

# Educação em ciência – experiências inovadoras

*Ernest Wolfgang Hamburger<sup>1</sup>*

---

A qualidade da ciência, tecnologia e inovação realizadas no país depende criticamente do ensino de ciências ministrado nas escolas, desde o nível básico até o superior e o pós-graduado. Não bastam pesquisadores, engenheiros e profissionais de talento, são necessários técnicos de alto nível e pessoal de apoio competente para criar novas tecnologias ou novo conhecimento. Assim, o tema “Educação em Ciências” é de fundamental importância para o Ministério de Ciência e Tecnologia e para a inovação.

A educação é responsabilidade principalmente estadual e municipal, mas também federal, onde é centrada no Ministério da Educação. O país é vasto e muito diversificado, não cabe uma uniformização geral. Cabem o apoio e o acompanhamento a experiências inovadoras, que refletirão as características locais.

Desde o Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, organizado por Anísio Teixeira, Fernando de Azevedo e outros, em 1932, recomenda-se no Brasil o ensino baseado na investigação. A pesquisa ou investigação, que é o processo de obter conhecimento, é parte inseparável do conteúdo das ciências. Decorar os nomes dos elementos químicos não é saber ciência; saber como identificar de que elementos é feito um objeto seria um saber científico. A investigação precisa ser aprendida juntamente com o conteúdo.

Deve ser um Ensino de Ciências Baseado em Investigação (ECBI) desde as primeiras séries escolares, junto com a alfabetização. Crianças de seis anos já são capazes de discutir um assunto de

---

<sup>1</sup> Professor Titular do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP).

ciência, formular uma questão e planejar uma investigação, com orientação do professor; realizar um experimento, discutir os resultados, registrando sempre cada passo em seu caderno.

Este ensino (ECBI) tem base teórica nas ciências cognitivas e está sendo implantado e recomendado pelas academias de ciências de mais de trinta países, nas Américas, Europa e Ásia. A Academia Brasileira de Ciências (ABC) apoia um programa – ABC na Educação Científica – Mão na Massa – cujos maiores polos atualmente estão em Minas Gerais (Universidade Federal de Viçosa), São Paulo (USP-SP e SC) e Rio de Janeiro (Fiocruz).

Exemplificamos com um desafio feito a alunos de 3ª série em 2007, em escolas municipais de São Paulo: “Como fazer para derreter um pedaço de gelo o máximo possível em 15 minutos?” Em grupos de 4 alunos, passaram a discutir as hipóteses de resposta de cada um. Cada aluno registrou (escreveu) sua hipótese e depois a conclusão do grupo. Em seguida, o grupo planejou e preparou o experimento para verificar. O professor acompanhou e ajudou quando necessário, mas evitou dar respostas prontas. Cada grupo realizou suas observações, discutiu e registrou os resultados. Em seguida, fez-se a apresentação de cada grupo para a classe toda e discussão e conclusão gerais, também registradas. (Figura 1)

Em nosso exemplo, um grupo (A) registrou sua hipótese: “O que a gente vai fazer: vamos colocar o gelo dentro da tigela e vamos colocar a vela debaixo da tigela de alumínio e acender a vela com fósforo. O que vai acontecer: o gelo que está dentro da tigela... vai derreter.” Outro grupo (B) registrou seus resultados e conclusão como segue: “Nós embrulhamos o papel filme ao redor do gelo e, com o jornal, embrulhamos o papel filme, com a lã embrulhamos o jornal. Após 15 minutos, o gelo tinha derretido muito pouco. O gelo do nosso grupo foi o que derreteu menos, achamos que tínhamos enrolado muito e ele tinha ficado sufocado...” Aparentemente, o grupo (B) partiu da ideia de que “a lã é quente”; embora sua hipótese inicial estivesse errada, possivelmente foi o grupo que mais aprendeu nesse exercício (Figura 2). Outro exemplo é mostrado nas Figuras 3, 4 e 5.

