

Educação Científica e Desenvolvimento:

O QUE PENSAM OS CIENTISTAS

JORGE WERTHEIN • CÉLIO DA CUNHA (Orgs.)

Brasília, novembro de 2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Os autores são responsáveis pela escolha e apresentação dos fatos contidos neste livro, bem como pelas opiniões nele expressas, que não são necessariamente as da UNESCO, nem comprometem a Organização. As indicações de nomes e a apresentação do material ao longo deste livro não implicam a manifestação de qualquer opinião por parte da UNESCO a respeito da condição jurídica de qualquer país, território, cidade, região ou de suas autoridades, nem tampouco a delimitação de suas fronteiras ou limites.

Educação Científica e Desenvolvimento:

O QUE PENSAM OS CIENTISTAS

JORGE WERTHEIN • CÉLIO DA CUNHA (Orgs.)

ALAOR CHAVES

ANNA MARIA PESSOA DE CARVALHO

AZIZ NACIB AB'SÁBER

CARLOS ARAGÃO

CRODOWALDO PAVAN

GLACI ZANCAN

HENRIQUE LINS DE BARROS

ISAAC ROITMAN

IVÁN IZQUIERDO

JOSÉ GOLDEMBERG

JOSÉ MARIANO AMABIS

LEOPOLDO DE MEIS

LÚIS CARLOS DE MENEZES

LUIZ BEVILACQUA

MYRIAM KRASILCHIK

ROBERTO BOCZKO

ROBERTO DALL'AGNOL

ROBERTO LOBO

SUELY DRUCK

SÁ BARRETO

TEIXEIRA JÚNIOR

UBIRATAN D'AMBROSIO



Organização
das Nações Unidas
para a Educação,
a Ciência e a Cultura

60

1945

INSTITUTO SANGARI



edições UNESCO

Conselho Editorial da UNESCO no Brasil

Jorge Grandi
Bernardo Kliksberg
Juan Carlos Tedesco
Adama Ouane
Célio da Cunha

Comitê para a Área de Educação

Alvana Bof
Candido Gomes
Célio da Cunha
Katherine Grigsby
Marilza Machado Regattieri

Comitê para a Área de Ciências e Meio Ambiente

Ary Mergulhão Filho
Bernardo Brummer
Celso Schenkel

Revisão: Eveline de Assis

Diagramação: Paulo Selveira

Assistente Editorial: Larissa Vieira Leite

Projeto Gráfico e capa: Edson Fogaça

© UNESCO, 2005

Educação científica e desenvolvimento: o que pensam os cientistas.

Brasília : UNESCO, Instituto Sangari, 2005.

232 p.

ISBN: 85-7652-048-6

1. Ensino de Ciências—Brasil 2. Educação e Desenvolvimento—Brasil
3. Qualidade Educacional—Ensino de Ciências—Brasil 4. Desenvolvimento Científico
e Tecnológico. 5. Política Educacional—Ensino de Ciências—Brasil I. UNESCO

CDD 370.11



Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

Representação no Brasil

SAS, Quadra 5, Bloco H, Lote 6, Ed. CNPq/IBICT/UNESCO, 9º andar
70070-914 – Brasília – DF – Brasil

Tel.: (55 61) 2106-3500

Fax: (55 61) 3322-4261

E-mail: grupoeditorial@unesco.org.br

Para Cecilia Braslavsky

(in memoriam)

Sumário

Apresentação	9
Abstract	13
A educação científica como direito de todos <i>Jorge Werthein e Célio da Cunha</i>	15
Educação para a ciência e a tecnologia <i>Alaor Silvério Chaves</i>	47
Introduzindo os alunos no universo das ciências <i>Anna Maria Pessoa de Carvalho</i>	61
Ensino de ciências <i>Antonio de Souza Teixeira Júnior</i>	69
Relevância e significado da educação científica para o Brasil <i>Aziz Nacib Ab'Sáber</i>	77
Formação científica para o desenvolvimento <i>Carlos Alberto Araújo de Carvalho Filho</i>	87
Investimento, ciência e educação <i>Crodowaldo Pavan</i>	93
O ensino de ciência no sushibar <i>Francisco César de Sá Barreto</i>	101
Educação para a transformação <i>Glaci Therezinha Zancan</i>	107
Um novo papel da divulgação da ciência: rumo a um contrato tecnológico <i>Henrique Lins de Barros</i>	111
Ciência para os jovens: falar menos e fazer mais <i>Isaac Roitman</i>	119

Aumentando o conhecimento popular sobre a ciência	
<i>Iván Antonio Izquierdo</i>	.129
Educação científica para quê?	
<i>José Goldemberg</i>	.137
A premência da educação científica	
<i>José Mariano Amabis</i>	.141
Educação em ciência	
<i>Leopoldo de Meis</i>	.147
Cultura científica na sociedade pós-industrial	
<i>Luís Carlos de Menezes</i>	.155
Ciência, um bem para o engrandecimento do espírito	
<i>Luiz Bevilacqua</i>	.161
Ensino de ciências: um ponto de partida para a inclusão	
<i>Myriam Krasilchik</i>	.169
A precisão científica na educação e na cultura	
<i>Roberto Boczko</i>	.175
Ensino de ciências: a grande lacuna das ciências da terra	
<i>Roberto Dall'Agnol</i>	.181
O ensino de ciências no Brasil	
<i>Roberto Leal Lobo e Silva Filho</i>	.187
Educação científica no Brasil: uma urgência	
<i>Suely Druck</i>	.195
Investimentos em educação, ciência e tecnologia	
<i>Ubiratan D'Ambrosio</i>	.203
Nota sobre os autores	.219
Lista de siglas	.231

Apresentação

Dando continuidade às ações da UNESCO em favor da educação em ciências, este livro reúne os trabalhos de 22 cientistas brasileiros sobre a situação atual deste campo no Brasil. Além disso, um capítulo introdutório realiza contextualização e síntese do pensamento de cada um dos co-autores, traçando um panorama de grande riqueza, que vai da filosofia antiga aos desafios contemporâneos.

9

A temática evoca argumentos conhecidos, presentes nos discursos, mas não nos escassos recursos e nas ainda mais escassas ações práticas. É sabido que o Brasil tem uma posição desconfortável nas avaliações internacionais quanto ao aproveitamento dos seus alunos em ciências e matemática. Pior ainda, a América Latina o acompanha nesse trecho lamentável do cortejo. Também é sabido que não há cidadania nem competitividade internacional sem a população contar com amplos e adequados conhecimentos científicos, democraticamente distribuídos.

O problema começa ou desemboca nos famosos índices de competitividade internacional, onde também a situação do Brasil deixa a desejar, localizando-se abaixo e distante de vários países do Continente. Entretanto, acima das estatísticas herméticas para muitos, o conhecimento científico tem a ver com o funcionário do estabelecimento de alimentação que não lava as mãos para lidar com alimentos; com o desregramento das infecções hospitalares; com a incapacidade de desconfiar que uma laje está para cair num dia de chuva; com a superdosagem de um medicamento capaz de matar; com o costume de jogar lixo nos rios; com o esquecimento da caderneta de vacinação das

crianças; com a mamadeira sem higiene que mata milhares de diarreia; com o comportamento irresponsável, causador de erosões; com a utilização irracional de agrotóxicos, capazes, acumulativamente, de matar mais cedo trabalhadores e consumidores. A lista seria imensa. Educação científica é importante? Adicionem-se todas as parcelas do custo humano e econômico da enumeração acima, e se terá uma pálida estimativa das perdas causadas pela ignorância relativa às ciências. Multipliquem-se os custos pelos dias e anos de atraso nas providências, e se chegará a um prejuízo astronômico, vizinho dos ônus da ineficiência e da corrupção, entre outros. Então, vale a pena investir no ensino de ciências?

10

Não é por acaso que Carnoy, em livro anteriormente publicado pela UNESCO, pergunta: "A educação na América Latina está preparando sua força de trabalho para as economias do século XXI?" Claro que a resposta é não, com o nosso Continente ficando para trás da Ásia e apenas posicionando-se à frente da África. Não são necessários mais argumentos, nem citar a missão da UNESCO neste campo, nem, entre os documentos significativos, as Declarações de Budapeste, de Santo Domingo, de Goia ou "A UNESCO e a Sociedade de Informação para Todos". Eis porque o presente livro é mais um passo na caminhada de esforços para contribuir com idéias e conhecimentos, a fim de que o Brasil supere esta situação.

A grande dificuldade é que a escala das tarefas aumentou com a mundialização. Carnoy não focaliza a América Latina por acaso, mas porque devemos olhar os grandes espaços do mundo contemporâneo, envolvidos cada vez mais numa rede de interdependência que se estreita a cada inovação tecnológica ou a cada desastre. Assim, a dimensão desta problemática não é só brasileira, nem para ser enfrentada só pelo Brasil. Precisamos nos valer, na geopolítica de hoje, das associações internacionais, entre elas a UNESCO e o Mercosul, das quais o país é membro-fundador. Esses espaços amplos precisam ser intensamente utilizados para intercambiar idéias e ações, sobretudo ações que venham

a dar conta do nosso presente e do nosso futuro. Urge, portanto, que nos unamos, em nossa diversidade enriquecedora, e que deixemos uma concepção cartorial e burocrática do Mercosul. Conforme as palavras do presidente Tabaré Vázquez na reunião de cúpula de Assunção, "hoje é tempo de Mercosul". O Mercosul não se decreta, se constitui. O Mercosul não se invoca, se convoca. O Mercosul não é assunto de uns poucos, o Mercosul somos todos nós". Portanto, enchendo de cidadania o Mercosul, tratemos de enfrentar os problemas do século XXI com ações à altura deste mesmo século. Como observou Ennio Candotti em oportuno artigo sobre O Mercosul e a Ciência, move-nos a certeza de que, juntos, combateremos melhor, na decisiva arena internacional, as crescentes restrições ao desenvolvimento científico e tecnológico de nossos países. E defenderemos, dentro e fora deles, os investimentos indispensáveis à infra-estrutura para a educação e a produção de conhecimentos que nossos povos reclamam.

11

Jorge Grandi

Representante da UNESCO no Brasil

Diretor do Escritório da UNESCO a.i.

.....

Abstract

.....

This book gathers articles by twenty-two Brazilian scientists about the current status of the scientific education, and its relevance to the country's development. Under different lights, the authors have reviewed several issues, among which, the quality of science education at schools, the lack of good teachers, science dissemination and popularization, science and technology policy. The authors make critical comments and present proposals and recommendations of utmost relevance. The book also includes the forewords by the organizers, where they think over the scientific education development, Unesco's role, making brief comments on the different contributions. Furthermore, they speculate about the relevance of scientific education, mentioning several initiatives undertaken both by scientists and the government. The authors find out the urgent need for a state policy for education, science and technology, which is crucial towards abolishing the excellence island, in favor of the right of everyone to high-quality scientific education.

* * * * *

A educação científica como direito de todos

* * * * *

Recentemente, a UNESCO no Brasil editou um documento de orientação alertando para a gravidade da situação do ensino de Ciências em nosso meio. O título deste documento – Ensino de Ciências: o Futuro em Risco¹ – por si só expressa a preocupação da UNESCO. Com base em avaliações nacionais e internacionais, ele alerta que “continuar aceitando que grande parte da população não receba formação científica e tecnológica de qualidade agravará as desigualdades do país e significará seu atraso no mundo globalizado. Investir para constituir uma população cientificamente preparada é cultivar para receber de volta cidadania e produtividade que melhoraram as condições de vida de todo o povo”.² E conclui ao seu termo que “o custo de não fazer é ficar para trás”.³

15

Indiscutivelmente, nenhum país avança sem educação de qualidade. A sua falta ou insuficiência, pode também ajudar a explicar o declínio. Platão, na antiguidade chegou a colocar o fator cultura como uma das causas da decadência dos povos dóricos.⁴ E o Brasil, além de outros países da América Latina, está se distanciando da possibilidade de inserção plena no quadro das mudanças sociais e econômicas que

¹ UNESCO. *Ensino de Ciências: o futuro em risco*. Série Debates VI. Brasília, UNESCO, 2005.

² Idem, *ibidem*, p. 2.

³ Idem, *ibidem*, p. 6.

⁴ JAEGER, W. *Paidea*. São Paulo: Martins Fontes, 1979, p. 1.250-51.

se operam em escala mundial por não ter percebido, entre outras coisas, o alcance da educação no processo de modernização e combate à pobreza. Comparativamente a alguns dos nossos vizinhos como a Argentina e o Uruguai, como também o Chile e a Costa Rica, a situação do Brasil é mais difícil devido às omissões do passado. Os países citados tiveram a visão de empreender, na segunda metade do século XIX, reformas educacionais de base que ensejaram a progressiva universalização da escola pública, conquista que o Brasil só nos últimos decênios começou a atingir. O déficit acumulado, representado hoje por mais de 15 milhões de analfabetos absolutos e aproximadamente 30 milhões de analfabetos funcionais, somado a um gigantesco déficit de qualidade, requer políticas educacionais ousadas e acopladas a um projeto de nação como quer o ensaísta e político Cristovam Buarque.⁵

16 Na história da educação e da cultura nacionais não faltaram vozes para denunciar a omissão do poder público. Euclides da Cunha, para citar como exemplo um fervoroso republicano, logo após a proclamação da República, criticando as festas e homenagens programadas por ocasião desse histórico acontecimento, perguntava por que não, no lugar de festas, uma escola para libertos? E acrescentava que o importante era dar educação à generosa raça dos libertos, tanto tempo tão dura e nefandamente explorada. Sem isso não seria possível concorrer com a superioridade de educação dos operários estrangeiros que estavam chegando ao Brasil.⁶

Não muito tempo depois – começo do século XX – um sergipano de impressionante lucidez – Manoel Bomfim – dizia que a América Latina para se salvar, terá de ser pela educação. Tinha grande convicção no poder da educação, destacando-a como a principal estratégia, porém sem desconsiderar os demais fatores do progresso. Conseguiu ver com larga antecipação, o papel da ciência e da tecnologia. É urgente, argumentava ele, aplicar às nossas necessidades, a ciência que está feita e adquirir

⁵. BUARQUE, C. "A espera e a doação". *Jornal do Commercio*, 9/8/2005.

⁶. CUNHA, E. "Resposta à Confederação Abolicionista". *Folha de S. Paulo, Caderno Mais*, 15/5/2005, p. 5.

as verdades adquiridas e os bons métodos de estudo; ao mesmo tempo, é preciso observar e estudar aquilo que, sendo peculiar ao nosso meio, ainda não é do domínio corrente da ciência. Que a ciência não seja um adorno de doutores na luta comum contra as dificuldades da vida.⁷

A esse tempo, na exígua rede de escolas básicas existentes no país, o ensino das ciências ocupava pouco espaço. Valnir Chagas, estudando a evolução dessa área de educação básica no Brasil constatou nos currículos do Colégio Pedro II (que era então modelo nacional), ao longo da Primeira República, “esmagadora predominância das humanidades, com um percentual médio de 42,4% contra 24,8% de Matemática e Ciências, sendo que este último índice se reduzia para 11,4%, abstraindo-se a Matemática”.⁸ Somente a partir dos anos 30, já sob a influência do movimento renovador da escola nova e do Manifesto dos Pioneiros, esse quadro se alteraria de forma a configurar maior equilíbrio entre as ciências e as humanidades.

17

Todavia, a partir dos anos 50, período em que o ensino fundamental no Brasil começa a se expandir, mas sem as condições mínimas para uma educação eficiente, a questão da qualidade foi gradativamente se ampliando e avolumando até atingir o estágio de caotização em que se encontra hoje. Os cientistas brasileiros, sobretudo após a criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) na década de 50 não se omitiram e em diversas oportunidades, isoladamente ou por intermédio de suas universidades e entidades representativas, não só procuraram chamar a atenção do poder público como ainda tentaram, em experiências pioneiras, desenvolver projetos e ações programadas de educação científica ou de ensino de ciências em apoio aos sistemas estaduais e municipais de educação. Nessa linha, podem ser citados, entre outros,

⁷ BOMFIM, M. In: CUNHA, C. *A emergência de uma universidade brasileira: o resgate pela regionalização*. Tese de doutorado, Unicamp, 1987, p. 137-38.

