

CONHECIMENTO FORMAL, EXPERIMENTAÇÃO E ESTUDO AMBIENTAL

Ivan Amorosino do Amaral

**... UM TRIÂNGULO DE
TEOR EPISTEMOLÓGICO
QUE PRECISA SER
CUIDADOSAMENTE
ARTICULADO.**

Há cerca de quatro décadas a experimentação passou a ganhar maior espaço no ensino de Ciências e, desde então, faz parte da prática docente, ou como é mais comum, do imaginário do professor, geralmente como símbolo da excelência pedagógica na área. Após o misto de desconfiança e deslumbramento provocado inicialmente, viveu uma fase de apogeu, como carro-chefe da contraposição ao ensino tradicional expositivo e memorístico, passou a seguir por uma forte crise, quando foi contestada conceitual e técnico-operacionalmente, e, atualmente, encontra-se em situação de reabilitação ou de revisão crítica.

Em qualquer revisão que se faça a respeito, parte-se necessariamente da reflexão acerca de qual o papel que deve ser desempenhado pela experimentação no ensino de Ciências e, concomitantemente, do significado que atribuímos ao termo experimentação. Entretanto, preliminarmente, independente do papel e significado que lhe conferimos na situação de ensino, é fundamental reconhecer o contexto epistemológico-pedagógico em que inevitavelmente se insere. Isto implica em constatar que, qualquer que seja o tipo de experimento que nos proponhamos a realizar com nossos alunos, ele não subsiste isoladamente. Situa-se, na verdade, em um contexto onde, explícita ou implicitamente, estão presentes também o conhecimento formalmente constituído a que se refere o experimento e o fenômeno "natural" artificialmente trabalhado pelo experimento.

O conhecimento formalmente constituído refere-se às noções e conceitos consagrados no âmbito da ciência e que estão relacionados às questões focalizadas no experimento considerado. O fenômeno natural refere-se às transformações tal como

ocorrem na realidade não manipulada pelo experimento. A experimentação no ensino, pois, não se encerra em si mesma, mas se apropria artificialmente de fenômenos do ambiente, lidando com eles, trabalhando-os segundo determinados objetivos cognitivos. E estes objetivos, certamente, de alguma forma estão balizados no conhecimento formalmente constituído.

Estamos, assim, diante de um triângulo de teor epistemológico e pedagógico que precisa ser cuidadosamente articulado. O caráter epistemológico desse triângulo deve-se ao fato de envolver concepções de realidade, de conhecimento, de conhecimento científico, de relações entre diferentes formas de conhecimento, de método científico, consubstanciando, enfim, uma concepção de ciência. O caráter pedagógico advém do fato de envolver concepções de aprendizagem, de posicionamento dos conhecimentos prévios dos alunos perante o conhecimento científico, de atividades e de técnicas de ensino, de relações entre conteúdo e método, consubstanciando, enfim, uma concepção de currículo em seu senso mais amplo. Não se pode esquecer, também, das dimensões sociológicas e ideológicas, que afetam tanto o caráter epistemológico quanto o pedagógico de qualquer situação de ensino, repercutindo, obviamente, no uso didático da experimentação.

Outra forma de visualizar a problemática do uso da experimentação no ensino de Ciências diz respeito às relações entre o contexto em que se processa a ciência e o contexto em que se realiza a aprendizagem escolar: em que aspectos se assemelham e em que aspectos se diferenciam. A semelhança e a diferença entre os

Ivan A. do Amaral é professor de Metodologia do ensino de ciências e de educação ambiental da Faculdade de Educação/UNICAMP, onde coordena o Grupo FORMAR - Ciências (Estudos e Pesquisa Sobre a Formação do Professor na Área de Ciências). FE/UNICAMP. C.P. 6120, CEP 13083-970, Campinas - SP.

dois contextos ganham especial conotação quando se trata da experimentação, exigindo uma clara definição do seu significado e papel no processo científico e no processo pedagógico. No relacionamento desses dois contextos, encontra-se embutida a decisão de qual dos vértices do triângulo considerado (a experimentação em si mesma, o fenômeno natural ou o conhecimento formal) será priorizado na situação de ensino.

Em síntese, na medida em que são variadas as concepções de homem, mundo, sociedade, conhecimento, ciência, educação e aprendizagem, diversificam-se também as formas de equacionamento do triângulo em foco, onde precisam ser estabelecidas as relações entre a experimentação, os fenômenos a ela correspondentes no ambiente e os respectivos conhecimentos formais. Tal diversidade está inequivocamente marcada nos diferentes modelos de ensino de Ciências.