Quem nunca fez investigação não saberá ensinar por investigação. Portanto, pesquisas científicas simples devem passar a fazer parte de currículos de formação de professores de todos os níveis. A situação atual é particularmente grave para os professores do ensino fundamental das séries 1ª a 5ª, cujo currículo de licenciatura quase não inclui ciências; mas também para as séries mais avançadas e ensino médio é raro encontrar licenciados em ciências que saibam planejar, realizar e relatar experimentos e observações da natureza com seus alunos.

Professores já formados precisarão receber formação em serviço para adquirir perícia e confiança e realizar investigações do tipo ECBI com seus alunos. Segundo a experiência brasileira e a internacional, demora três anos ou mais para se implantar a metodologia numa escola; numa rede escolar demora muito mais. É fato sabido que o processo de inovação na educação é lento.

Tanto na formação inicial (licenciatura) como em serviço, a meta é a autonomia do professor. Terminada a formação, o professor deve poder preparar uma aula investigativa, sabendo acessar referências bibliográficas, planejar e montar experimentos, interpretar resultados.

A autonomia é essencial, mas o professor também necessita de contatos profissionais com colegas da própria rede escolar, e também com universidades, institutos de pesquisa e centros de divulgação científica. Tanto a rede escolar como as instituições de nível superior têm muito a ganhar com esses contatos.

A metodologia de ensino por investigação é trabalhosa no início, o professor precisa se convencer a mudar práticas enraizadas. Depois, é fácil manter e desenvolver o método, mesmo porque o aumento do interesse dos alunos compensa o esforço. Implanta-se um ambiente de estudo na escola – fator essencial de qualidade da educação.

A colaboração da escola com instituições de pesquisa e de ensino superior, mais a participação em feiras de ciências, concursos e olimpíadas, pode ser altamente benéfica.

Entre as experiências inovadoras em ensino de ciências em curso no Brasil, muitas estimulam a linha investigativa. Na 4ª CNCTI, foram apresentadas várias: Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP); Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (Febrace/EP/USP); Gestão Compartilhada na Construção de uma Escola Estadual Sustentável (Belém-PA); Programa Ciência na Escola (Fapeam-Seduc, Manaus-AM) e o já citado ABC na Educação Científica – Mão na Massa (USP e ABC). São programas ainda em escala piloto (exceto a OBMEP), que precisam ser acompanhados e avaliados para aperfeiçoar e otimizar resultados.

Faltam pesquisas detalhadas dos efeitos de cada inovação e de como ampliar sua abrangência. É necessário documentar e analisar cada projeto. Muitas vezes, a instituição responsável está tão sobrecarregada para fazer acontecer o projeto, que não sobra pessoal e recursos para um acompanhamento suficientemente detalhado para avaliar. Este é um ponto em que o MCT pode ter papel indutor importante. Não basta um projeto fazer e acontecer: é necessário também aquilatar o seu potencial inovador. Para isso, será necessário criar instrumentos e padrões de comparação que ainda não existem. Já foi dito que inovações em educação demandam longos prazos, e isto precisa ser levado em conta.

O contrato da Estação Ciência/USP com a Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, iniciado em 2006, teve avaliações do projeto em fim de 2007 e de 2008, com bons resultados. Além disso, houve volumosos relatórios mensais com todas as atividades realizadas. Faltou pessoal para analisar esses dados *on-line*, isto é, à medida que eram gerados. Olhando o projeto terminado,

verificamos que faltou previsão de despesas para esse acompanhamento, que aumentaria em cerca de 10% o custo do projeto. Assim mesmo foi possível extrair várias conclusões.

As inovações educacionais, para se estenderem a uma rede escolar, em geral requerem formação em serviço de educadores (professores e dirigentes) das escolas. Sendo grande a rede, exige a formação de formadores para realizar as formações dos educadores de cada escola.

Para implantar nacionalmente um novo currículo ECBI, precisa-se:

- Reformular as licenciaturas em áreas científicas;
- Incluir ECBI na educação continuada dos professores;
- Formar formadores;
- Acompanhar e avaliar os projetos pilotos.