⁸ CHAGAS, V. *O ensino de 1º e 2º graus: antes, agora e depois?* 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1984, p. 30 e segs.

o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC, 1950), produzindo, já na década de 50, material e equipamento para o ensino prático,⁹ o Concurso Cientistas de Amanhã (1958); o lançamento do encarte *Folbinha* pela Folha de S. Paulo (1960); o lançamento do Congresso Jovens Cientistas (1962), realizado durante 22 anos; a organização da Fundação Brasileira para o Ensino de Ciências (Funbec), liderada por Isaias Raw e Antônio de Souza Teixeira Júnior, entidade que, por vários anos, acreditou na possibilidade de melhorar o setor, criando e concebendo diversos tipos de material pedagógico de apoio ao ensino experimental e editando uma revista destinada a professores; os Centros de Ensino de Ciências, criados com o apoio do Ministério da Educação em algumas regiões e unidades da Federação; as Olimpíadas de Matemática; o Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (Premen), criado pelo MEC, em 1972, e que apoiou, segundo Krasilchik, muitos projetos de ensino de Ciências em várias instituições do País;¹⁰ e o subprograma do PADCT – Educação para as Ciências, executado pela Capes, a partir de 1983. Segundo Eda Barbosa Machado de Souza, que foi a primeira coordenadora desse programa, ele deu uma grande contribuição no treinamento e capacitação de professores de Matemática e Ciências, apoiou núcleos de excelência, concedeu bolsas de mestrado e doutorado e fomentou inúmeras pesquisas no setor. São apenas alguns exemplos que não devem ser esquecidos. Nessa linha, sobrelevam o papel da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) e o da Academia Brasileira de Ciência (ABC), em cujas agendas sempre estiveram presentes a educação científica e a popularização das ciências. Sobreleva ainda as iniciativas e ações da Academia Paulista de Ciências, de várias entidades especializadas como as Sociedades Brasileiras de Matemática, Física e Química, bem como de algumas universidades, como a de São Paulo que, por intermédio da Escola Politécnica realiza a Feira Anual de Ciências e Engenharia (Febrace) criando espaços para “aprender o fazer científico”.

⁹ KRASILCHIK, M. Ensino de ciências: um ponto de partida para a inclusão. In: WERTHEIN, J. e CUNHA, C. *Educação científica e desenvolvimento*. Brasília: Unesco, 2005.

¹⁰ KRASILCHIK, M. *The ecology of science education: Brasil, 1950-90*. p. 420-22.

No marco dessas iniciativas, formou-se uma admirável geração de especialistas em ensino de Ciências e Matemática que, por décadas, não mediram esforços para melhorar o setor, popularizar e divulgar a ciência e incentivar novos talentos mediante a realização de feiras e concursos. Merece destaque, entre tantos valores, Maria Julieta S. Ormastroni que, durante mais de 40 anos, seja no IBCEC, na *Folhinha de S. Paulo*, promovendo concursos, feiras de ciências e congressos vários, atuando como vice-presidente do CIC por 21 anos, órgão criado pela UNESCO, em 1967, para incentivar programas extra-escolares de ciências, dedicou o melhor de sua vida e assim continua, em prol da educação e da divulgação científica no Brasil e no exterior.

Ao esforço e alerta dos cientistas e da comunidade dos educadores de Ciências, para usar a expressão de Krasilchik, não correspondeu o poder público, em que pese iniciativas meritórias que não se sustentaram devido a sucessivas mudanças de governo. Mais recentemente, os Ministérios da Ciência e da Tecnologia e da Educação, em uma tentativa de conjugação de esforços, retomaram a questão, chegando mesmo à elaboração de um plano de educação científica, ainda não implementado, devido a mudanças políticas.

No plano internacional, a UNESCO realizou, no ano 1999, em Budapeste, a Conferência Mundial sobre Ciência, evento que aprovou a Declaração sobre a Ciência e o Uso do Conhecimento Científico. No preâmbulo dessa Declaração, reconhece-se a acentuada distribuição desigual dos benefícios da ciência, afirmando ainda que a distância entre pobres e ricos, não se deve meramente ao fato de eles possuírem menos bens, mas também de eles serem, em boa parte, excluídos da criação e dos benefícios do conhecimento científico. Disso decorre a necessidade de que o acesso ao conhecimento científico a partir de uma idade muito precoce, faz parte do direito à educação de todos os homens e mulheres e que a educação científica é de importância essencial para o desenvolvimento humano, para a criação da capacidade científica endógena e para que tenhamos cidadãos participantes e informados.¹¹

¹¹. UNESCO. *Declaração sobre a Ciência e o Uso do Conhecimento Científico*. Brasília: UNESCO, Abipti, Fucapi, 2003, p. 28-29.

Com base nesses pressupostos, a Declaração de Budapeste afirma que hoje, mais do que nunca, a ciência e suas aplicações são indispensáveis para o desenvolvimento. Todos os níveis de governo e do setor privado devem dar maior apoio à construção da capacidade científica e tecnológica adequada e uniformemente distribuída. Por isso, ela considera que a educação em ciência em sentido amplo, sem discriminação e abrangendo todos os níveis e modalidades do ensino, é um requisito fundamental da democracia e do desenvolvimento sustentável. É sobre essa plataforma que a educação científica, a comunicação e a popularização devem ser construídas. Nessa linha, emerge o papel das universidades na promoção e na modernização do ensino das ciências e sua coordenação em todos os níveis educacionais. A Declaração sublinha ainda que o acesso equitativo à ciência não é apenas uma exigência social e ética tendo em vista o desenvolvimento humano, mas é também de importância capital para a realização do pleno potencial das comunidades científicas de todo o mundo e para orientar o progresso científico para o atendimento das necessidades da humanidade.¹²

No capítulo dedicado à educação científica de sua agenda de ações, a Declaração estabelece que os governos devem dar a mais alta prioridade à melhoria da educação científica em todos os níveis, tomando medidas para o desenvolvimento profissional dos professores e educadores, capacitando-os a enfrentar as mudanças em curso. Os professores devem ter acesso a uma atualização contínua de seus conhecimentos. Ademais, a Declaração releva o papel dos jornalistas e dos comunicadores científicos, e de todos os que tratam do aumento da conscientização do público em matéria de ciências, devendo igualmente ser examinada a possibilidade de criação de um programa internacional de promoção da informação e de cultura científica acessível a todos, de modo a oferecer informações adequadas sobre ciência e tecnologia, em uma forma de fácil compreensão.¹³

¹² Idem, p. 33-37.

¹³ Idem, p. 56-58.

Como se pode observar, a Declaração de Budapeste configura-se como um marco orientador de inegável alcance para o futuro da educação científica. Tomando-a por referência, a UNESCO no Brasil tem procurado manter um permanente diálogo em todos os níveis de governo e também com a sociedade civil, chamando a atenção para a importância do ensino e da popularização da ciência, e mostrando que no contexto de uma sociedade do conhecimento e de inovações em ritmo sem precedentes, os países que não investirem em educação e não dispensarem a devida atenção à educação científica, distanciar-se-ão cada vez mais dos que tiveram lucidez e souberam e continuam a perceber a importância desses fatores. Nessa linha, surgiu a idéia de um livro reunindo a contribuição de vários cientistas sobre o ensino das ciências com a crença de que, explicitando o pensamento de figuras da mais alta credibilidade da comunidade científica nacional, possam os governos e formuladores e executores de políticas da educação atentarem para a urgência do problema. O convite da UNESCO a expoentes da ciência brasileira foi atendido. Reflexões e ponderações de alto nível foram feitas por óticas e ângulos diferentes, mas todas convergindo para um só rumo, qual seja, o do imperativo da educação científica. A seguir, de cada artigo, destacaremos os pontos que nos pareceram mais relevantes para a finalidade deste livro:

Alaor Silvério Chaves:¹⁴ Este cientista começa em seu texto dizendo que o Brasil tem sido recorrente em sua conduta de perder oportunidades. Porém, nenhuma perda supera a omissão em educar o povo. Diz que o país possui um contingente numeroso de jovens em idade escolar, que é o seu bem mais valioso. Não aproveitar essa vantagem competitiva, oferecendo oportunidades de educação de qualidade a essa juventude, configura-se como o mais desastroso erro de nossa história recente. Não se pode adiar o preparo dessa juventude para ciência e tecnologia. Se há um lado melindroso no cenário sociodemográfico, e de certo modo perverso, com uma imensa maioria de crianças

¹⁴ *Educação para a ciência e a tecnologia.*

de origem pobre, esse quadro pode, no entanto, ser convertido em fator positivo. Para que o país tenha futuro, anota, temos de resgatar essas crianças e jovens e dar-lhes a melhor educação possível. Nunca um país dependeu tanto de seus excluídos e desvalidos. Daí a importância de se inserir a ciência na vida do país, a exemplo do que ocorreu com a evolução da técnica agrícola (Embrapa e universidades), que permitiu, em poucos anos, mais do que duplicar a produção de grãos. Alaor alerta para a importância de uma política industrial de inovações que impeça a evasão de cérebros. A massa crítica que está sendo preparada pela pós-graduação precisa ser plenamente utilizada. Por outro lado, ele salienta que o grande desafio do país é preparar as pessoas para conviverem com a crescente e onipresente tecnologia. É um desafio equivalente ao criar essa tecnologia. Há assim, a necessidade de o país superar a tradição livresca e investir na educação científica. A experimentação é a base de todo aprendizado científico;

Anna Maria Pessoa de Carvalho:¹⁵ Optou em seu artigo por um enfoque mais pedagógico, isto é, de como ensinar Ciências. Ao invés de mostrar leis e teorias já elaboradas, é preciso ensinar os alunos a “fazer ciências” e a “falar ciências”, pois há uma distância muito grande entre um aluno do ensino fundamental ou médio e um cientista. É preciso levar os alunos a produzirem conhecimento significativo. Para tanto, torna-se necessário combinar, de muitas maneiras, o discurso verbal, as expressões matemáticas e as representações gráficas. Temos de levar os alunos a participar de uma cultura científica fazendo com que eles pratiquem seus valores e suas regras e sobretudo, as diversas linguagens da ciência. Dessa forma, propor aos alunos problemas experimentais para que eles os resolvam em grupo, sobressai como estratégia educativa imprescindível. Ressalta que atualmente, o maior problema enfrentado pelos pesquisadores é o de promover o ensino de ciências em uma linguagem acessível aos alunos. Os argumentos dessa pesquisadora remetem ao problema da formação docente,

¹⁵ *Introduzindo os alunos no universo das ciências.*

inicial e continuada, um desafio crescente que se avoluma e está a requerer uma política sistemática e de longo prazo. Políticas de remendo adiam, ampliam e perpetuam o impasse;

Antonio de Souza Teixeira Júnior:¹⁶ Critica a baixa escolaridade brasileira, acrescentando que no ensino de Ciências o quadro agrava-se devido à necessidade de professores que ensinem a observar, medir e concluir. Com professores malformados e desprovidos de instrumentação, a escola torna-se desestimulante. Salienta, no entanto, que, mesmo em países como os Estados Unidos, há casos de alunos que chegam ao final da educação básica totalmente despreparados. Ressalta a importância de o país aumentar os investimentos em educação, pois quando aplicados com eficiência, as taxas de retorno são altas. No plano pedagógico, dá realce à observação e à experimentação, com a presença de professores indagadores que ensinem a arte de fazer boas perguntas. Destaca o esforço do Estado de São Paulo em reciclar professores, prevendo melhoria substancial do ensino nesse Estado. Insiste em que se deve lutar para que as escolas tenham laboratórios equipados que possibilitem o ensino criativo. Não há necessidade de sofisticação. Porém, chama a atenção para a necessidade de saber usar os equipamentos. É importante conduzir os alunos para alguma experimentação para tornar possível a aquisição de conhecimentos relacionados à sua utilização. Ninguém aprende a nadar no seco, ironiza Teixeira Júnior, como também não se aprende ciências experimentais sem efetuar experiências. Por fim, Teixeira Júnior, utilizando uma original poesia que lhe foi apresentada no Curso do ITA, conclui que o drama da educação é transferir os erros, impedindo que a solução não seja assumida por ninguém. Tem razão Teixeira Júnior. Formou-se no país uma cadeia de transferência de desacertos, cada ator colocando a culpa no outro. Em que pese isso ser verdadeiro, também o é o fato de que em assuntos tão importantes como a educação, o Estado não pode se omitir, até mesmo para romper essa cadeia de transferências de responsabilidades;

¹⁶ *Ensino de ciências.*

Aziz Nacib Ab'Sáber:¹⁷ Para este cientista as complexas vertentes da educação científica requerem considerações de diversas naturezas, como um bom conceito de ciência, conhecimento sobre as faixas etárias a serem consideradas e o espaço físico, ecológico, social, socioeconômico e sociocultural referentes ao universo humano para a qual ela se dirige. No contexto de um país que encerra grandes desigualdades como o Brasil, deve-se acrescentar a exigência de bons professores e um novo e mais amplo entendimento por parte de governantes e gestores da educação, fato que pode provocar certo pessimismo na atual conjuntura do nosso país. Em que pese isso, ele acha possível produzir algumas estratégias inovadoras que poderão ou não ser aproveitadas na árdua tarefa de educar crianças, adolescentes e adultos. Para tanto, ele ressalta a importância de uma educação científica que dê ênfase em alguns conceitos de alto valor interdisciplinar, como os de cultura, de ecossistema e de metabolismo urbano. No conceito de cultura, ele frisa o conjunto de valores típicos que dizem respeito a fatos animais, sociológicos e ergológicos/tecnológicos, aos quais ele acrescenta os valores éticos e morais, lingüísticos, literários e artísticos; em relação ao conceito de ecossistema que, para Tansley, é o sistema ecológico de um lugar, Ab'Sáber após descrever sucintamente seus componentes e abrangência, lembra que em termos didáticos é fácil apresentá-lo para crianças e adolescentes utilizando giz e quadro negro; quanto ao conceito de metabolismo urbano, afirma que o grande problema refere-se ao quantum de humanidade concentra-se em um determinado sítio, pois a somatória do metabolismo individual de centenas e milhares de pessoas provoca um grande número de problemas em relação, por exemplo, a esgotos e dejetos domésticos. Baseado em bons conhecimentos sobre o macrosistema de grandes cidades, pode-se ensinar a crianças, adolescentes e adultos com a simplicidade requerida. Se por um lado, a escolha de conceitos de alcance interdisciplinar é importante para uma educação científica de qualidade, pois permitem não apenas uma melhor contextualização,

¹⁷ *Relevância e significado da educação científica para o Brasil.*

como também a aquisição organizada do conhecimento, por outro, demanda melhor qualidade dos professores e a instrumentação das escolas, condições que se encontram em situação crítica no Brasil. Por último, observa que neste início de um novo milênio, tornou-se uma necessidade inadiável a boa utilização das ciências pelos governantes, técnicos e pesquisadores esclarecidos. Nunca um país necessitou tanto de ciência como o Brasil em face de sua originalidade física, ecológica, social e humana;

Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho:¹⁸ Partindo da política industrial e tecnológica lançada pelo governo em 2004, Aragão afirma que para ela ser exequível, é preciso que o Brasil embarque em um projeto ambicioso de educação científica, que resulte na formação dos cientistas e engenheiros necessários para desenvolver as áreas prioritárias da política referida. Se por um lado, o país avançou na produção acadêmica, por outro, é ainda baixo o número de empresas de base tecnológica. É importante que a política industrial absorva os especialistas das diferentes áreas e subáreas científico-tecnológicas. Além disso, há outras razões que depõem a favor de uma política arrojada de educação científica. Em uma era de economia do conhecimento, paga-se um preço muito alto pelo analfabetismo tecnológico, pois a sociedade atual é constantemente exposta a produtos, processos e serviços intensivos de conteúdo científico-tecnológico. O quadro existente não é nada encorajador. Avaliações internacionais feitas, por exemplo, em Matemática, deixou o Brasil entre os últimos lugares. Destaca Aragão que a carência de bons professores de Ciências na educação básica é um problema gravíssimo. Ele é consequência do aviltamento da profissão docente. Para reverter esse quadro, há a necessidade de formar mais professores, tornar a carreira mais atraente e melhorar as condições para um trabalho docente de qualidade. Não devemos adiar o plantio, insiste Alaor. É urgente um movimento pela educação científica com dimensão nacional envolvendo a União,