Os Modelos Clássicos de Ensino de Ciências e suas Formas de Uso da Experimentação

No **ensino tradicional**, o papel da experimentação é de complementação ou verificação da teoria. Por intermédio dela se exemplifica, demonstra-se ou se aplica o conhecimento teórico previamente apresentado ao aluno de maneira expositiva e diretiva. Quem realiza o experimento geralmente é o professor, mas, mesmo que seja desenvolvido pelo aluno, nos padrões expostos, não se altera o seu papel pedagógico e significado epistemológico. O mundo real é conceitualmente abstraído, não havendo uma clara correlação entre o conhecimento científico ensinado e os aspectos do ambiente a que se refere. O conhecimento científico representa o ponto de partida e de chegada do processo de ensino. É apresentado de forma pronta e acabada, historicamente descontextualizado, a prática representa um mero desdobramento da teoria, não há relações entre o conhecimento científico e outras

formas de conhecimento, as concepções prévias dos alunos não têm importância e deverão ser arbitrariamente substituídas pelo mesmo. Neste cenário, admite-se que o aluno aprenda por imitação, memorização e repetição.

No **ensino pela redescoberta experimental**, o papel da experimentação é propiciar a reconstituição induzida do conhecimento científico, ou seja, através da prática experimental dirigida o aluno alcança a teoria. O experimento é usualmente realizado pelo aluno, mas planejado pelo professor, ou pelas obras didáticas, tanto em termos de sua estrutura, quanto dos resultados a serem alcançados. Em casos extremos, não está descartada a possibilidade do experimento ser realizado pelo próprio professor, desde que respeitando as características de redescoberta conceitual, mas violando o princípio básico da atividade ser realizada pelo aluno. Aqui, também, o ambiente não é diretamente investigado, mas simulado artificialmente no laboratório didático, nas condições previamente estabelecidas para o experimento; os problemas investigados passam a impressão de que os fenômenos estudados são gerados no próprio experimento e não possuem vínculos com o ambiente real externo. O conhecimento científico não representa o ponto de partida do processo de ensino, pois não é apresentado pronto ao aluno, mas, uma vez reconstituído, resulta em algo acabado, porque os experimentos visam um alvo conceitual pré-definido e definitivo, garantido pelo rígido plano de aula. Também não há compromisso com o contexto histórico da descoberta de que trata o experimento, nem com os conhecimentos prévios do aluno a respeito do assunto. Neste contexto, pressupõe-se que o aluno aprenda fazendo, através de um processo induzido e simplificado de redescoberta do conhecimento científico. A redescoberta é apresentada como equivalente ao método científico e o processo de produção do conhecimento é tratado

... PRECISAM SER ESTABELECIDAS AS RELAÇÕES ENTRE A EXPERIMENTAÇÃO, OS FENÔMENOS A ELA CORRESPONDENTES NO AMBIENTE E OS RESPECTIVOS CONHECIMENTOS FORMAIS.

O EXPERIMENTO É USUALMENTE REALIZADO PELO ALUNO, MAS PLANEJADO PELO PROFESSOR, OU PELAS OBRAS DIDÁTICAS...

como algo meramente empírico e indutivo.

Tanto no ensino tradicional, quanto no ensino pela redescoberta experimental, a experimentação não assimila uma das características essenciais de que é dotada nas atividades científicas verdadeiras, que é o de investigar a influência de determinados fatores do desenvolvimento de um fenômeno, procedendo-se ao chamado controle rigoroso de variáveis. Também não fica sujeita às deficiências humanas de má formulação do problema, ou anunciação de hipóteses insatisfatórias, ou adoção de procedimentos de verificação imprecisos ou inadequados, e, conseqüentemente, o alcance de resultados insatisfatórios ou equivocados. O desenho experimental esquemático e simplificado tem funções fundamentalmente didáticas, é concebido para "dar certo", constituindo-se numa espécie de caricatura da verdadeira experimentação científica. Há o agravante de que o aluno não tem consciência de que se trata de uma técnica didática e de que ele se encontra muito distante da verdadeira prática científica, qualquer que seja a concepção que se tenha dela, seja pela padronização e simplificação dos procedimentos, pela esterilização do erro, pela descontextualização histórica, assim como pelo distanciamento da realidade ambiental.