Valorização do professor: as competências exigidas do professor hoje são muito maiores do que há 50 anos:

- Conhecer várias ciências;
- Saber ensiná-las a crianças de diferentes culturas e habilidades;
- Adaptar o ensino às concepções iniciais dos alunos às condições da escola;
- Conhecer e aplicar ciências cognitivas;
- Pesquisar literatura sobre assunto de ciências;
- Planejar e montar experimentos e observações;
- Planejar e executar sequências didáticas;
- Redigir relatórios, análises e textos didáticos.

Essas competências hoje, na minha universidade – USP – correspondem a um mestrado. A profissão de professor exige formação no nível de outras profissões liberais, como médico, engenheiro, juiz, banqueiro. Assim, a duração do curso, a posição social e a remuneração devem corresponder.

Valorização da Escola, que precisa passar a ter:

- Boa gestão e autonomia administrativa;
- Instalações gerais boas: salas de aula, banheiros, pátios, cozinha, etc.;
- Instalações específicas: laboratórios, biblioteca, midiateca, Internet, auditório para projeções e apresentações;
- Apoio dos pais de alunos e da sua comunidade.

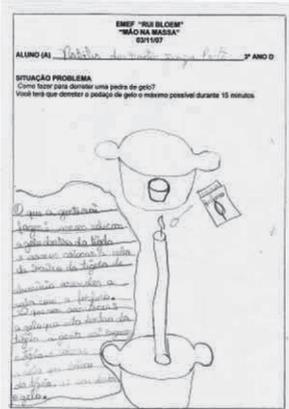
<p><b>2007</b></p> <p><b>Problema</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Como fazer para derreter uma pedra de gelo?</li><li>▪ Você terá que derreter o pedaço de gelo o máximo possível, durante 15 minutos.</li></ul> 	<p><b>2008</b></p> <p><b>Problema</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Muitas plantas crescem pra cima.</li></ul> <p>O que sustenta esse tipo de planta para que ela fique em pé?</p> 
---	--

4CNCTI BSB 26 05 2010

11

Figura 1. Desafios de atividade investigativa em avaliações em 2007 e 2008.

Registro da Hipótese do Grupo

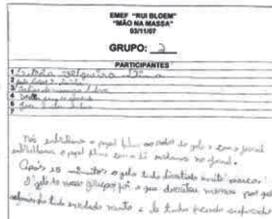


"O que a gente vai fazer: vamos colocar o gelo dentro da tigela e vamos colocar a vela de baixo da tigela de alumínio e acender a vela com fósforo.

O que vai acontecer: o gelo que esta dentro da tigela, a gente vai segurar a tigela e colar a vela embaixo da tigela, ai vai derreter..."

Grupo 2 - 3º Ano

Resultados e Conclusão do Grupo



"Nós embrulhamos o papel filme ao redor do gelo e com o jornal embrulhamos o papel filme, com a lâ enrolamos o jornal.

Após 15 minutos o gelo tinha derretido muito pouco.

O gelo do nosso grupo foi o que derreteu menos, achamos que tínhamos enrolado muito e ele tinha ficado sufocado..."

Grupo 2 - 3º Ano

Registro Coletivo da Sala



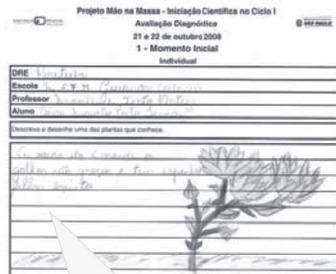
"Chegamos a conclusão que alguns materiais como a vela, lâmpada, ventilador e o calor das mãos ajudaram o gelo a derreter mais rápido e outros materiais como o jornal, plástico, lâ, o papel alumínio, o papel filme e o pano, conservaram o gelo."

Figura 2. Registros de dois grupos e do coletivo da sala em diferentes passos da atividade, 2007.