¹⁸. *Formação científica para o desenvolvimento.*

os estados e municípios, além das empresas e organizações não-governamentais;

26 Crodowaldo Pavan:¹⁹ Tem clareza que a educação, incluindo os avanços da ciência e da tecnologia, é a base cultural do desenvolvimento. Se ela não contar com investimentos suficientes, o retrocesso social é inevitável. Um grupo reduzido de nações, as mais ricas, avança de forma acelerada, por possuir uma base tecnológica moderna e pela utilização de tecnologias de ponta. Não há futuro promissor para as nações que se apoiarem exageradamente no fornecimento de matérias-primas e em produtos que requerem trabalho desqualificado. O Brasil só terá um lugar ao sol, se lograr atingir elevada capacitação científica e tecnológica e desenvolver tecnologias de ponta em áreas estratégicas como a informática e a biotecnologia. A questão do saber e do que se entende por saber é fundamental para o país enfrentar o problema da capacitação, do ensino e do conhecimento. Destaca que todos os países que desejam prosperar possuem uma estratégia para impulsionar o desenvolvimento. É preciso que os poderes públicos assegurem recursos para a educação científica, condição imprescindível para acompanhar a evolução mundial da ciência em alguns setores considerados relevantes. Concordando com políticas que possibilitem o pleno emprego, Pavan sustenta que é possível conjugar políticas de uso intenso de capital humano e o emprego de tecnologias modernas. Cita a experiência da informática que gerou outros setores e empregos. Com base nessa de abordagem é que deve ser pensado o projeto científico nacional. Observa, todavia, que os problemas brasileiros não guardam semelhança com os existentes nos países ricos. Uma política de ciência e tecnologia requer a redução das desigualdades e da pobreza absoluta. Se não houver, por exemplo, uma reestruturação do sistema educacional fazendo com que os poderes públicos assumam a sua responsabilidade, dificilmente o país avançará. Está implícita no pensamento de Pavan a necessidade de

¹⁹ *Investimento, ciência e educação.*

uma política de Estado para a educação, a ciência e a tecnologia, bandeira que a UNESCO no Brasil, há vários anos colocou em sua agenda de lutas e de debates;

Francisco César de Sá Barreto:²⁰ Refletindo a partir de uma experiência pessoal de ensinar Ciências para os funcionários de um restaurante japonês que ele freqüentava – o Sushibar –, onde foi possível, em conversas informais, introduzir dois jovens sushimen em princípios científicos da Física, vinculados a fatos do cotidiano, Sá Barreto indaga sobre o que está faltando para a mágica da Física ser apreciada e adquirida por milhares de pessoas. E ele responde: falta de professores, de governos que não valorizam o docente, de colegas que não dão a devida atenção ao ensino básico; de sociedades científicas que não se preocupam com ensino das ciências. Em seguida, ele cita alguns dados estatísticos sobre a situação do ensino de Ciências, inclusive sobre a pós-graduação nessa área onde existem apenas 27 mestrados e 6 doutorados, o que indica a inexistência de uma cultura científica no país. Para reverter esse quadro, há a necessidade de participação integrada, regular, consistente e perene das sociedades científicas, das instituições de ensino superior e dos governos municipal, estadual e federal, pois estão à margem das conquistas científicas e tecnológicas, milhões e milhões de pessoas. Para a integração regular a que se refere, evidencia-se a relevância de uma política de Estado para a educação que assegure estabilidade e continuidade. Sem dúvida, a magnitude do desafio educacional brasileiro não pode ficar submetida às oscilações da política, nem tampouco ao conflito de competências entre as diferentes instâncias do regime federativo;

27

Glaci Therezinha Zancan:²¹ Iniciando o seu texto citando Paulo Freire, ela destaca que o método científico é aquele que permite usar o meio em que a escola está inserida e propor soluções adequadas à realidade vivenciada pelos alunos. Por isso, os professores devem estar

^{20.} *O ensino de Ciências no Sushibar.*

^{21.} *Educação para a transformação.*

conscientes de que a ciência não é um conjunto de conhecimentos acabados, mas uma forma de ver o mundo e de transformá-lo. Nesse sentido, o ensino das ciências e das artes deve cultivar a imaginação e a criatividade de forma a propor novos paradigmas para uma educação transformadora. Sem isso, o jovem não estará preparado para conviver com a comunidade e participar de um mundo em rápida transformação. Glaci Zancan percebe com clareza o poder da educação, sendo necessário, para atingir esse objetivo, mudar o ensino informativo para criativo e transformador. Essa missão depende da formação de bons professores e da liberdade da escola em administrar suas experiências pedagógicas. Para tanto, o professor precisa ser um pesquisador, devendo estar preparado para atividades de construção do conhecimento. Sob esse aspecto, ela enfatiza a importância das universidades no processo de formação;

Henrique Lins de Barros:²² Salienta em seu texto o novo papel da divulgação da ciência, tecendo considerações críticas sobre a profunda transformação que se verificou nos últimos anos na relação entre o conhecimento gerado e a informação passada ao público. Se por um lado os produtos de base tecnológica que estão sendo colocados em mercados cada vez mais amplos requerem que se invista na educação de um maior número de pessoas, por outro, há um preço a pagar que não pode ser calculado pela matemática da economia. É muito grande o impacto das novas tecnologias, tanto na degradação do meio ambiente quanto na destruição de culturas e aumento da exclusão. Esse custo é muito mais elevado do que o dinheiro gasto para o desenvolvimento dos novos produtos. O divulgador da ciência não deve se iludir pensando que seu trabalho irá aumentar a bagagem cultural de uma parcela da população. Só há interesse em transformar o conhecimento científico em produto que pode ser consumido. Dessa forma, vislumbra-se um futuro aterrador, argumenta Barros. Aqui, abre-se um espaço para a divulgação científica, pois somente

²² *Um novo papel da divulgação da ciência: rumo a um contrato tecnológico.*

pela conscientização da sociedade será possível pensar em um mundo diferente em que o futuro será uma decorrência das ações do presente. Para superar esse impasse, Barros defende a idéia de um contrato ou pacto tecnológico, que não deve ser visto como renúncia ao conhecimento, mas como opção de maior responsabilidade com as gerações futuras. Pode-se afirmar que as idéias de Barros situam-se no marco da Declaração de Budapeste sobre o uso ético do conhecimento científico, condição imprescindível para a reforma planetária das mentalidades como quer Edgar Morin. Este pensador defende uma antropética que entre as suas várias missões tem a de efetuar a dupla pilotagem do planeta: obedecer à vida, guiar a vida;²³

Isaac Roitman:²⁴ Começa o texto sublinhando a atualidade do Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova (1932) redigido por Fernando de Azevedo e assinado por inúmeros intelectuais e educadores. Esse histórico documento já assinalava, nos anos 30, que nenhuma outra prioridade sobreleva em importância à da educação, nem mesmo as de ordem econômica. Depois, ele chama a atenção para a importância da educação científica nos dias hoje, sendo que no Brasil a comunidade acadêmica sempre reconheceu e apoiou com muitas iniciativas e ações. Dá vários exemplos, lembrando na década de 60 a experiência pioneira da Fundação Brasileira para o Ensino de Ciências (Funbec) que, por falta de apoio, teve de encerrar suas atividades. Roitman pergunta quais seriam as razões da vida curta dessa e de outras iniciativas. Talvez a mais importante, observa, seja a nossa dificuldade de conduzir projetos de longo prazo. Essa dificuldade decorre, no nosso entendimento, da ausência de políticas estáveis que transcendam governos. Roitman critica a falta de laboratórios e instrumentos pedagógicos nas escolas básicas, como também o despreparo dos professores e sua difícil situação em uma carreira sem horizontes. Menciona algumas perspectivas promissoras como a criação

²³. MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2000, p. 104-106.

²⁴. *Ciência para os jovens: falar menos e fazer mais*.

da Capemp/MEC, do Pibic do CNPq e do Projeto ABC na educação científica da Academia Brasileira de Ciências. Insiste, por último, que para a melhoria da educação científica é imprescindível uma boa formação inicial e continuada de professores, modificações profundas nas metodologias pedagógicas, condições para a escola executar o seu projeto e reconhecimento social dos professores com progressão baseada no mérito. Essa visão sistêmica de Roitman é bastante atual, pois não basta atacar apenas uma variável que, via de regra, possui efeito transitório;

30

Iván Antonio Izquierdo:²⁵ Informa que nos países mais avançados, o público está bastante a par dos conhecimentos científicos, disso se encarregando a mídia e a educação básica e superior. Isso ajuda o reconhecimento público da ciência e cria um clima favorável ao desenvolvimento tecnológico. No Brasil a população conhece pouco sobre ciência. Persiste em nosso país a crença de que ela é coisa do primeiro mundo. Em parte, essa situação pode ser explicada pela longa tradição de baixa auto-estima do povo brasileiro. A miscigenação, observa Izquierdo, era vista como um defeito congênito, criando-se uma espécie de arquétipo negativo. A falta de auto-estima conduz a arroubos chauvinistas. Essas observações de Izquierdo são importantes, pois o Brasil precisa acertar o passo com a sua origem — européia, negra e indígena — como certa vez escreveu Sergio P. Rouanet. Para aumentar o conhecimento e promover a sua popularização, devemos preparar nosso povo, alfabetizar mais profundamente e melhor, fazer com que os brasileiros leiam mais, ele argumenta. Considera imprescindível conscientizar as classes políticas e a mídia. Além dessas medidas de ordem mais geral, Izquierdo sugere a inclusão nas escolas do ensino fundamental, desde a 1ª série, de noções sobre o valor da ciência para a vida cotidiana. Dever-se-ia também incentivar palestras nas escolas a cargo dos cientistas, que poderiam descrever, em poucas palavras, as pesquisas que estão sendo feitas. Conclui dizendo que hoje em dia ficar para trás como

²⁵ *Aumentando o conhecimento popular sobre a ciência.*

nação pode significar uma defasagem de algumas décadas, difíceis de serem contornadas. A rigor, o Brasil já está ficando para trás, mas ainda tem chances, desde que consiga uma estabilidade política e se decida a ter um projeto de país com horizontes largos e suficiente capital social para dar sustentação a mudanças inadiáveis;

José Goldemberg:²⁶ Argumenta que a educação científica não pode ser discutida fora do contexto geral da educação. Acha incorreto pensar a educação científica dessa forma. O que falta ao Brasil é uma educação básica de melhor qualidade em todas as áreas. Essa é a única forma de preparar os jovens para o mercado de trabalho. Ele lembra oportunamente um fato histórico ocorrido ao tempo da Revolução Francesa quando a Assembléia Nacional determinou a criação de um sistema de educação básica universal, decisão que acabaria por influenciar vários países do Ocidente a investirem na educação do povo. Por essa razão, assevera Goldemberg, não é conveniente exagerar o significado da educação científica sem atentar para o fato de que ela precisa ser construída sobre uma base real que é a educação básica. A posição de Goldemberg é correta e insere-se em uma visão integrada de desenvolvimento curricular. Todavia, importa ponderar que nas avaliações feitas da educação brasileira, nacional e internacional, os escores dos estudantes de matemática e de ciências físicas e naturais estão em situação muito crítica. Além disso, alunos estão sendo aprovados por falta de professores de ciências. Ademais, a educação brasileira ainda não se libertou totalmente da tradição de ensino livresco e enciclopédico. Acrescente-se também que o ensino experimental das ciências, quando feito de forma apropriada, ajuda o aluno a adquirir um instrumental metodológico certamente útil em toda a trajetória escolar;

José Mariano Amabis:²⁷ O próprio título de seu artigo – “A premência da educação científica” – indica a posição deste cientista. Para ele, nos dias de hoje o conhecimento científico afeta de tal forma nossas

^{26.} *Educação científica para quê?*

^{27.} *A premência da educação científica.*

vidas que se tornou imperativo que todas as pessoas adquiram uma cultura científica mínima. Assim sendo, a nação que não der prioridade à educação científica de sua população estará comprometendo o seu desenvolvimento e o futuro da sociedade. Essa percepção tem levado vários países a tomar medidas para a alfabetização científica de todos, citando como exemplo a iniciativa da American Association for the Advancement of Science (AAAS), a maior sociedade científica do mundo que, em 1985, lançou o “projeto 2061: ciência para todos os americanos”, de longo prazo, para reformar a educação em Ciências, em Matemática e em tecnologia nos EUA. Amabis faz referência aos Parâmetros Curriculares Nacionais do MEC que contempla com acerto a educação científica. Todavia, o seu sucesso depende de um conjunto de condições pedagógicas, professores bem preparados e reformas estruturais na formação. A questão docente é primordial. O Exame Nacional de Cursos mostrou que muitos graduandos da licenciatura em Ciências, prestes a ingressarem como professores na educação básica, não compreendiam conceitos fundamentais e princípios básicos da ciência. Tais carências deveriam envergonhar nosso sistema universitário. A situação do ensino de Ciências configura-se como um extraordinário desafio que demandará pesados investimentos. Conclui-se que os governantes devem não apenas eleger a educação como prioridade, mas colocá-la como política de Estado e não como política de governo;

Leopoldo de Meis:²⁸ Após tecer breves comentários sobre a evolução da ciência, Meis informa que a produção maciça de novos conhecimentos, iniciada no século XIX, foi e continua a ser centralizada em alguns países do hemisfério norte que produzem 75% do saber gerado a cada ano. Com base nisso, ele ressalta que a produção de conhecimentos constitui um dos fatores determinantes na distribuição mundial do poder econômico. Essa centralização favorece o surgimento de tensões que, por sua vez, dificultam o processo da paz

²⁸ *Educação em ciência.*

mundial. Esse quadro é agravado pela distribuição dos jovens no planeta que se concentram nos países periféricos. Esse fato constitui para ele o grande desafio da educação moderna, pois o cotidiano da nossa era requer dos jovens que entram no mercado uma formação científica e tecnológica cada vez maior. Por outro lado, dada a grande quantidade de conhecimentos e a mudança contínua dos conceitos científicos, o caráter estável do conhecimento desapareceu. Torna-se necessário, portanto, para se poder assimilar novos conhecimentos, esquecer parte do que foi aprendido. Nessa direção, podemos propor que o pressuposto *aprender a aprender* lançado pelo Relatório Delors da UNESCO, em meados dos anos 90, do século passado, poderia ser *aprender a aprender* e a *desaprender*. O desaprender pode ser tão ou mais difícil do que o aprender devido aos fatores de resistência que lhe são inerentes. Uma outra questão interessante lançada por Meis refere-se aos processos didáticos de transmissão do conhecimento. Afirma que a pesquisa de novas formas de ensinar limitam-se às faculdades de educação, que são úteis no contexto escolar, mas insuficientes para todas as áreas do saber, cada uma possuindo suas especificidades. Ele preconiza uma pedagogia para se lidar com o excesso de informações, que não foi ainda descoberta e que certamente ajudaria a tornar o processo didático mais instigante, vivo e atraente para os alunos. À colocação de Meis pode-se adicionar a criação de um clima instigante de aprendizagem, como diria Dewey, o desejo de continuar a aprender que este filósofo e pensador destacava como uma das mais importantes atitudes que a escola deve formar. Se o ímpeto nessa direção for quebrado, o aluno ver-se-á roubado de sua capacidade inata de aprender, capacidade que o iria habilitar a vencer as dificuldades e obstáculos que surgem na vida.²⁹

33

Luís Carlos de Menezes:³⁰ Procura em seu artigo examinar o problema da educação científica no marco de uma globalização excludente.

²⁹. DEWEY, J. *Experiência e educação*. São Paulo: Editora Nacional, 1971, p. 42.

³⁰. *Cultura científica na sociedade pós-industrial*.