Nos dois modelos de ensino até agora considerados, o alvo básico é o conhecimento formal, acrescido, no caso da redescoberta, da pretensão (frustrada) de propiciar a vivência do método científico e a aprendizagem do raciocínio científico. Em ambos, a situação de laboratório é mitificada, entre outras razões porque não fica esclarecido seu caráter artificial, em que os fenômenos são submetidos à camisa de força dos sistemas fechados ou semi-abertos e ao controle intencional de variáveis. Dessa forma, fica obscurecida a real manifestação dos fenômenos em suas condições naturais de ocorrência, passando a falsa impressão ora de que se trata de uma

criação exclusiva de laboratório, ora de que sua forma de ocorrência experimental corresponde rigorosamente à sua manifestação natural. O ambiente corresponde, pois, na melhor das hipóteses, a um pano de fundo, freqüentemente sequer percebido pelo aluno, prevalecendo, em última instância, o binômio "conhecimento formal-experimentação", com movimento cognitivo desenvolvido em sentidos opostos, conforme o modelo.

No ensino pelo método dos projetos, ou pela descoberta, a experimentação ocorre como etapa de um processo de investigação em que o conhecimento visado é autonomamente construído pelo aluno, simulando uma pesquisa científica autêntica. É o aluno quem planeja e realiza toda a trajetória percorrida, funcionando o professor como estimulador e orientador do processo. Não há uma preocupação quantitativa com os conteúdos, mas sim, principalmente, com o desenvolvimento de posturas e raciocínios científicos, que propiciariam a formação do "cientista mirim" em situação escolar.

No modelo dos projetos pretende-se garantir as condições básicas para que a experimentação funcione como estratégia científica de obtenção de conhecimento formal seguro e, muitas vezes, dependendo das circunstâncias, revestido de características originais. A realidade é problematizada, configurando-se a necessidade de simplificá-la e submetê-la a testes experimentais em condições controladas de laboratório. São preservadas, portanto, as condições para que o aluno perceba as relações entre a manifestação natural do fenômeno estudado e a sua manifestação artificial manipulada em laboratório. Nesse processo, o aluno convive com as imprecisões metodológicas e as incertezas dos resultados obtidos, aproximando-se do verdadeiro espírito investigativo. O conhecimento formal obtido tem caráter provisório e é fruto das conexões possíveis de serem feitas entre as manifestações naturais dos fenômenos investigados e aquelas produzidas artificialmente em

... A SITUAÇÃO DE LABORATÓRIO É MITIFICADA, ENTRE OUTRAS RAZÕES PORQUE NÃO FICA ESCLARECIDO SEU CARÁTER ARTIFICIAL...

laboratório. O processo de aprendizagem passa, pois, necessariamente, pelo estudo ambiental; o conhecimento formal obtido não tem características nem de algo pronto, nem de acabado. Neste modelo, é abrangido todo o trinômio considerado, partindo-se, geralmente, do estudo ambiental, passando-se pela experimentação e atingindo-se, finalmente, o conhecimento formal.

Entretanto, nesse modelo, o ensino de Ciências enclausura-se no único e inquestionável objetivo de formar o "cientista mirim". Realisticamente, seria somente este o papel educacional a ser atribuído às Ciências na formação básica do futuro cidadão? Há, ainda, o agravante de apresentar a pesquisa em uma perspectiva parcialmente falsa, porque a situação escolar será sempre incapaz de reproduzir fielmente o ambiente da Ciência, com todos os fatores internos e externos que a influenciam e com todos os movimentos cognitivos que caracterizam a relação teoria-prática. Falsifica-se, assim, a própria imagem da Ciência, que, assim, configura-se idealizada, distante das contingências que a tornam uma atividade essencialmente humana. O ambiente, também, é usualmente abordado de forma restrita, circunscrito às dimensões físicas e biológicas do fenômeno, que são as que melhor favorecem as estratégias da experimentação. Além disso, deve-se considerar a despreocupação do modelo em foco com os conhecimentos prévios do aluno e outras formas de interpretação da realidade, isolando o conhecimento científico e atribuindo-lhe um inquestionável caráter de supremacia no cenário geral do conhecimento humano.

As Demandas Atuais para o Ensino de Ciências e as Possibilidades dos Modelos Clássicos

Em tempos mais recentes, a pesquisa educacional e as discussões entre especialistas têm apontado novas exigências para o ensino de Ciências. Entre elas, destacam-se: a interdisciplinaridade; a postura de

desmistificação da ciência moderna; o respeito às características do pensamento do aluno e às suas concepções prévias; o oferecimento de condições para que o aluno elabore o seu próprio conhecimento; a adoção de critérios baseados na relevância não só científica, mas também, social e cultural, na seleção e na exploração dos conteúdos programáticos; flexibilidade curricular; educação ambiental. Em uma interpretação pessoal, afirmaria que os dois grandes alvos para o ensino de Ciências atual, em particular no nível fundamental, poderiam ser assim sintetizados: revelar plenamente o ambiente e desvelar sinceramente a ciência.

