepção científica em conceitos diversificados. A dificuldade é que os alunos não percebiam a existência de um conflito entre as concepções e adaptavam a interpretação das observações e resultados experimentais às suas idéias prévias.

A abordagem ao ensino de ciências por investigação ainda não está bem estabelecida no Brasil. Existem poucos artigos publicados sobre o tema (Sá et al, 2007). Isto se deve ao fato de que o ensino por investigação começou a ser debatido amplamente apenas após os PCN (1998) e da publicação dos documentos que orientaram a reforma da educação em ciências nos Estados Unidos.

### **O ensino por investigação no século XX**

Em 1989 surgiu o documento Project 2061 - *Science For All Americans* (AAAS, 1989), que foi uma tentativa de explicitar o consenso sobre o que os estudantes deveriam saber para serem cientificamente alfabetizados num sentido amplo. Os autores do projeto recomendavam que o ensino de ciência deveria ser consistente com a natureza da investigação científica e que os estudantes deveriam estar a par das coisas ao seu redor como dispositivos, organismos, materiais, formas observando-os, coletando, manipulando, descrevendo-os, fazendo perguntas, discutindo e tentando encontrar respostas para suas perguntas.

Adotando uma linha semelhante, a National Research Council (NRC) contribuiu com a definição de alfabetização científica através da publicação do *National Science Education Standards* (NRC, 1996). Neste documento, os objetivos identificados para a educação em ciência são para que os estudantes se tornem capazes de: (i) Experimentar a riqueza e o entusiasmo de quem compreende o mundo natural; (ii) Utilizar processos e princípios científicos apropriados para tomar decisões particulares; (iii) Engajar de forma inteligente em discussões e debates que envolvam temas que dizem respeito à ciência e à tecnologia; (iv) Aumentar a produtividade econômica utilizando conhecimento, compreensão e habilidades que uma pessoa letrada cientificamente possui em sua carreira.

## Conclusão

Nos últimos anos vários outros textos foram publicados tratando do ensino de ciência por investigação, mas em geral, concordando com as linhas propostas pela AAAS e NRC. Tanto no *Science For All Americans*, como no *National Science Education Standards*, existe o reconhecimento da importância de um ensino por investigação que permita aos estudantes desenvolver uma imagem mais sofisticada sobre a ciência e a investigação científica, contribuindo com o desenvolvimento intelectual e individual e oferecendo uma forma de pensar que poderia ser utilizada na solução de problemas diários (DEBOER, 2006).

Entretanto, muitas das qualidades do ensino por investigação são derivadas de argumentos psicológicos sobre a eficiência do ensino por investigação, especialmente como uma forma de aprender conceitos e princípios da ciência. De acordo com Deboer (2006), especialmente as publicações da NRC argumentam que o ensino por investigação é uma estratégia de ensino mais efetiva, que promove um maior engajamento dos estudantes e que os estudantes aprendem mais.

Assim, com o fim do século XX a educação científica atingiu um status incontestável e, em especial, o ensino por investigação possui um espectro enorme de argumentos em seu favor e apesar do coletivo de pensamento atual sobre esta metodologia estar centrado nas publicações da AAAS e da NRC é preciso estudar com cuidado a melhor estratégia de ensino. Existem diversas possibilidades úteis de planejamento de uma estratégia de ensino voltadas para a construção de uma imagem adequada do trabalho científico.

## Referências

- BORGES, A. T.; Novos Rumos para o Laboratório Escolar. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Vol. 19, No. 3, p.291-313. 2002.
- BYBEE, R. W.; Teaching Science as Inquiry. ***Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science***. (J. Minstrell & Emily H. van Zee, eds.) p. 20-46. AAAS, Washington, DC, 2000.
- CAMPOS, Carlos. CACHAPUZ, Antônio. Imagens de ciência em manuais de química portugueses. **Química nova na escola**. N° 6, novembro,p.23-29, 1997.
- CONDÉ, M. L. L. Paradigma *versus* estilo de pensamento na história da ciência. In: FIGUEIREDO, B. G.; CONDÉ, M. L. L. (Orgs.) ***Ciência, história e teoria***. Belo Horizonte: Argvmentvm, 172p., p. 123-146, 2005.
- CUNHA, M. V. da. John Dewey e o pensamento educacional brasileiro: a centralidade da noção de movimento. **Revista Brasileira de Educação**. N. 17, p.86-98, mai-ago 2001.
- DEBOER, G. E. Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools In Flick, L. D. and Lederman, N. G. (Ed.), ***Scientific Inquiry and Nature of Science***, Netherland, NED, Springer, p.17-35, 2006.
- DELIZOICOV, D.; CASTILHO, N.; CUTOLO, L. R. A.; DA ROS, M. A.; LIMA, A. M. C. Sociogênese do conhecimento e pesquisa em ensino: contribuições a partir do referencial fleckiano. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, número especial, p. 52-69, jun. 2002.

- DEWEY, J. **Democracy and Education**: an introduction to the philosophy of education, by John Dewey. New York, NY: MacMillan, 1916.
- FERREIRA, L. H. e HARTWIG, D. R. Experimentação. Coordenação do GT 2 no I Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química, 2004. (on line) Disponível em <gpquae.iqm.unicamp.br/EPPEQ.pdf>. Acesso em 14 de Abril 2008.
- FLECK, L. **Gênese and Development of a Scientific Fact**. Chicago: The University of Chicago Press, 1979.
- GODFREY-SMITH, P. Dewey on naturalism, realism, and science. **Philosophy of Science**, v. 69, p.25-35, 2002.
- HARMS, N. C., and R.E. YAGER. (Eds.) **What research says to the science teacher**. v. 3, Washington, DC: National Science Teachers Association, 1981.
- HURD, P. **New directions in teaching secondary school science**. Chicago: Rand McNally. 1970.
- HURD, P. D., BYBEE, R.W., KAHLE, J.B. and YAGER, R. Biology education in secondary schools of the United States. **The American Biology Teacher**, v. 42, n. 7, p. 388-410, 1980.
- KUHN, T. **The Structure of Scientific Revolution**. Chicago: The University of Chicago Press, 2ed. 1970.
- MUNFORD, D. e LIMA, M. E. C. de C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Revista Ensaio**, v. 1, 2008.
- PFUETZENREITER, M. R. **A Utilização do Referencial Fleckiano como Eixo Orientador para o Ensino de Ciências e Tecnologia** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 6, Florianópolis, SC, Atas... SBF, 2007.
- RUDOLPH, J. L. Inquiry, Instrumentalism, and the Public Understanding of Science. **Science Education**, v. 89, n. 5, p. 803-821, 2005.
- RUTHERFORD, F. J. The role of inquiry in science teaching. **Journal of Research in Science Teaching** v. 2, p. 80-84, 1964.
- SÁ, E. F. de, PAULA, H. de F. e, LIMA, M. E. C. de C. e AGUIAR, O. G. de. **As Características das Atividades Investigativas Segundo Tutores e Coordenadores de um Curso de Especialização em Ensino de Ciências**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 6, Florianópolis, SC, Atas... SBF, 2007.
- SCHWAB, J.J. The teaching of science as inquiry. In: J.J. Schwab & P. F. Brandwein (eds) **The Teaching of Science**, Cambridge: Harvard University Press, p. 3-103, 1962.
- WONG, D.; PUGH, K. and the Dewey Ideas Group at MSU. Learning Science: A Deweyan perspective. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n. 3, p. 317-336, 2001.