Começa afirmando que a educação deve responder aos projetos e problemas de cada época, não existindo, portanto, uma proposta definitiva para a educação ou o aprendizado científico e tecnológico. O Brasil e o mundo vivem uma modernização que só incluem uns poucos. Em uma sociedade que aceita a exclusão como “natural” os valores humanos que a sustentam perdem significado. Nesse cenário, pode surgir a dúvida se a escola tem o direito de despertar a esperança de inclusão, como também se pode perguntar se a escola tem o direito de não despertá-la. Assim, a formação científica deve ser promovida com a convicção de que a sociedade deve prover oportunidades dignas de existência. Contudo, o investimento na educação científica não deve pressupor dividendo econômico de curto prazo devido à desigualdade no Brasil da distribuição de bens culturais e sociais. Por outro lado, deve-se defender a educação científica como um direito de todos e não como prerrogativa de poucos. Pode parecer uma ambição inalcançável. Pode-se, no entanto, por meio dela, encaminhar conscientemente a sensibilização e o equacionamento social dos desafios existentes, pois a ciência pode construir valores. O jovem que compreende que não somos habitantes da biosfera, mas somos biosfera, certamente estará menos conformado com a barbárie da guerra e com a perversidade da exclusão. As ciências da natureza devem ser tratadas em associação com as questões existenciais e sociais das ciências humanas para se entender melhor as transformações que estão em curso. Para esse novo paradigma da educação científica, concebido em uma visão holística, é preciso usar novos recursos e estratégias educacionais que passam necessariamente por uma reforma de mentalidades, da escola e do professor. As escolas não devem ficar esperando, mas trabalhar rumo ao cenário que se deseja;

Luiz Bevilacqua:³¹ Não obstante a presença massiva da ciência e da tecnologia na sociedade contemporânea, o ensino de Ciências não lhe é proporcional. Até mesmo alguns países do Ocidente que lideram

³¹ *Ciência, um bem para o engrandecimento do espírito.*

a inovação tecnológica, estão preocupados com o baixo desempenho dos alunos da escola básica. Não se busca o conhecimento científico de modo semelhante ao que se procura a arte e a literatura, como fonte de alimento intelectual. Na educação científica, a expectativa dos jovens não é a aventura da especulação, mas o resultado prático do aprendizado em ciências. Portanto, observa Bevilacqua, deve haver um grande esforço para virar do avesso o olhar da sociedade sobre a ciência, de forma a valorizá-la como as artes e a literatura na esfera dos bens de espírito. É preciso comunicar aos jovens a alegria do aprender, fazê-lo apaixonar-se pela descoberta dos segredos escondidos em uma fórmula matemática. Essa visão pedagógica humanista de Bevilacqua lembra Paulo Freire, que sempre idealizou o processo educativo como uma fonte de alegria. Para ajudar a construir esse novo clima de aprendizagem das ciências, ele propõe a criação de uma disciplina que mostrasse as principais conquistas tecnológicas, como funcionam, fazendo-se a devida conexão entre ciência, tecnologia e vida. Preconiza ainda a introdução de atividades que estimulem o pensamento criativo e a descoberta. É preciso, observa, fazer prevalecer o pensador sobre o consumidor. Toda educação deve estar voltada para esse objetivo, senão estaremos condenados a um destino que nos coloca mais próximos de uma manada imbecilizada. Impõe-se valorizar a profissão docente, com formação de qualidade e salários justos. O ensinar a pensar é particularmente importante nestes tempos de globalização, cujas promessas não foram ainda cumpridas;

35

Myriam Krasilchik.³² Parte do pressuposto, bastante atual registre-se, de que o ensino de Ciências é um ponto de partida para a inclusão social. Como informa a literatura educacional, há vários países do mundo que há tempos procuram aperfeiçoar a educação científica. Grupos como Physical Science Study Committee, Biological Science Curriculum Study e o Chemical Bond Approach, estabelecidos nos anos 60, servem de exemplo. O Brasil procurou estar em sintonia com

³² *Ensino de ciências: um ponto de partida para a inclusão.*

essa tendência, criando, nos anos 60, o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) e o projeto Cientistas (coleção de *kits* para a realização de experimentos, vendidos nas bancas de jornais). Todavia, essas iniciativas não foram suficientes para alterar a situação da educação científica. A expansão do sistema escolar sem os padrões mínimos, somado à proliferação de instituições formadoras sem a qualidade requerida, estão entre as causas que explicam a precária situação do ensino de Ciências. Modificar esse quadro se tornou um imperativo. É urgente conferir à ciência um papel aglutinador na escola, relacionando as atividades com a vida e com os problemas sociais, levando os estudantes a transcender os limites das disciplinas científicas. Essa colocação de Krasilchik é das mais oportunas. Lembrando novamente Dewey, para o qual a maior de todas as falácias pedagógicas é a de que se aprende apenas o que se está estudando. As aprendizagens colaterais como as de formação de atitudes podem ser mais importantes do que uma lição específica.³³ Uma ousada renovação curricular pode ajudar à concretização desse objetivo. Nessa linha, o ensino prático desponta como elemento importante. Krasilchik admite, e isso deve ser enfatizado, que é possível executar diferentes modalidades didáticas que não exijam material caro e sofisticado. Acrescenta que o investimento na educação científica pode ajudar a preparar os alunos para conviverem plenamente com as mudanças científicas e tecnológicas deste milênio. Mais ainda, pode-se perguntar, de acordo com Ciro Marcondes, se a cidadania é possível sem ciência?³⁴

Roberto Boczko:³⁵ Para mostrar a pouca atenção que se dá à educação científica, Boczko recorre a alguns erros mais comuns cometidos sobre fatos da ciência. Esses erros ele os atribui à má-formação científica das pessoas. Afirma, então, que se a base não é forte e correta, a edificação da cultura de um povo está ameaçada. Para minimizar

³³ DEWEY, J. op. cit. p. 42.

³⁴ MARCONDES, C. *Sugestões à Unesco para um seminário sobre jornalismo científico*. São Paulo, 2005.

³⁵ *A precisão científica na educação e na cultura*.

essa situação é preciso investir prodigamente no ensino e na divulgação científica. Para tanto, a primeira premissa de um governo sério é considerar educação, ciência e cultura como investimento dos mais rentáveis e não como gasto. Tem razão este pesquisador porquanto no Brasil, a área educacional é bastante usada como trampolim político-partidário. A área educacional não é profissionalizada e, via de regra, está sujeita às oscilações do poder. Boczko defende que projetos de desenvolvimento científico e tecnológico devem ser concebidos com urgência e implantados tão cedo quanto possível, pois, o Brasil já está muito atrasado nesse setor. E cada ano de atraso que se adiciona poderá se traduzir em muitos anos de atraso cultural. No plano pedagógico, ele denuncia a má preparação dos alunos que entram na universidade, como também a própria deficiência dos professores universitários, gerando um círculo pernicioso que se reproduz continuamente. Para romper o elo dessa cadeia nefasta, a educação superior tem um papel primordial. Prazos devem ser dados para que professores já formados sejam reciclados e os que não o fizeram devem perder o emprego. Adverte, no entanto, que a palavra-chave é incentivo, sobretudo em relação à remuneração. Não será com salários aviltados que as mudanças ocorrerão. Para atingirmos esse objetivo, ninguém pode se omitir. Defende que a população deve escolher governantes que estiverem engajados e compromissados com os novos ideais;

37

Roberto Dall'Agnol:³⁶ Direciona suas reflexões ao espaço restrito e fragmentado reservado às ciências da terra no ensino médio. Ele aponta como uma das causas para esse problema, a ausência de licenciaturas para a formação de professores nas áreas de geologia, meteorologia e oceanografia. A licenciatura em Geografia poderia em parte preencher essa lacuna, não o fazendo pela predominância da subárea de geografia humana. Ressalta a importância das ciências da terra com vistas ao objetivo de fornecer uma visão ampla sobre a evolução e as mudanças que ocorrem em nosso planeta. Temas como a dinâmica das

³⁶ *Ensino de ciências: a grande lacuna das ciências da terra.*

placas tectônicas, condições climáticas, entre outros, fazem-se presente no cotidiano das pessoas. Para corrigir essas deficiências e lacunas existentes no ensino médio, ele propõe a criação de cursos de licenciatura em ciências da terra, a exemplo do que já vem ocorrendo no Instituto de Geociências da USP, que em breve formará a primeira turma de profissionais docentes nessa área. Indica ainda a importância didática dos museus (paleontológicos, mineralógicos, oceanográficos...) para o ensino das ciências da terra, como também a ajuda que podem dar instituições como a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM);

38

Roberto Leal Lobo e Silva Filho:³⁷ Realça a importância da matemática que anda abandonada em um país de advogados. Fundamenta seu argumento mencionando um estudo publicado em 1991 pelo *The Quarterly Journal of Economics* que, comparando o desenvolvimento do PIB em países onde a formação de engenheiros é forte com aqueles que valorizam mais a formação de advogados, encontrou correlação positiva entre formação de engenheiros e desenvolvimento econômico e correlação negativa onde prepondera o advogado. A razão reside no fato de que em certos países as melhores cabeças são estimuladas a buscar inovações tecnológicas, aumentando por conseguinte a produtividade em contraposição a outros que valorizam mais as atividades-meio onde os maiores talentos são utilizados em burocracias sufocantes e corruptas. O Brasil parece estar no segundo caso sendo que do total de matrículas no ensino superior, 13% são de advocacia e 8% de engenharia. Na Coreia do Sul, 27% da matrícula estão nas engenharias. Ilustra ainda esse raciocínio o fato de que no Brasil, há apenas 0,1% da força de trabalho em C&T, enquanto Estados Unidos e Japão têm perto de 0,8%, França e Alemanha, 0,5% e Coreia do Sul, 0,4%. Diante desse quadro, é urgente valorizar o ensino da Matemática e das Ciências. No recente exame do *Programme*

³⁷. *O ensino de ciências no Brasil.*

for *International Student Assessment* (Pisa), em um grupo de 40 países, o Brasil ficou no antepenúltimo lugar. Isso se deve em parte à visão formalista e abstraída da realidade presente no ensino da Matemática e das Ciências. Para mudar essa situação é preciso rever a concepção de cultura, de forma a reconhecer a importância do conhecimento científico para as pessoas e a sociedade. Em seguida, prioriza a necessidade de discutir a baixa qualidade dos professores, reformar os cursos de licenciatura e valorizar os profissionais da área;

Suely Druck:³⁸ Afirma ser de suma importância, neste momento, entender que uma educação científica de qualidade para a totalidade da população é o único meio que dispomos para diminuir a enorme legião de excluídos e formar mão-de-obra de qualidade para desenvolver ciência e tecnologia. Para desenvolver cidadania é preciso dotar cada pessoa de conhecimentos e de pensamento articulado. O país possui desigualdades acentuadas ao lado de uma comunidade científica de alta qualidade. Entretanto, as escolas públicas de ensino fundamental e médio ostentam baixíssimos níveis de conhecimento. Via de regra, as explicações para esse atraso são a aviltante remuneração dos professores e a falta de investimentos. Porém, Suely Druck indica outros fatores como o pouco destaque atribuído à informação científica pelos parâmetros curriculares do MEC, a falta de convicção nacional em uma educação de qualidade e a péssima formação dos professores. O desafio é enorme. Mas é preciso acreditar que o país tem chances de alterar esse cenário. Um exemplo disso é o elevado número de inscritos na Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas. Dez milhões e meio de jovens inscreveram-se em 2005. Suely Druck sugere algumas premissas que devem ser assumidas para que o desafio da educação científica seja vencido. Entre as premissas que ela enumera, destacamos que a ciência é um componente essencial à educação das nossas crianças e jovens, que todos os cidadãos devem estar aptos a usar tecnologias básicas que melhoram a vida e que a escola é o agente

^{38.} *Educação científica no Brasil: uma urgência.*

principal da educação científica. Finaliza dizendo que é urgente estabelecer carreiras do magistério que sejam atraentes para os jovens;

40 Ubiratan D'Ambrosio:³⁹ Direciona seu pensamento para a questão dos investimentos e para a importância da criatividade em educação, alertando que não se trata apenas de ter mais verbas, pois a qualidade do investimento é o ponto nevrálgico do problema. Critica a atual forma de investimento na medida em que ele está atrelado aos resultados de avaliações. Além disso, D'Ambrosio chama a atenção que investir em educação significa também dar condições às famílias e integrá-las no processo pedagógico. Ele critica a subordinação da avaliação de escolas a testes padronizados, citando inclusive um estudo de Robert Reich, de Harvard e que foi Secretário de Trabalho do Presidente B. Clinton, segundo o qual um dos maiores obstáculos para a melhoria da educação norte-americana é a crescente tendência de utilizar os testes padronizados como referência de boa educação. Uma educação, diz D'Ambrosio, deve liberar o jovem dessa prática constrangedora e ineficiente. Acredita que o desenvolvimento depende da ciência e da tecnologia. Porém, desenvolvimento só pode ser entendido como um ciclo: invenção-produção-comercialização. É grande o passo da preparação à invenção e desta à produção. A produção só faz sentido pela sua colocação no mercado. Cita o exemplo do Centro Tecnológico da Aeronáutica, indiscutivelmente uma referência nacional e internacional. Tece uma oportuna crítica à certificação profissional, afirmando que um diploma universitário jamais deve ter a característica de conferir credibilidade profissional. Ele tem razão, pois estamos em uma era de intenso dinamismo do conhecimento, que requer um processo permanente de educação. Deve-se, dessa forma, rever o conceito de qualidade em educação. Faz ainda uma proposta de universidade extramuros como estratégia de resgate da dívida social. Essa universidade deve estender sua ação para atingir a população que não teve oportunidade, mas que se encontra no processo produtivo.

³⁹ *Investimentos em educação, ciência e tecnologia.*

Nessa linha, ele lembra uma experiência da UNESCO na República do Mali, que permitiu a obtenção de um doutorado *sur place* dos professores da *École Normale Supérieure de Bamako*.

As reflexões e considerações que acabamos de expor, feitas por figuras de elevada reputação da comunidade científica brasileira sobre a educação científica e a popularização da ciência, expressam um quadro crítico de tal magnitude que não pode deixar de ser considerado por todos os atores que, em diferentes lugares e instâncias da vida pública do País, possuem algum tipo de responsabilidade no setor, seja no plano pedagógico, seja no âmbito das decisões sobre políticas de educação, seja ainda nas extensões da sociedade civil onde se engendram as vontades e aspirações populares. Todas essas vertentes foram abordadas pelos cientistas e todas elas compõem o cenário do ensino das ciências e de sua divulgação ao público. Um cenário preocupante – insistimos – cuja dimensão dos problemas que ele abrange avoluma-se de forma proporcional à insuficiência das medidas que são tomadas. Há muitas décadas vem a educação científica no Brasil revelando-se crítica. Enquanto foi possível esconder suas mazelas, o assunto ficava restrito a alguns setores. Entretanto, com a expansão dos sistemas de ensino e a crescente centralidade do conhecimento, a questão emerge para um plano mais amplo. O mundo hoje requer uma cultura científica mínima não apenas para atender a celeridade das mudanças de base tecnológica, como também para melhorar a vida e os padrões de existência. Conhecimentos indispensáveis e disponíveis que há muito deveriam estar no cotidiano das pessoas, permanecem distantes, impedindo uma vida mais digna e impedindo que se desenvolva uma consciência lúcida em relação ao uso ético da ciência. Sim, pois se a ciência por um lado produz conhecimentos que podem contribuir para a cidadania plena, por outro, esses mesmos conhecimentos, se utilizados para fins não éticos podem ter efeitos catastróficos no contexto do “circuito indivíduo/espécie”. Assim, o direito ao conhecimento e a uma educação científica de qualidade passou a ser um imperativo do nosso tempo.