Os chamados modelos clássicos do ensino de Ciências e suas derivações mais usuais estão longe de atender à totalidade ou à grande maioria desses requisitos, até mesmo porque foram concebidos para atender outras demandas históricas. Se tomarmos como referência os referidos novos alvos para o ensino de Ciências e lembrarmos as principais características daqueles modelos, constataremos sem dificuldades que estão muito longe dessas perspectivas, quando não em oposição a elas. De forma bem sucinta: os modelos tradicional e da redescoberta trabalham apenas com o binômio conhecimento formal-experimentação, desprezando o estudo ambiental, enquanto o modelo dos projetos abrange todo o trinômio considerado, mas trata a questão ambiental de forma parcial e distorcida; os três modelos, cada um à sua maneira, mitificam ou falsificam a imagem da ciência, apresentando-a com absoluta supremacia sobre as demais instituições humanas. Além disso, nenhum dos três atende às recomendações contemporâneas, de teor epistemológico e pedagógico relativas à articulação do contexto da ciência e o contexto da aprendizagem escolar.

Estamos, portanto, nitidamente diante de um momento histórico de emergência de um novo paradigma curricular para o ensino de Ciências. Os princípios e diretrizes curriculares e metodológicos que vêm sendo

**...REVELAR
PLENAMENTE O
AMBIENTE E
DESENVOLVER
SINCERAMENTE A
CIÊNCIA .**

**ESTAMOS,
PORTANTO
NITIDAMENTE DIANTE
DE UM MOMENTO
HISTÓRICO DE
EMERGÊNCIA DE UM
NOVO PARADIGMA
CURRICULAR PARA O
ENSINO DE CIÊNCIA.**

**...A
EXPERIMENTAÇÃO
NÃO SERIA
DESCARTADA, NEM
SE CONSTITUIRIA NA
ESTRATÉGIA
FUNDAMENTAL OU
PRINCIPAL.**

preconizados, e fundamentados ao longo dos últimos anos, têm sido enunciados e aplicados de forma geralmente isolada, independentes uns dos outros, carecendo de uma unificação geral coerente e consistente, de maneira a configurar efetivamente um novo modelo ou paradigma, alternativo aos modelos clássicos.

O Papel e as Características da Experimentação em um Modelo Alternativo de Ensino de Ciências

Nesse novo modelo, a experimentação não seria descartada, nem se constituiria na estratégia metodológica fundamental ou principal. Desempenharia outro papel educacional, precisando ajustar suas características ao mesmo. Além de contribuir, junto com outras estratégias metodológicas de ensino, para o desenvolvimento do pensamento científico, poderíamos distinguir três novas funções para a experimentação no ensino de Ciências:

- ajudar a compreender as possibilidades e os limites do raciocínio e procedimento científico, bem como suas relações com outras formas de conhecimento;
- criar situações que agucem os conflitos cognitivos no aluno, colocando em questão suas formas prévias de compreensão dos fenômenos estudados;
- representar, sempre que possível, uma extensão dos estudos ambientais, quando se mostrarem esgotadas as possibilidades de compreensão de um fenômeno em suas manifestações naturais, constituindo-se em uma ponte entre o estudo ambiental e o conhecimento formal.

Assumir esse novo papel exigiria outras características para a atividade de experimentação, tais como:

- ser estruturada em formatos múltiplos e variados, ora com delineamento completo, ora

envolvendo apenas algumas etapas, ora com caráter puramente investigativo e aberto, ora com caráter demonstrativo ou de redescoberta, de acordo com as características do assunto focalizado, com o tempo e os recursos didáticos disponíveis e com nível de desenvolvimento psico-sócio-cognitivo dos alunos;

- quando utilizada com caráter investigativo, sempre que possível ser acompanhada de uma reflexão crítica acerca das relações entre sistemas abertos e fechados, acerca do teor de verdade dos conhecimentos obtidos, acerca da influência dos fatores externos (físicos, psicológicos e sociais) na escolha dos procedimentos adotados e nos resultados obtidos, acerca da não padronização das etapas e procedimentos científicos e acerca dos procedimentos alternativos à experimentação;