- **Momento Inicial – concepções prévias do aluno (individual)**  
**"Descreva e desenha uma das plantas que conhece."**



"Girassol tem miolo laranja folhas amarelas e também tem calho verde"



"A rosa ela é grande os galhos são grosso tem espinho e folhas bonita"

Figura 3. Atividade investigativa, avaliação 2008: momento inicial da atividade, 2 alunos.

- Questão-problema  
 “Muitas plantas crescem para cima. O que sustenta esse tipo de planta para que ela fique em pé?”
- Hipótese Individual

*“É a raiz, eu não acho que é a raiz eu tenho certeza que é a raiz”*



**2 - Registro da(s) Hipótese(s) do Aluno**  
Individual

Nome	Scarlata
Disciplina	Biologia
Professor	Prof. Dr. Augusto
Aluno	Prof. Augusto
Muitas plantas crescem para cima. O que sustenta esse tipo de planta para que ela fique em pé?	
<p>O que sustenta é a raiz e os troncos das árvores que são bem grossos.</p>	

4CNCT/BSB 26.05.2010



*O que sustenta é as raízes e os troncos das árvores que são bem grossos.”*

14

Figura 4. Hipótese individual inicial de dois alunos, avaliação de 2008

- Verificação das hipóteses do grupo sobre flor Buquê de Noiva

Observação da planta

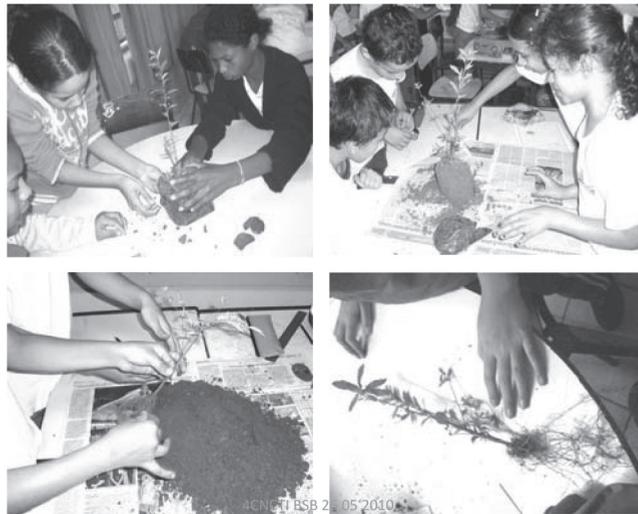


Figura 5. Verificação das hipóteses sobre sustentação da muda de buquê-de-noiva. Em seguida a muda foi replantada, com cuidado, no jardim da escola. Avaliação de 2008.

## Referências

- CGEE: Atas da 4CNCTI e do Seminário Preparatório da 4CNCTI: Apresentações de João Lucas Barbosa, Roseli de Deus Lopes, Nelson Pretto, Luzia Cristina I. Arruda, Aderli Vasconcelos Simões e Ernst W. Hamburger.
- ATHAYDE, Beatriz A.C.C. et al., Estação Ciência: formação de educadores e acompanhamento ...em parceria com SME/SP. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, ABRAPEC, 2007. Disponível em [WWW.fae.ufmg.br/aprapec/vienpec](http://WWW.fae.ufmg.br/aprapec/vienpec)
- BORGES, Rita, Formação de Formadores para o Ensino de Ciências Baseado em Investigação, Tese Dr, Fac. Educação Universidade de São Paulo (USP), 2010
- BRANSFORD, J.D. et al.(org.), Como as Pessoas Aprendem, S. Paulo: Senac, 2007 (tradução de How People Learn, Washington: National Academies Press, 2000)
- CARDOSO, Beatriz et al., Ensinar – tarefa de profissionais, Rio de Janeiro: Record, 2007
- CARVALHO, A.M.P. et al., Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico, São Paulo: Scipione, 1998.
- DUSCHL, R.A., et al. (org.), Taking Science to School, Washington, EUA: National Academies Press, 2007
- HAMBURGER, E.W., Apontamentos sobre o ensino de Ciências nas séries escolares iniciais, Estudos Avançados (IEA/USP) v.21 (60), 2007