O Brasil, como mostramos no início desse capítulo, omitiu-se ao longo de sua história. Diferentemente de outros países, não se preocupou em construir um sistema público de educação de qualidade. Acrescentando-se a isso a tradição enciclopédica do nosso ensino, desenhou-se, como resultado, o quadro que os cientistas que colaboram nesse livro, descreveram e sobre ele refletiram por variados ângulos de análise, mostrando a sua gravidade e propondo inúmeras medidas que se tornaram inadiáveis. No plano pedagógico, sobressai a questão do professor, tanto em sua formação inicial, quanto na continuada. Não se trata apenas de reformar os cursos de licenciatura, cuja expansão ocorreu tão desvalorizada quanto o é a carreira do magistério. É urgente criar carreiras que sejam atraentes e possam despertar nos candidatos à universidade a expectativa de um futuro profissional digno. É certo que essa é uma medida de médio e longo prazos, que não dá votos, mas que se tornou inadiável. Não dá bons frutos o que não é bem plantado e cuidado. Por outro lado, há o problema da escola. Em que pese a existência de muitas que servem de referência, em sua grande maioria, não atende a padrões mínimos de qualidade. É preciso qualificar a infra-estrutura da escola, dotando-a de meios, materiais, laboratórios, bibliotecas e de autonomia que permitam a criação de ambientes de aprendizagem compatíveis com as transformações que estão em curso e com os avanços da ciência e da tecnologia. Reivindica-se uma escola transformadora, liberando a criatividade e a alegria da descoberta, de forma a possibilitar um ensino instigante e desafiador por meios de novos métodos de educação científica. Reivindica-se uma escola que ensine o aluno a pensar e a refletir. A escola é uma agência de cultura, de desenvolvimento da cidadania e de mudanças. Nela uma nação se projeta e anuncia o futuro.

No que se refere ao plano mais geral das decisões do poder público, sobressai a necessidade de políticas que transcendam governos e não se mediocrizem por conta de “interesses transitórios” Não se pode mais admitir que uma questão tão importante como a educação científica, continue à margem das prioridades do país. O Manifesto

dos Pioneiros, de 1932, foi lembrado por um dos cientistas. Ele preconizava, há mais de 70 anos, que a educação fosse colocada na posição mais alta da hierarquia dos problemas nacionais. Defendia um projeto educacional estável e livre de influências políticas. Como isso não ocorreu, constata-se a sua impressionante atualidade. O trecho que segue do Manifesto poderia ser escrito hoje, de forma ainda mais enfática:

“Toda a impotência manifesta do sistema escolar atual e a insuficiência de soluções dadas às questões de caráter educativo não provam senão o desastre irreparável que resulta para a educação pública, de influências e intervenções estranhas que conseguiram sujeitá-la a seus ideais secundários e interesses subalternos”.⁴⁰

A continuidade desse círculo vicioso só pode ser rompida mediante políticas públicas de concepção sistêmica, construídas coletivamente e com responsabilidade compartilhada por todas as instâncias da administração educacional do País. Um dos artigos condicionou o êxito da política industrial e tecnológica do Brasil a uma sólida educação científica. Isso só será possível mediante um planejamento de longo prazo que, por sua vez, supõe uma política de Estado e não de governo. Alega-se muitas vezes que os recursos são escassos. Porém, quando se compara com outros países os investimentos que estão sendo feitos em educação (4,2%) e ciência e tecnologia (0,9%) do PIB, verifica-se que o Brasil está abaixo da média dos países em desenvolvimento.⁴¹ Se nessa conta fosse possível acrescentar o custo do déficit histórica-

43

⁴⁰. AZEVEDO, F. Manifesto dos Pioneiros da Escola Nova. In: *A educação entre dois mundos*. São Paulo: Melhoramentos, s/d, p. 68.

⁴¹. Educação: Argentina(4,0), Austrália(4,9), Áustria(5,7), Bélgica(6,3), Bolívia(6,3), Brasil(4,2), Colômbia(5,2), Colômbia(5,6), Dinamarca(8,6), Eslovênia(6,1), França(5,6), Hungria(5,5), Israel(7,6), Jamaica(6,1), Malásia(8,1), México(5,3), Noruega(7,6), Suécia(7,3). Fonte: Compendio Mundial de la Educación 2005: comparación de las estadísticas de educación en el mundo. Montreal: UNESCO-UIS, 2005.

Ciência: Islândia(3,1), Japão(3,1), Israel(5,1), Bélgica(2,2), Áustria(2,2), Cingapura(2,2), França(2,3), Suécia(4,3), Austrália(1,5), Eslovênia(1,5), Dinamarca(2,5), Alemanha(2,5), Coreia do Sul(2,5), Finlândia(3,5), Suíça(2,6), Noruega(1,7), Luxemburgo(1,7), EUA(2,7), Canadá(1,9), Holanda(1,9), Reino Unido(1,9). Fonte: Relatório do Desenvolvimento Humano 2005. Cooperação Internacional numa Encruzilhada: ajuda, comércio e segurança num mundo desigual. Lisboa: PNUD, 2005.

mente acumulado, poder-se-ia concluir que esses percentuais estão longe de corresponder às necessidades do país. Essas necessidades, observe-se, se não forem atendidas, deixa, como está deixando, o país em situação de risco. Ademais, é urgente que a sociedade brasileira e suas instâncias representativas tenham a convicção de que o dinheiro gasto em educação, ciência e tecnologia constitui um dos melhores investimentos, com retornos privados e sociais comprovados, sendo que o retorno social é três a quatro vezes superior ao privado conforme mostrou recentemente o economista José Marcio Camargo em estudo feito por solicitação da UNESCO.⁴²

44

É urgente que as elites dirigentes do país deixem de ser antielites para encarnar com lucidez o ideal republicano de educação imaginado por Euclides da Cunha. E se assim, não o fizer, como não tem feito, a crítica de Pereira Coutinho será ainda mais contundente. Esse jornalista português afirmou ironicamente que o Brasil não tem elites. Tem antielites, incapazes de pensar o país como espaço comum, preferindo antes colocar os interesses particulares e partidários na frente dos interesses do país.⁴³ Não é outra a posição de Birman que considera as elites brasileiras decepcionantes. Elas distinguem-se das européias e das norte-americanas, que historicamente souberam valorizar a ética do trabalho e do mérito. Por isso, observa Birman, não é sem razão que o problema educacional brasileiro está sempre capenga, em uma condição manca que nunca encontra o seu fio de prumo para poder efetivamente caminhar.⁴⁴

Por isso é importante que a sociedade civil mobilize-se. Os cientistas mostraram que a educação científica é um direito de todos e que toda a população necessita de uma cultura científica mínima. O plano de ação do Manifesto dos Pioneiros já preconizava a popularização das ciências. Nesse contexto emerge o insubstituível papel dos meios

⁴² CAMARGO, J.M. *Dívida por educação: efeitos sobre crescimento e pobreza*. Brasília: Série Debates VIII. UNESCO, 2005.

⁴³ COUTINHO, J. P. A antielite brasileira. *Folha de S. Paulo*, Caderno Mais, 4/9/2005, p. 4.

⁴⁴ BIRMAN, J. Uma nação de injejosos. *Folha de S. Paulo*, Caderno Mais, 4/9/2005, p. 5.

de comunicação. Conta-se no Brasil hoje, com certa facilidade, o número de jornalistas científicos e divulgadores da ciência. São poucos ainda os jornais, emissoras de televisão e outros meios que abrem espaços para a divulgação da educação e da ciência. É certo que essa situação reflete uma sociedade que ainda possui milhões de analfabetos e que está longe de colocar a ciência no cotidiano das pessoas. Entretanto, a imprensa no Brasil, por sua moderna infra-estrutura tecnológica e alcance coletivo, pode e deve desempenhar um papel em dupla direção. Por um lado, ampliando a divulgação educacional e científica; por outro, em uma dimensão política, elevando a consciência e a convicção sobre a sua importância para o desenvolvimento.

É preciso estar claro que o Brasil está ficando para trás. As ilhas de excelência construídas com idealismo, precisam ser multiplicadas. Educação e ciência são os alicerces mais seguros para atingir esse objetivo. O mais difícil já foi feito que foi o desenvolvimento de uma comunidade científica que tem dado inúmeras provas de sua competência, mas cujo potencial está longe de ser bem aproveitado devido a ausências de políticas que absorvam os cérebros e competências que o país tão custosamente logrou formar e desenvolver.

.....

Educação para a Ciência e a Tecnologia

Alaor Silvério Chaves

.....

A oportunidade que não podemos perder

47

O Brasil tem uma reincidente conduta de perder oportunidades. Nenhuma perda supera a omissão em educar seu povo. Mas ainda é tempo. Na verdade, o momento nunca foi tão oportuno para um grande esforço de educação de nossos jovens. Abordaremos apenas a urgência de educarmos a população para a ciência e a tecnologia. Ninguém pode ignorar que, nessa época em que a tecnologia permeia de forma crescente a vida das pessoas, a capacidade de inovação técnica é o principal elemento para a competitividade das empresas e das nações. Esse é um processo com raízes de meio milênio. A Renascença culminou na revolução científica, e depois veio a revolução industrial. A Europa, alguns países de colonização inglesa e, já no século 20, uma parte do leste Asiático apresentaram um desenvolvimento econômico sem paralelo na história, quase inteiramente fundado na Ciência e Tecnologia (C&T). Segundo estimativas feitas por encomenda do Prêmio Nobel de Física Leon Lederman, em 2001, um terço do PIB americano vinha de tecnologias baseadas na física quântica.

Ocorre que os países centrais parecem estar próximos de esgotar sua capacidade de manter o comando da revolução tecnológica, por

razões decorrentes da própria afluência que atingiram. O primeiro embaraço para que eles possam manter sua supremacia vem da baixa taxa de natalidade que neles se verifica desde a 2ª Guerra. Os países europeus têm populações estáveis ou em declínio. Isso, em uma época em que a longevidade das pessoas aumenta, leva a frações cada vez menores de jovens capazes de promover os avanços do conhecimento. Acresce que, para manter uma população com porcentual crescente de pessoas não mais produtivas, os países europeus estão se vendo obrigados a colocar, um tanto precocemente, seus jovens no mercado de trabalho, após cursos superiores de curta duração.

48

O fato é que os países centrais já não contam com o contingente de jovens necessário para continuar mantendo-os na vanguarda da competição em C&T. Essa insuficiência é agravada por outro fenômeno decorrente da afluência desses povos: seus jovens, criados no ambiente de conforto e sobrevivência assegurada, não mais optam pelas carreiras científicas e tecnológicas, que requerem maior dedicação e esforço. Desde a 2ª Guerra, os americanos têm compensado seu déficit de vocações científicas pela importação de jovens. Inicialmente da própria Europa, depois da Índia, Taiwan e China, e, mais recentemente, de todo o mundo. Em alguns casos as estatísticas são chocantes: por exemplo, há mais africanos trabalhando em ciência e engenharia nos EUA do que na África. Recentemente, a Europa tem se inspirado no fenômeno americano e realizado grande esforço para atrair jovens talentosos de todo o mundo para sua ciência e tecnologia.

Notamos, portanto, uma mudança de cenário. No caso brasileiro, sempre fomos detentores de grandes riquezas naturais, e esses sempre foram os atributos que julgamos capazes de um dia nos alçar ao clube das nações desenvolvidas. Sem dúvida, esses dons naturais são muito importantes para o nosso progresso. Entretanto, o bem mais valioso de nosso País é o numeroso contingente de jovens em idade escolar. Não aproveitar essa vantagem competitiva tem sido o mais desastroso erro da nossa história recente. Não podemos adiar o preparo dessa juven-

tude para a C&T. Na verdade, também no Brasil, as taxas de natalidade declinam rapidamente, e em um par de décadas deixaremos de ser um país de jovens. E há um lado melindroso, de certo modo perverso, no nosso cenário sociodemográfico: a imensa maioria das crianças que nasce hoje no País é proveniente de pais pobres. Mas até isso pode ser transformado em um fato positivo: para que o País tenha futuro, temos de resgatar essas crianças e dar-lhes a melhor educação possível. Ou seja, o País somente será viável se também for justo. Nunca um país dependeu tanto dos seus desvalidos.

A nossa pós-graduação

A questão educacional brasileira mostra várias faces que devem ser analisadas em separado. Começaremos pela análise de uma face positiva, o sistema brasileiro de pós-graduação (PG). Desde a década de 70, o Brasil iniciou um programa de PG muito vigoroso e bem-sucedido. Há meio século, não havia no País nenhum curso de PG formal. Hoje temos três mil cursos, em um sistema diversificado e que se expande muito rapidamente. O País já conta com quarenta mil doutores e forma nove mil por ano. O número de pessoas que obtêm o grau de doutor aumenta em 15% a cada ano, uma taxa de expansão que lá fora apenas se vê na Coreia do Sul. A qualificação dos nossos pós-graduados aproxima-se da dos formados nos países do Primeiro Mundo.

Entretanto, há dois pontos a se repensar nesse sistema de PG. Primeiro, a distribuição de títulos conferidos por área do conhecimento é semelhante à verificada hoje nos EUA e Europa: uma fração grande e crescente dos títulos é nas áreas chamadas *soft*, ou seja, humanidades, artes e ciências sociais. Tal estatística é muito distinta da verificada há poucas décadas naqueles países desenvolvidos, quando eles já tinham atingido um alto grau de desenvolvimento. Ou seja, ainda somos pobres, mas já estamos formando gente nas mesmas proporções dos países tão ricos que se definem como pós-industriais. No caso das engenharias, o número de estudantes de graduação está

diminuindo. Na nossa etapa de desenvolvimento, é necessário priorizar o tipo de profissional que promova o crescimento mais rápido da economia. Não se propõe a diminuição dos humanistas, mas sim o aumento dos cientistas e engenheiros. Dos 120 mil estudantes de mestrado e doutorado no Brasil, apenas 40 mil têm bolsa de estudos. Isso penaliza em especial as ciências duras e engenharias, onde a dedicação exclusiva é indispensável para estudos de PG.

50

Outro fato que agrava muito seriamente o nosso programa de PG é a ausência de um plano nacional de utilização da competência formada. Os doutores que estamos formando têm sido contratados quase que exclusivamente pelas universidades, principalmente as públicas. Mas a capacidade desse setor para absorver o contingente de formados já está se esgotando, e o número de jovens que se vêem sem emprego após obter o grau de mestre ou de doutor está tornando-se muito grande. Ocorre que nossas empresas têm pouco envolvimento com a inovação tecnológica. A quase totalidade delas prefere importar a tecnologia de que necessita, um hábito decorrente da própria gênese das nossas empresas, geralmente oriundas do capital e não de idéias inovadoras. A única forma de alterar essa índole é a prática consistente de uma política industrial que fomente a criação de tecnologia nas empresas e onere a sua importação. Infelizmente, nosso País foi muito tardio em tomar iniciativas nesse rumo. Durante um tempo longo, política industrial foi anátema para os formuladores de nossa política econômica, quase todos ligados ao setor bancário. Por iniciativa de Ronaldo Sardenberg, então Ministro da Ciência e Tecnologia, desde 2002 o Brasil tem taxado a importação de tecnologia com a tarifa de 10% – um valor ainda modesto.

Recentemente, o governo Lula vem implantando a “Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior”, que pode amadurecer até tornar-se um importante propulsor da inovação tecnológica em nosso País. Nos países industrialmente desenvolvidos, o grande empregador de cientistas e engenheiros altamente qualificados são as empresas.

Nos EUA, elas empregam mais da metade dos doutores em ciências duras e muito mais da metade dos engenheiros com mestrado e doutorado. No Brasil, menos de 3% dos cientistas com doutorado trabalham em empresas. Naquele país, e em todos os outros que lograram construir uma economia baseada na inovação, a academia – universidades e centros estatais de pesquisa – e as empresas constituem um organismo cooperativo cuja lógica está muito bem compreendida e aceita pelas partes: a academia forma os recursos humanos altamente qualificados para gerar inovação nas empresas e desenvolve a ciência básica que dá suporte a tal tecnologia; a divisão de atribuições “ciência na academia e tecnologia na empresa” é amplamente entendida e aceita. Essa não é uma lei de ferro, mas talvez se faça mais ciência na empresa do que tecnologia na academia, o que revela o valor que a empresa americana dá ao conhecimento.