- quando utilizada com caráter investigativo, garantir condições para que os procedimentos escolhidos e os resultados obtidos pelos alunos sejam respeitados, não sendo arbitrária ou diretivamente desqualificados;

- quando utilizada com caráter demonstrativo ou de redescoberta, propiciar discussões que permitam ao aluno perceber o teor meramente didático de tais procedimentos;

- evitar que seja utilizada como ponto de partida do processo de aprendizagem de um determinado conteúdo, mas surgir como uma decorrência da problematização preliminar de aspectos teóricos do assunto, ou de estudos ambientais realizados pelo aluno, ou do próprio conhecimento prévio do aluno a respeito.

Nesse modelo alternativo de ensino de Ciências, a experimentação participativa, em conjunto com o conhecimento formal e o estudo ambiental, do triângulo básico mencionado no início deste texto, com novos teores epistemológico e pedagógico, em

processos de ensino-aprendizagem onde nem sempre estaria necessariamente incluída e, quando presente, ocuparia preferencialmente o miolo da seqüência de atividade.

Assim concebida, a experimentação no ensino de Ciências serviria tanto para evidenciar algumas peculiaridades essenciais das ciências físicas e naturais, quanto para contribuir no processo educativo de desmistificação da ciência, assim como para esclarecer as verdadeiras relações entre o conhecimento formal, a situação experimental e a realidade natural das coisas. Contribuiria finalmente para uma

educação ambiental mais crítica, ao ajudar na sua fundamentação científica e ao não substituir os estudos ambientais diretos, articulando-se explicita e coerentemente com os mesmos e deixando espaço para a exploração das dimensões sociais, econômicas e culturais que envolvem o ambiente terrestre.

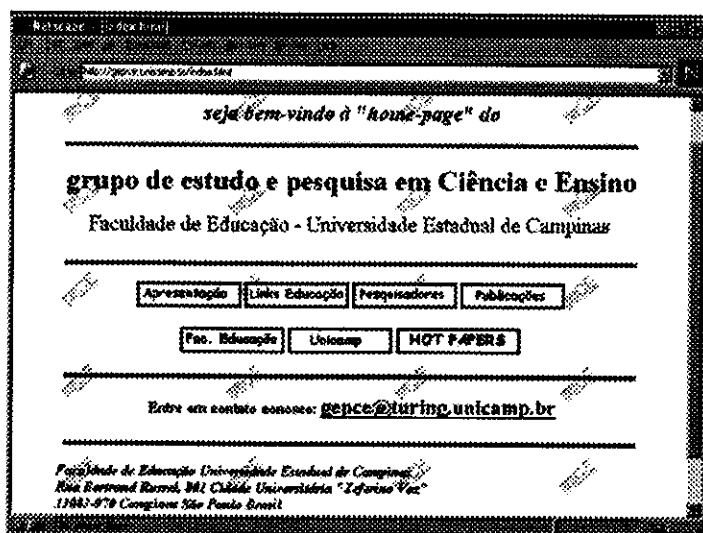
* Este artigo está baseado no roteiro da apresentação de mesmo título feita pelo autor no Seminário "A Experimentação no Ensino da Ciência: Visões e Abordagens" promovido pelo gepCE na Faculdade de Educação da Unicamp em 31/05/96.

Atas do "I Encontro de Formação Continuada de Professores de Ciências"

No mês de abril de 1998, serão publicados os debates da Mesa Redonda (*Para que ensinar Ciências no Mundo Contemporâneo*), os resultados dos Grupos de Trabalho (*Programas de Intercâmbio da Universidade com a Escola para Formação Continuada de Professores da Rede Pública*) e a Plenária Final do Encontro sobre formação continuada de professores de ciências, organizado pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Formação de Professores da Área de Ciências: **FORMAR- Ciências**. Contando com a presença de número significativo de 140 professores de Ciências do Ensino Fundamental da Região de Campinas, o evento ocorreu na Faculdade de Educação da Unicamp, no dia 08 de novembro de 1997. Foi marcado pela intensa participação dos professores da rede pública de educação básica, que tiveram a oportunidade de dialogar com especialistas em ensino de Ciências da Unicamp, Unesp e USP e discutir possibilidades de interações entre a Universidade e a Escola Pública de Educação Básica, visando à formação docente.

Maiores Informações: Tel: (019)7885872

E-mail: acamorim@turing.unicamp.br



**Visite
a home-page
do gepCE**

<http://www.fae.unicamp.br/~gepce>