51

Há várias evidências de que o maior obstáculo à criação de tecnologia no Brasil é a facilidade com que ela pode ser importada. A mais clara é o fato de que, em todas as situações em que o País precisou de uma tecnologia não disponível para compra, logrou desenvolvê-la com eficiência e agilidade. Um exemplo emblemático é o da agricultura. Até três décadas atrás, o Brasil importava técnicas para a produção de grãos, até reconhecer que tal tecnologia, desenvolvida para climas mais frios, não era adequada para nós. Com o forte apoio da Embrapa, criada em 1973, o País passou a desenvolver sua própria tecnologia agrícola, que no momento é a que evolui com maior rapidez em todo o mundo. O Brasil hoje dispõe da melhor tecnologia do mundo de produção de soja e cana, e está caminhando rapidamente para também ter a melhor tecnologia de produção de milho, feijão, algodão e carne bovina.

Para conviver com uma inflação crônica, nossos bancos também tiveram de desenvolver a melhor tecnologia de informatização bancária do mundo. Não menos notável foi a rapidez com que a Petrobras desenvolveu tecnologia para a exploração de petróleo em águas profundas.

Aceita essa evidência, a conclusão inevitável é de que uma política industrial que crie incentivos para que as empresas desenvolvam tecnologia, e ao mesmo tempo crie ônus para sua importação, deve gerar resultados muito positivos em prazos bastante curtos.

É preciso inserir a ciência na vida do País

Basta o exemplo da evolução da nossa técnica agrícola para demonstrar o valor da ciência para nosso povo, e da importância de desenvolvê-la e inseri-la na vida do País. O Brasil sempre sonhou tornar-se o celeiro do mundo. Mas nossa produção de grãos estava estacionada em coisa de 50 milhões de toneladas/ano, apesar de generosos subsídios governamentais ao setor. Usávamos pouca tecnologia e, o que é ainda mais grave, praticávamos tecnologia importada, imprópria para o clima tropical e para nosso solo predominantemente ácido e poroso. Consertado o equívoco, nas duas últimas décadas a produção mais do que duplicou e em 2005 devemos colher 120 milhões de toneladas de grãos. E isso ocorreu em um período em que os subsídios agrícolas foram drasticamente reduzidos. A produtividade (toneladas de grãos por hectare) cresce 6% ao ano, o que significa duplicar em 12 anos. Tal fato assombra o mundo inteiro. Mantido esse crescimento, mesmo com pouca ampliação na área plantada, em uns 15 anos seremos a maior potência agrícola do planeta. A nossa ciência está resgatando um sonho, que muitos já viam como utopia, e o está concretizando.

Desenvolvemos o chamado plantio direto, em que a aração – muito deletéria para solos porosos em clima tropical – é suprimida. Dessa forma, poupamos a enorme energia requerida na aração e preservamos o solo contra a erosão e a exposição ao sol tórrido. Transformamos os nossos vastos cerrados, que eram vistos como terra imprestável (“cerrado é só pra fazer lonjura”, dizia-se nos sertões do Guimarães Rosa), em um dos solos mais produtivos do mundo. Quanto vale isso para o País? Dois fatos são sugestivos para a resposta. O nosso já enorme e crescente superávit comercial tem origem basicamente no agronegócio.

A receita tributária obtida pelo Estado sobre a produção adicional decorrente das novas tecnologias supera os cerca de R\$ 11 bilhões anuais que ele destina a suas universidades federais e estaduais, mais os recursos destinados à Embrapa, que além de recrutar seus pesquisadores nessas universidades trabalha em estreita colaboração com elas. Contudo, o orçamento de R\$ 877 milhões aprovado para a Embrapa para o ano de 2005 está em parte contingenciado. O País dispensou os empréstimos a baixos juros do FMI, mas ao aplicar sua receita monetarista continua sendo o primeiro aluno da classe. Dispensamos o bônus e mantivemos o ônus!

A ausência de uma política de inovação que promova a utilização de pós-graduados no País, e o conseqüente desemprego de muitas pessoas altamente qualificadas, têm gerado um movimento de evasão de cérebros do País, que já é significativo e vem se ampliando com rapidez; pois a Europa e os EUA têm demandado fortemente esse tipo de profissional. Algumas pessoas vêem isso como indicação de que estamos formando pós-graduados em demasia. Esse é um grande equívoco. O Brasil tem apenas pouco mais da metade dos doutores da Coreia do Sul, cuja população é quatro vezes menor que a nossa, e a comparação com os países mais desenvolvidos seria ainda mais humilhante. O nosso número de pós-graduados é ainda muito pequeno, e é importante que nosso sistema de PG continue se expandindo e aprimorando a qualidade. O que está faltando é um plano de utilização da competência que temos formado. Essa utilização significa inserção da ciência na vida do País. Tal inserção apenas pode ser obtida pela formulação e prática de políticas de desenvolvimento baseado na tecnologia e na inovação. A política industrial, tecnológica e de comércio exterior aponta exatamente nesse rumo. Como toda política, na sua implementação deverá ser aprimorada. Esperamos que venha a ser o instrumento capaz de colocar o País na era da inovação.

Um estudo recente do cenário científico brasileiro pode ser encontrado no livro *Física para o Brasil: pensando o futuro* (Sociedade

Brasileira de Física, 2005). Tal livro, escrito por uma comissão da SBF, é bastante prepositivo sobre políticas educacionais, científicas e tecnológicas para o País. Suas considerações vão da educação científica no ensino básico à formação de cientistas e engenheiros pesquisadores; da pesquisa científica na academia à pesquisa tecnológica na empresa, e mecanismos capazes de aproximar esses dois setores. A mensagem que permeia todo o texto é de que a ciência no Brasil atingiu uma dimensão crítica que permite um salto de qualidade. Com ele, o País poderá entrar no clube dos países cientificamente desenvolvidos e também atingir outro padrão de desenvolvimento social e econômico. Na verdade, sem saber, desde o início deste artigo, o leitor está, em parte, lendo uma espécie de sumário daquele livro.

54 Nosso sistema universitário precisa ser ampliado e melhorado

Há cerca de um ano, está em discussão a “Reforma do Ensino Superior”, que já deverá estar aprovada ao ser publicado este artigo. A situação atual do ensino superior tem alguns aspectos dramáticos. Temos algo próximo de quatro milhões de estudantes de 3º grau, mas apenas 1,1 milhão estão em escolas públicas. Na sua maioria, nossas instituições privadas de ensino superior têm fins lucrativos, nenhum espírito público e oferecem educação de péssima qualidade. E são exatamente essas que se expandem mais rapidamente. Para termos de comparação, os percentuais de estudantes de nível superior que estudam em escolas públicas nos EUA, França e Reino Unido são, respectivamente, 78%, 92% e 99,9%. O caso americano tem sido objeto de vários estudos. Ali, quase todas as instituições privadas de ensino superior são fundações de interesse público, sem fins lucrativos, e exatamente por isso fazem jus a vultosos subsídios governamentais, além de doações de empresas e pessoas. Por exemplo, apenas 23% do orçamento de Harvard vêm de taxas escolares. Não há exemplo, nos países desenvolvidos nem nos emergentes do Leste Asiático e do Pacífico, de país onde a educação seja apenas um negócio.

Não há futuro para um país em que a educação não seja um empreendimento público. Assim, a medida mais urgente a se tomar é ampliar consideravelmente a participação do Estado brasileiro no financiamento do ensino superior. Prioritariamente, o Estado tem de criar mais vagas em ensino superior público de qualidade. Além disso, é preciso apoiar financeiramente as instituições privadas que tenham caráter realmente público e busquem a qualidade. É amplamente sabido que, mesmo em um país rico como os EUA, anuidades escolares são incapazes de sustentar uma universidade que forneça bom ensino. A razão disso é que apenas universidades também engajadas em pesquisa são capazes de dar educação de bom nível. Em todas as boas universidades do mundo, bem menos da metade do tempo de um professor é dedicado ao ensino; o restante é voltado à pesquisa. A conclusão é inescapável: por um lado, não é justo nem viável que o estudante sustente custos desvinculados do ensino; por outro, a pesquisa universitária é de interesse de todo o povo, e nesse caso deve ser financiada pelo Estado. Mas o apoio estatal a instituições privadas de educação deve ser vinculado a um sistema de avaliação de desempenho e qualidade e guardar proporção com o aferido nesses itens.

55

Duas mazelas que infestam nossa educação superior não têm a ver com o custo da boa educação: são de índole cultural e podem ser sanadas sem custo financeiro. Na verdade, ambas têm origem no corporativismo que domina nossa regulamentação das profissões. As profissões de nível superior no Brasil são excessivamente regulamentadas. Um reflexo disso é a falta de flexibilidade na educação superior. O estudante acaba tendo de enquadrar-se em uma grade curricular um tanto imóvel, com excesso de disciplinas obrigatórias e excesso de pré-requisitos. Nessas grades curriculares há muito mais disciplinas de índole técnica do que de caráter conceitual-científico. Como resultado, forma-se essencialmente um técnico de nível superior, aquele que sua classe profissional predefine. Isso é inteiramente incompatível com o mundo contemporâneo, em que o recorte das profissões move-se com

grande rapidez. Além do mais, não é possível que o estudante mais dotado queime etapas na sua formação. Ainda outra consequência do corporativismo é que o estudante tem de fazer uma opção de carreira já ao concorrer para ingresso na universidade.

O anteprojeto de Reforma do Ensino Superior tenta sanar esses males da nossa educação com a criação do ciclo de formação geral (CFG), que precede o ciclo profissional. Na estrutura curricular proposta, o estudante compete para ingresso no CFG de uma grande área do conhecimento, e não para um curso específico. Esse ciclo, de duração não inferior a dois anos, tem caráter interdisciplinar e conceitual-científico. Ao final desse ciclo, o aluno obtém um certificado de formação geral naquela grande área, de validade nacional, e pode se candidatar ao ciclo profissional de um curso específico, na sua universidade ou em qualquer outra do País.

56

Essa nova estrutura de cursos apresenta três vantagens: primeiro, ela desobriga o aluno de optar, ainda imaturamente, por uma carreira; segundo, ela evita a especialização precoce. Os cursos técnicos vêm depois de uma base interdisciplinar, conceitual e científica, o que é necessário para que o futuro profissional não só acompanhe os contínuos avanços do conhecimento, mas também possa trabalhar mais eficientemente em cooperação com profissionais de outras áreas. O resultado é o especialista que também possui uma formação científica e conceitual abrangente: o profissional mais cobiçado do mundo contemporâneo. Finalmente, essa reforma contribuirá muito fortemente para democratizar o acesso a carreiras mais prestigiadas socialmente. Com efeito, um estudante que, por estrangimentos econômicos, não tenha tido uma educação básica de melhor qualidade pode ingressar no CFG e ali dentro competir, em condições menos discriminatórias, para o acesso a uma carreira prestigiada e muito concorrida. Mas uma maior democratização do acesso à universidade, sem perda de qualidade, obviamente apenas pode ser obtida com a melhoria do ensino básico público.

Formação científica básica para todos

O ensino das ciências no Brasil precisa ser melhorado e ampliado em todos os níveis. Primeiramente, porque apenas com bom ensino de ciências para todas as crianças é possível atrair bom número de pessoas talentosas para as carreiras científicas. O célebre matemático Henry Poincaré disse: “Um homem nasce matemático, e não se transforma em matemático mais tarde”. Isso é verdade, mas o matemático que nasce com a criança irá precocemente morrer se não for cultivado. O bom ensino de ciências é a forma de evitar que morram os matemáticos, cientistas e inventores que nos concedem os ventres maternos. Mas a educação em ciência hoje transcende em muito o propósito de cultivar vocações.

Ocorre que a tecnologia está cada vez mais presente na vida das pessoas, e a grande maioria delas não consegue distinguir da mágica os dispositivos tecnológicos cada vez mais surpreendentes que as rodeiam. Isso leva a um sentimento de inadequação que frequentemente é velado com uma postura de desdém: pela primeira vez na história, pessoas inteligentes e pretensamente cultas julgam aceitável e até glamoroso inteiramente ignorarem a ciência. Além do mais, muitas novas tecnologias nos deixam diante de opções que apenas podem ser legitimadas pela população como um todo. Por exemplo, o uso da energia nuclear, o enfrentamento do efeito estufa, o uso de alimentos geneticamente modificados, etc. Mais recentemente surgiu uma questão que ganhará uma dimensão imprevisível: o que fazer diante da capacidade crescente de clonagem biológica?

57

Preparar as pessoas para conviverem com a crescente e onipresente tecnologia está se revelando como um desafio equivalente ao de criar essa tecnologia. Em todo o mundo, cresce a consciência de que se toda a população não tiver alguma formação científica a própria democracia pode ficar ameaçada. A Universidade de Harvard está fazendo uma ampla revisão em seus cursos, que começa com a pergunta: “O que significa ser uma pessoa educada no século XXI”? A resposta a essa

questão preliminar já foi dada: decidiu-se que aquela universidade não diplomará mais qualquer pessoa que não seja capaz de compreender o espírito de um artigo da *Science* ou da *Nature*.

Além de empreender um vigoroso programa de educação em ciências, é necessário que no Brasil se reveja profundamente a forma como a ciência é ensinada. Temos uma enraizada tradição de educação livresca, excessivamente formal, na qual as pessoas acabam acreditando que saber o nome das coisas equivale a conhecê-las. A educação científica deve começar pelo contato da criança com os fenômenos da natureza, em situações simples em que ela possa alterar o ambiente ou as condições iniciais de um sistema natural e observar como ele se comporta. A experimentação é a base de todo aprendizado científico, e apenas após ganhar certa familiaridade com os fenômenos naturais desenvolvemos a capacidade de fazer abstrações sobre eles.

58

Preparar as pessoas para conviverem com a crescente e onipresente tecnologia está se revelando como um desafio equivalente ao de criar essa tecnologia. Em todo o mundo, cresce a consciência de que se toda a população não tiver alguma formação científica a própria democracia pode ficar ameaçada. A Universidade de Harvard está fazendo uma ampla revisão em seus cursos, que começa com a pergunta: “O que significa ser uma pessoa educada no século 21”? A resposta a essa questão preliminar já foi dada: decidiu-se que aquela universidade não diplomará mais qualquer pessoa que não seja capaz de compreender o espírito de um artigo da Science ou da Nature.

Na verdade, a criança aprende quase tudo (ver, ouvir, andar, falar, etc.) por meio da observação e experimentação, e no processo de evolução biológica desenvolveu-se nela o gosto nato pelo brinquedo, que quase sempre é uma forma de investigar a natureza e o próprio corpo. Se a criança teve uma educação científica do tipo “mão na massa”, na adolescência estará apta a fazer experimentos envolvendo controle rigoroso das condições em que ocorrem os fenômenos, e mensuração das observações. Estará também apta a formalizar matematicamente os fenômenos e suas leis.

Naturalmente, o ensino da Matemática deve ser iniciado já na idade da alfabetização, embora ainda dissociado da educação científica.

Nas ciências, e de resto em todas as outras áreas, precisamos dar tratamento diferenciado a pessoas com dons naturalmente diversos. Em educação, tratar de forma igual pessoas desiguais é uma conduta ineficiente e até agressiva. No Brasil, adotamos programas de ensino padronizados para alunos em que os interesses e os dons natos são altamente diferenciados. Isso é desestimulante para os mais aptos e massacrante para os menos dotados. Em especial, há no País um preconceito, quase um tabu, contra ensino para elites. Em todos os países desenvolvidos fornece-se educação muito especial para crianças e jovens excepcionalmente dotados. No Brasil, isso apenas é praticado em música e algumas outras artes, e nos esportes.

No campo das ciências, há algumas escolas de elite espalhadas pelo mundo das quais saiu um grande número de cientistas notáveis. Por exemplo, na Bronx High School of Science estudaram cinco jovens (Leon Cooper, Sheldon Glashow, Melvin Schwartz, Steven Weinberg e Russell Hulse) que mais tarde conquistaram o Prêmio Nobel de Física. Em suas autobiografias, eles destacam a importância da educação especial que receberam. Além de não oferecermos ensino para elites, nossos currículos escolares impedem que os jovens excepcionais avancem na velocidade que seus dons permitem. Nosso ambiente escolar é um meio viscoso que retarda o progresso dos mais aptos. Além do mais, como já comentado, nossa regulamentação de carreiras impede que os grandes talentos queimem etapas em seu processo de formação.

Recentemente, no Instituto de Matemática Pura e Aplicada, um jovem de 16 anos defendeu recentemente uma excelente tese de doutorado em Matemática. Legalmente, esse rapaz é um João Ninguém. Não concluiu nem mesmo o curso fundamental. Não está legalmente credenciado sequer para ensinar aritmética para crianças de sete anos. Nosso País ignora que um homem já possa nascer matemático.

.....

Introduzindo os alunos no universo das ciências

Anna Maria Pessoa de Carvalho

.....

Em nossos cursos de formação inicial ou em serviço, costumamos desenvolver uma atividade em que buscamos sensibilizar os participantes à aridez e à não-significação dos conteúdos de Física da forma como são tradicionalmente apresentados aos alunos nos cursos médios. Propomos a esses professores (ou graduandos) entrevistarem cinco profissionais liberais em cujos respectivos cursos de graduações não constavam a disciplina Física, desse modo, a última vez que o entrevistado estudou esse conteúdo foi realmente no curso médio. Escolhemos profissionais liberais porque esses passaram por um vestibular o que já pode ser visto como uma avaliação de sua aprendizagem. A entrevista tem uma questão fundamental: “o que você lembra da ‘Física’ que lhe foi ensinada no curso médio?” A partir da resposta a essa questão outras vão sendo formuladas para avaliarmos o conhecimento adquirido e retido nesse período.

61

O resultado que costumamos obter é muito destruturador para os professores. Os entrevistados, em sua grande maioria – mais de 70% de nossa amostra –, não lembram de nada do que estudaram ou somente dos nomes dos principais tópicos da disciplina ensinada, por exemplo, lembram que estudaram dinâmica, óptica ou eletricidade e

mais nada. Recordam de uma maneira muito geral do conteúdo que lhes foi apresentado não podendo, entretanto, explicar nenhum dos conceitos-chave nem dar explicação dos fenômenos naturais que requer aplicações de conceitos físicos.

Nessa mesma entrevista procuramos caracterizar o papel do professor. Encontramos relatos de pessoas que dizem ter gostado muito de seus professores e achavam que eles tinham lhes ensinado muito bem, mas, mesmo nesses casos, elas não conseguiam sequer lembrar do que lhes foi ensinado nas aulas que gostavam.

62 A discussão dos resultados obtidos nas entrevistas leva a uma crítica fundamentada em relação a como o conteúdo de Física é tradicionalmente desenvolvido nas escolas. Questionamos esse ensino em que o conteúdo é transmitido de uma forma dogmática. Depoimentos do tipo “... não entendia nada do que o professor de Física falava lá na frente... era como se ele falasse outra língua... por mais que eu me esforçasse... não conseguia entender onde ele queria chegar com tudo aquilo...” mostram que o abismo entre a ação do professor e o entendimento dos alunos é muito grande.

Ensinar Física para que os alunos aprendam envolve mais do que dar uma aula bem estruturada e apresentando teorias lógicas e consistentes do ponto de vista científico. Não basta, e na verdade temos dados empíricos mostrando que não adianta, que o ensino se reduza a uma coleção de fatos, conceitos, leis e teorias como tradicionalmente são apresentadas aos alunos, pois dessa maneira, no melhor dos casos, o que realmente permanece com os alunos, no final da escola média, é uma visão reducionista e neutra do que seja produção de conhecimento pela humanidade.

Precisamos, em vez de mostrar os conceitos terminados e as leis e teorias já elaboradas, levar os alunos a produzirem conhecimento significativo não só sobre o conteúdo das disciplinas científicas como também, e principalmente, sobre o processo da construção da própria

ciência. É preciso ensinar os alunos a “fazer ciências” e a “falar ciências”. Colocamos aspas no “fazer” e “falar” ciências, pois estamos conscientes da distância que existe entre um aluno do curso fundamental ou médio e um cientista, entretanto essa visão de ensino de ciências como um processo de introdução dos alunos no mundo das ciências permite-nos entender o porquê dos alunos sentirem-se, nas aulas de Física, como se fossem estrangeiros entrando em ‘um outro país’.

No ensino de ciências, principalmente o de Física, é dada uma grande ênfase na matemática como sendo a linguagem das ciências, entretanto em uma visão mais aberta para incluir a autêntica pesquisa em ciência, começa-se a perceber que a matemática não é o sistema de linguagem exclusivo do campo científico. Ao contrário, as linguagens falada e escrita são os sistemas simbólicos mais freqüentemente utilizados para construir, descrever e apresentar os processos e argumentos científicos. Para fazer ciência, para falar ciência, para ler e escrever ciência é necessário combinar de muitas maneiras o discurso verbal, as expressões matemáticas, as representações gráficas. Essas habilidades e competências também devem ser desenvolvidas no ensino de ciências.

A nossa proposta de ensino de ciências em geral e de Física em particular é que devemos entender o ensino e aprendizagem das ciências como um processo de enculturação científica, isto é, temos de levar os alunos a entender e a participar da cultura científica fazendo com que eles pratiquem seus valores, suas regras e principalmente as diversas linguagens das ciências.

Estamos no Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física (LaPEF), da Faculdade de Educação da USP, planejando, testando, dando cursos de formação e principalmente pesquisando com o auxílio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) o ensino e a aprendizagem de Física nas diversas escolas de nível fundamental e médio.

Uma parte do programa de ciências para as primeiras séries do ensino fundamental diz respeito ao conteúdo de Física, e para o seu desenvolvimento procuramos planejar atividades de conhecimento físico (Carvalho et al., 1998) que têm por objetivo levar os alunos a resolverem problemas do mundo físico, dentro de suas capacidades, procurando, de maneira sistemática, uma solução e uma explicação para esses problemas.

No planejamento dessas atividades, além de focalizarmos o conhecimento físico, procuramos também propor uma metodologia de ensino que leva em conta os conhecimentos produzidos pelas pesquisas na área de ensino de ciências. É preciso que o estudante consiga ver algum sentido no conjunto de questões feitas pelo professor, e principalmente que compreenda a Física como uma forma diferente de pensar e falar sobre o mundo, que ele passe a entender essa outra língua – a língua das ciências.

Assim, propomos problemas experimentais para que os alunos os resolvam em grupos pequenos (quatro a cinco crianças). Ao procurarem uma solução, os alunos agem sobre os objetos, mas sua ação não se limita à simples manipulação e/ou observação. Na discussão com seus pares eles refletem, levantam e testam suas hipóteses. Discutem uns aos outros explicando o que estão fazendo. O trabalho prático é fundamental para a criação de um sistema conceitual coerente e proporciona, para os alunos, ‘o pensamento por trás do fazer’.

Depois de os grupos terem encontrado suas soluções, organizamos a classe em uma grande roda, dirigida agora pela professora, de tal modo que os alunos possam relatar para toda a classe o que fizeram, buscando agora, em pensamento – metacognição –, o “como” conseguiram resolver o problema e o “porquê” deu certo. Nesse momento, a aula proporciona espaço e tempo para a sistematização coletiva do conhecimento e da tomada de consciência do que foi feito. Ao ouvir o outro, ao responder à professora, o aluno não só relembra o que fez

como também sistematiza o conhecimento que está sendo construído. O desenvolvimento de atitudes científicas vai sendo proposto e sistematizado e é nessa etapa que existe a possibilidade de ampliação do vocabulário dos alunos e, com a ajuda por parte da professora, da melhora na argumentação de suas idéias, proporcionando uma real comunicação entre eles. É o início do ‘aprender a falar ciência’.

Mas não se produz Ciência só agindo e contando o que se fez. É necessário também aprender a escrever ciência. O diálogo e a escrita são atividades complementares, além de fundamentais nas aulas de ciência. Enquanto o diálogo é importante para gerar, clarificar, compartilhar e distribuir idéias entre os alunos, o uso da escrita apresenta-se como instrumento de aprendizagem que realça a construção pessoal do conhecimento. Como mostram as pesquisas, o discurso oral é divergente, altamente flexível, e requer pequeno esforço de participantes enquanto eles exploram idéias coletivamente, mas o discurso escrito é convergente, mais focalizado e demanda maior esforço do escritor. Assim, nossas atividades de ensino terminam com o pedido da professora para que as crianças desenhem e elaborem individualmente um texto sobre o que se fez em sala de aula.

65

Procuramos, ao planejar nossas atividades de conhecimento físico para os alunos do curso fundamental, restabelecer a humanidade e as incertezas da ciência produzida pelo homem. Foi procurando esse objetivo que organizamos o ensino para que nossos alunos experimentem, hipotetizem e argumentem sobre os conceitos científicos.

Essas atividades de ensino foram filmadas nas classes de diversas escolas públicas da cidade de São Paulo. Dessas filmagens foram editados 15 vídeos com o patrocínio da Vitae e que hoje estão na Internet¹ e que estão sendo utilizados tanto nas escolas, pelos coordenadores, como apoio para discussões coletivas sobre ensino de ciências, quanto nos cursos de formação de professores.

¹ Disponível em: <http://paje.fe.usp.br/estrutura/index_lapecf.htm>

Com a mesma base teórica e com o auxílio financeiro do CNPq e Fapesp estamos também trabalhando no ensino e aprendizagem da Física para a escola média. Na verdade, se o referencial é o mesmo, a complexidade das atividades para alcançarmos o objetivo de introduzir os nossos jovens no universo das ciências é muito maior.

O conteúdo para esse nível de ensino não diz só respeito aos desejos dos professores e à facilidade de entendimento pelos alunos, mas deve estar relacionado com os anseios da sociedade de passar às novas gerações as conquistas feitas pela humanidade em Ciência & Tecnologia. Se, de um lado, o ambiente cotidiano, gerador das questões que despertam interesse nos alunos é altamente tecnológico, de outro, a ciência que gerou esta tecnologia está bastante distanciada dos primeiros passos na introdução dos jovens nesse mundo científico.

66

As atividades de ensino precisam criar espaço para que os alunos aprendam a argumentar cientificamente, aprendam a ler e a fazer as respectivas traduções entre as linguagens utilizadas nas Ciências – a falada, a gráfica e a matemática – e aprendam a escrever e a ler textos científicos.

Atualmente, o maior problema enfrentado pelos pesquisadores em ensino de Ciências é a tradução desses fenômenos em uma linguagem acessível aos alunos dos cursos médios. Aos professores que estão nas salas de aula podemos acrescentar uma outra questão: qual a parte do conteúdo tradicionalmente dado deve agora ser não ensinado? Esse é um dilema que muitos professores ainda não conseguiram superar.

Além dessa busca para a introdução de novos conteúdos no ensino – de, pelo menos, uma Física do século XX, que dê condições para os alunos explicarem seu entorno tecnológico – a questão do “como ensinar” torna-se mais premente para que esse novo conteúdo não seja “jogado” aos alunos, mas que, com o auxílio dele, possamos fazer com que construam um conhecimento significativo e útil para sua vida como cidadãos.

As atividades de ensino precisam criar espaço para que os alunos aprendam a argumentar cientificamente, aprendam a ler e a fazer as respectivas traduções entre as linguagens utilizadas nas Ciências – a falada, a gráfica e a matemática – e aprendam a escrever e a ler textos científicos.

Para que eles aprendam as habilidades e competências de uma enculturação científica por meio de um conteúdo atual que os ajudem a entender o mundo em que vivem, muitos trabalhos de pesquisa em ensino de ciências precisam ser realizados, muitas atividades de ensino devem ser testadas em salas de aula e muitos cursos de formação continuada precisam ser oferecidos aos professores interessados.

.....

Ensino de Ciências

Antonio de Souza Teixeira Júnior

.....

O ensino fundamental registrava, em março de 2002, 35.150.362 matrículas, no Brasil, conforme dados do Ministério da Educação (MEC/Inep/Seec).

69

A média brasileira de escolaridade ainda não chega a sete anos. O problema não é só uma questão quantitativa, porém; via de regra, mesmo no Estado de São Paulo, mediante a frequência das escolas públicas, não é incomum, ao fim dos oito anos do ciclo fundamental, que os alunos cheguem analfabetos: não sabem ler, nem escrever, nem fazer contas.

No ensino de Ciências, o quadro agrava-se com a necessidade de bons professores que ensinem a observar, medir e concluir, resultando ainda mais evidente o fraco preparo dos alunos.

Não só dos alunos, porém, pois no que se refere aos docentes, o despreparo é a regra geral.

Com professorado de Ciências despreparado, sem possibilidade de ser reciclado e desprovido de instrumentação que lhe possibilite maiores oportunidades de que propiciar aos alunos mais abstração e memorização, as noções que os alunos adquirem transformam-se em algo inútil, desestimulante e contraproducente. Para triste consolo,

mesmo em países como os Estados Unidos isso acontece, como eu próprio tive oportunidade de constatar, ao lá freqüentar cursos de férias para docentes. O dr. Claudio Corrêa e Castro, em recentes declarações, cita o caso de alunos analfabetos finalistas do ensino básico, nos EUA.

Paradoxalmente, os investimentos em educação, quando eficientes, demonstram contar com “altas taxas de retorno”, o que deveria encorajar o poder público a investir mais no preparo dos professores, reciclando-os e atualizando seus conhecimentos bem como aprimorando suas habilidades.

70 É cada vez mais importante, por exemplo, que os nossos alunos conheçam e entendam que os seis bilhões de habitantes do nosso planeta obtêm a quase totalidade de seus alimentos a partir das terras que cobrem um terço da sua superfície. E 90% dos oceanos são um deserto biológico e nós usamos só um terço da produção anual dos seus 10% restantes. Pouco oferecem, portanto, e é preciso cuidar das florestas, das quais dependemos todos, de algum modo.

Paradoxalmente, os investimentos em educação, quando eficientes, demonstram contar com “altas taxas de retorno”, o que deveria encorajar o poder público a investir mais no preparo dos professores, reciclando-os e atualizando seus conhecimentos bem como aprimorando suas habilidades.

Dos conhecimentos mais fundamentais da Física, a necessidade de seu entendimento, embora importante, é de difícil consecução. O que deve ser feito é medir, medir e medir. E inferir, das medições, o máximo de entendimento, sem requerer grandes abstrações conceituais, que serão entendidas no devido tempo.

Tempo, espaço e matéria são provavelmente grandes abstrações e não adianta muito “defini-los”, mas muito mais desenvolver intuições, mediante observação e confirmação experimental. Mas o que importa é que os professores sejam indagadores e procurem despertar

nos alunos a arte de fazer boas perguntas: Se a soma da energia e da massa é constante em um sistema isolado, como soa ser o universo, qual o sentido de querer que haja uma “origem” para ele? O tempo pode existir sem matéria? E mesmo em um espaço, sem matéria, teria sentido falar em distância? Entre o quê?

Qual a idade da Terra?

Por que o céu é azul, enquanto o Sol brilha, com luz predominantemente vermelha?

Se a Terra tem seis bilhões de habitantes e a vida média de sua população é de 60 anos, quantos, em média, morrem por ano? E por dia?

É sabido que muitas espécies desapareceram, como os dinossauros. Quantas espécies desaparecem, por ano? Que conseqüências isso pode trazer?

71

Nem toda terra sustenta vida vegetal, como os desertos e as regiões polares, de modo que aproximadamente 130 milhões de km^2 é a área produtora de alguma biomassa, na base média anual de 1 kg por m^2 . Qual a produção da Terra, nessas circunstâncias? Ela será suficiente para garantir, por quanto tempo, a existência de vida na Terra, se forem continuamente devoradas pelo homem? E haverá água suficiente para garantir o aumento da área cultivável?

São perguntas, cujas respostas ajudam a procurar compreender como os conhecimentos da ciência ajudam a entender o nosso mundo.

O governo do Estado de São Paulo montou cursos de reciclagem, a partir de 2002, de professores em geral, dos cursos de ensino básico das escolas estaduais. Dedicam, nesses cursos, 80 horas de ensino, com horário em geral concentrado nos sábados.

E estão remunerando as instituições encarregadas da docência, na base de 700 reais por professor-aluno.

Como há um total de cerca de 100 mil professores estaduais, o custo será de R\$ 70×10^6 ou 70 milhões de reais anuais.

E com isso o Estado de São Paulo deverá apresentar melhora substancial da qualidade de seus docentes e de seu ensino e conseqüente aprendizagem dos discentes e nisso a melhora do ensino de ciências está incluída, nos níveis fundamental e médio.

No caso particular do ensino de Ciências, é necessário desenvolver, no professor reciclado, a consciência de que ele deverá lutar para que as escolas contem com laboratórios equipados que possibilitem ensino criativo aos alunos e para isso não há necessidade de grande sofisticação, mas predominantemente de saber usar o material disponível, efetuando medidas e tirando conclusões.

O curso de Física PSSC tem um experimento, no qual são dados os tempos de escoamento da água, em tubos, em função da altura da coluna de água e do diâmetro do furo. O único material necessário é papel de gráfico para plotar o tempo em função das alturas e ainda o tempo em função dos diâmetros.

São feitas diversas perguntas, dedutíveis mediante os gráficos levantados e, por fim, pede-se como o tempo varia em função da altura e do diâmetro. E indaga-se como obter uma fórmula do tempo em função de duas variáveis simultâneas.

Os gráficos permitem obter essa resposta, mas é necessário usar habilidades com a sua utilização.

O experimento é de grande criatividade e pouco material é preciso: só papéis milimetrados, que podem ser ainda substituídos por uma régua e papel comum.

É preciso usar alguma criatividade para efetuar medidas com equipamento comum. Por exemplo: quanto tempo mínimo leva uma pessoa para receber com a mão direita e transmitir a outrem, com a esquerda, um aperto de mão?

Isso pode ser feito com um relógio comum, com ponteiro de segundos e colocando os alunos da classe, formando uma “rede”, de mãos dadas, de modo que o primeiro transmita ao segundo o aperto de mão e sucessivamente aos demais, em círculo, até que o aperto de mão volte ao primeiro, que marcou no relógio o momento do início e retoma a marcação do momento da recepção do aperto final, de volta, fechando o círculo. O intervalo, dividido pelo número de alunos, fornece o valor. A experiência pode ser repetida e pode-se calcular o valor médio e o desvio médio da medida do intervalo de tempo solicitado.

73

Em uma ocasião, propusemos, em exame vestibular prático, para a Faculdade de Medicina, em São Paulo, medir a espessura de uma ficha de papel. Para isso, fornecíamos dez fichas e uma régua milimetrada. Grande parte dos alunos não foi capaz de medir a espessura da pilha das dez fichas e dividir o resultado por dez e já haviam sido selecionados, de cem mil iniciais, cerca de mil finais. Da mesma forma, em experimento simples de ligar os pólos de uma “pilha telefone” por meio de fios aos extremos de uma resistência variável, grande parte de candidatos já pré-selecionados em provas escritas de Física muito bem organizadas, por sinal, nos mesmos exames vestibulares, não conseguiram efetuar as ligações, apesar das instruções escritas entregues.

É necessário, pois, conduzir os alunos a alguma experimentação, sempre, se se pretende a aquisição de conhecimentos com alguma relação com a sua utilização, mediante medidas simples. E nisso, talvez, resida a maior qualidade e também a maior dificuldade do ensino das chamadas ciências experimentais.

Todos nós entendemos que não adianta toda teoria sobre natação, se não ocorrer a entrada do estudante na água e aí mostrar que a teoria serviu para alguma coisa. Ninguém aprende a nadar no seco. Isso é tão evidente, mas aprender ciências experimentais sem efetuar experiências parece não ser um contra-senso para a maioria dos docentes.

Enfim, também não adianta maldizer a “falta de base” de nossos alunos, se não se fizer algo para remediá-la, em qualquer momento.

É o que diz, com muita simplicidade, a poesia a seguir, que me foi apresentada em um curso no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA de São José dos Campos):

O Ponto de Vista

74

Professor de Escola Superior:

Que falta de cultura que ele tem!

Qual será o Colégio de onde vem?

Professor de Colégio:

Com um ignorante assim não posso trabalhar!

Por que no Ginásio não o souberam ensinar?

Professor de Ginásio:

Esse rapaz é a burrice declarada!

E no Jardim de Infância fazem nada?

Professora do Jardim da Infância:

Será que em casa dele passou despercebido!

Que educar esse tolo é tempo perdido?

A Mãe do Aluno:

A culpa não é dele, se ele não vai!

Em tudo e por tudo é igual ao seu pai...!

(Adaptado do inglês por T. M. Simon e D. R. Collins)

Esse é o drama universal da educação: a culpa pelos desacertos é sempre transferida, e as soluções acabam por não serem assumidas por ninguém.

Enfim, Galileu, dizem, morreu sem ter certeza que o seu “princípio da inércia” fosse verdadeiro, apesar dos inúmeros experimentos, com os recursos da época, executados. E, de certo modo, essa dúvida chegou até o final do século XIX, com o experimento de Michelson-Morley e conseqüente enunciado dos fundamentos da Relatividade, em 1905, por Einstein.

Mais uma vez, a compreensão dos fundamentos da ciência é algo que requer maturidade e, nem sempre, a aparente observação atilada, é suficiente para entender, por exemplo, porque é a Terra que circula em torno do Sol, com os demais planetas. Esse é um problema que requer entender que o movimento precisa sempre ser referido a um sistema de referência “inercial” e voltamos ao que Galileu (1564-1642) enunciou e acabou morrendo na prisão pelo que afirmou, que desmentia o que os dogmas da igreja afirmavam: que a Terra, como sede das criaturas de Deus, os homens, deveria ser o centro do Universo.

75

Finalizo: é necessário tentar sempre entender. Não esperar nada de milagres, ou de grandes perfeições ou de apocalipses. Sejam céticos, evitemos dogmas, procuremos esclarecer, observar bem e sempre em melhores condições, medindo e repetindo os resultados e concluindo o que os mesmos, com os desvios apontados, indicam como sendo confiáveis. Segundo Rutherford (1871-1937) a “única ciência é a Física; o resto são colecionadores de borboletas”. É uma conclusão que talvez à época se justificasse, com a Biologia e a Química ainda não tendo incorporado os progressos da Física. Hoje, soa como algo injusto e até preconceituoso. Relewa notar que Rutherford recebeu o Prêmio Nobel de Química (e não o de Física), em 1908.

.

Relevância e significado da educação científica para o Brasil

Aziz Nacib Ab'Sáber

.

Uma reflexão metódica sobre as sérias questões e objetivos envolvidos na chamada educação científica, exigem considerações de diversas naturezas. As prévias obrigatórias na discussão do processo educativo envolvem uma seqüência de tratamentos entre os quais: um bom conceito de ciência; um conhecimento sobre as diferentes faixas etárias a serem consideradas; o espaço físico, ecológico, social, socioeconômico e sociocultural para o qual é dirigido o processo; um apelo progressivo às meditações comparativas e interdisciplinares; e, ainda, a feitura de agrupamentos temáticos capazes de despertar interesse e incentivar o uso dos conhecimentos em nível do familiar, do comunitário e do profissional.

77

À enumeração dessas complexas vertentes da educação científica, dirigida para uma sociedade que comporta grandes desigualdades, em um país de escala continental, deve-se acrescentar a exigência de um bom preparo dos educadores, e um novo e mais amplo entendimento por parte dos governantes e gestores da educação. Fato que, por provocar certo pessimismo na atual conjuntura de nosso País, dispensa comentários.

Na oportunidade de elaborar um trabalho sintético sobre educação científica, temos ciência de que não é possível construir um tratado. Entretanto, é viável produzir algumas estratégias inovadoras, que poderão ser aproveitadas ou não, por colegas interessados na árdua tarefa de educar crianças e adolescentes e (re)educar adultos. Suggerimos, para tanto, uma ênfase no detalhamento de alguns conceitos de alto valor interdisciplinário, a saber: o conceito de cultura, de ecossistema e de metabolismo urbano. Deixando para mais tarde uma abordagem integrada do conceito de ecologia social urbana, e o estudo dos diversos componentes do chamado *espaço total*, entendido como fragmento significativo do território.

Um caprichado conceito de *cultura* pode e deve ser investido na educação fundamental. As ciências humanas conseguiram detalhar esse conceito, entretanto, elas próprias são uma parte pequena dos diversos fatos que se projetam no complexo *cultural*. Na acepção dos etnólogos clássicos, entende-se por cultura um conjunto de valores típicos que dizem respeito a fatos animológicos, sociológicos e ergológicos/tecnológicos. Apesar da essencialidade de tais características – que dão originalidade para o humano –, ao longo do século XX, outros valores específicos tiveram que ser acrescentados: os valores éticos, lingüísticos, literários e artísticos, os valores positivos ou negativos das novas tecnologias; incluindo-se, entre eles, a música, o teatro, a televisão e a computação. Finalmente, cabe ressaltar a importância dos valores éticos e morais, nascidos de clássicos mandamentos, e estampados em leis jurídicas e constitucionais na era dos Estados/Nações. Sendo que da combinação de valores positivos desenvolveu-se todo o processo civilizatório. Em uma eleição de temas de valor interdisciplinário para incentivar a educação científica de jovens e adultos, nos fixamos primeiramente no conceito de ecossistema. Trata-se de uma expressão de utilização excepcionalmente ampla, estabelecida pelo grande botânico inglês Arthur D. Tansley, em 1935. Outros especialistas tentaram chegar a algo parecido, porém com insucesso perante a

comunidade científica internacional. Registre-se, ainda, que muitos pesquisadores e ambientalistas vêm se utilizando do termo de um modo incorreto ou pelo menos incompleto. Pelo oposto, o valor didático-pedagógico do conceito de ecossistema, tratado em diferentes níveis de exposição e detalhamento, é absolutamente importante.

Para Tansley, “ecossistema é o sistema ecológico de um lugar”. Nessa acepção, a pesquisa ecossistêmica inclui um aprofundado conhecimento pontual no interior de um domínio de natureza (ou *biomas* como preferem os biólogos). No que se refere ao espaço total do território inter e subtropical brasileiro, os estudos metódicos sobre ecossistemas obrigam a uma multiplicação de estudos em pequenas áreas selecionadas das áreas nucleares (*core áreas*) e quadrantes diversos de nossos domínios geoecológicos. Uma exigência que se tornou indispensável após os informes derivados da teoria dos redutos e refúgios.

79

A análise *in situ* de um ecossistema implica em três ordens de considerações especializadas: 1. O suporte ecológico do ecossistema; 2. A composição biótica (vegetal, animal e microorgânica); e 3. A dinâmica climática responsável pela geração e manutenção da biodiversidade total da região.

O suporte ecológico de um ecossistema cinge-se basicamente ao chão da paisagem. É o espaço onde as raízes das árvores e arbustos penetram nos solos para sugar nutrientes e águas, enquanto no dossel da vegetação funciona a fotossíntese, responsável direta pela foliação. A interdisciplinaridade que rege o estudo desse suporte da vida vegetal exige considerações multivariadas. A espessura e natureza do solo; os horizontes edáficos; os componentes biogênicos superficiais e subsuperficiais; os nutrientes químicos e bioquímicos. A água infiltra-se e flutua ao sabor do tempo, contribuindo para as ações sugadoras das raízes, sejam elas predominantemente pivotantes ou laterais. A conformação dos depósitos de cobertura que participam da estrutura superficial da paisagem, os quais nas áreas tropicais úmidas respondem

pela cor vermelha dos chamados oxissolos, merece um tratamento especializado.

Uma atenção especial deve ser feita para a originalidade mineral e bioquímica dos diferentes horizontes dos solos, reconhecidos acima das rochas alteradas regionais. Igualmente é necessário considerar os miniorizontes das chamadas *serrapilheiras* que atapetam o chão das florestas; incluindo, no caso, as folhas e galhos tombados “ontem e hoje” ($A^{\circ\circ}$), e, abaixo delas, a biomassa em processo de apodrecimento, galhos e folhas tombadas anteriormente (A°); e, por fim, o escuro e argiloso solo minero-biogênico basal (A). Participantes da nutrição dos horizontes superficiais dos solos, injetando nutrientes, de cima para baixo, no horizonte B, o qual, por sua vez, recebe de baixo para cima, por meio de processos de evapo-transpiração, nutrientes químicos saídos das rochas decompostas ou alteradas. Fatos que conformam diferentes tipos e capacidade de enriquecimento conforme seja a alteração das rochas do embasamento geológico regional.

80

[Em termos didáticos é fácil expor tudo isso utilizando o giz e o quadro negro para crianças e adolescentes, por meio de aprofundamento maior ou menor, segundo as faixas etárias e mentais dos diferentes grupos de alunos.]

Em continuidade ao processo educativo de grande amplitude interdisciplinária, há que realizar o tratamento possível para os componentes bióticos do ecossistema em consideração. Sabendo-se de antemão que os componentes da vida em uma área qualquer do planeta Terra comporta três agrupamentos de vida – diferentes entre si –: a biota vegetal, a biota animal e a microorgânica, trata-se da mais difícil, e certamente incompleta, tarefa a ser feita por equipes de especialistas: botânicos, zoólogos e estudiosos de microorganismos. Para um pesquisador isolado, é totalmente impossível realizar um trabalho tão amplo e ao mesmo tempo tão detalhado, taxonomicamente falando. Daí porque, no Brasil, os conhecimentos tradicionais de índios e caboclos têm sido

fundamentais na identificação de espécies arbóreas, arbustivas ou herbáceas ocorrentes no interior de diferentes domínios de natureza do Brasil inter ou subtropical. Os informes recuperados desses conhecimentos acumulados desde a pré-história, incluem também comentários ocasionais sobre alguns princípios medicinais de plantas ocorrentes no entremeio da biodiversidade ecossistêmica. Fatos todos que aconselham, sobretudo no que concerne às florestas tropicais, uma seleção de ocorrências de espécies características de cada ecossistema em estudo.

No que se refere à biota animal os problemas são bem maiores, mesmo porque as atividades humanas – econômicas, rurais e urbanas – afetaram profundamente a distribuição primária zoogeográfica.

Passando a tecer considerações sobre conceitos dotados de interdisciplinaridade internalizada, selecionamos os fatos que integram o conceito de metabolismo urbano.

81

O conceito de metabolismo urbano foi elaborado por técnicos e cientistas americanos na década de 60 (século XX). Embora divulgado em livros e obras de meio ambiente, não foi aplicado com detalhamento a nenhuma grande cidade americana durante algum tempo, de forma que a primeira aplicação efetiva foi produzida por cientistas esclarecidos da longínqua cidade de Hong Kong. Um fato que demonstrou, logo de início, que as cidades dotadas de sítios insulares devem ser prioritárias para uma análise de seu metabolismo urbano. Além do que, tais estudos têm que ser repetidos de tempos em tempos (de cinco a dez anos) em algumas cidades dotadas de grandes variações metabólicas urbanas (caso particular da cidade de São Paulo, no Brasil).

Em seu nascedouro, o conceito procurou integrar todos os problemas ambientais que normalmente afetam a dinâmica complexa das grandes aglomerações urbano-industriais: uma tarefa que exige uma metódica coleta de informações técnicas, das mais variadas áreas, feitas por órgãos especializados. Desde que os dados e informes sejam referentes a um só e mesmo tempo, e os mais recentes possíveis.

É fácil compreender que na dinâmica do *in up* (entradas) já ocorre extensivamente um imediato *out up* (saídas). E que os fluxos “entrantes” acrescentam-se ao extraordinário fluxo interno, acrescidos dos gases e das indústrias de transformação, usinas petrolíferas, distritos petroquímicos, siderúrgicas e metalúrgicas. É necessário saber que um ponto de queima de pneus, em uma periferia mal-administrada pode poluir mais do que muitos tipos de indústrias.

No metabolismo urbano, entrementes, o grande problema diz respeito ao *quantum* de humanidade concentra-se em um determinado sítio ou subárea. A somatória do metabolismo individual de centenas de milhares de pessoas, provoca um grande volume de esgotos e dejetos domésticos, que exigem diferentes redes de instalações e de transporte, os quais acabam por concentrar os materiais de descartes em ruas e lugares de lixões ou núcleos de postagem, quase sempre insuficientes e problemáticos, no contexto das metrópoles do terceiro mundo. O lixo tornou-se o maior problema em grandes cidades que envolvem dezenas de municípios em rápida conurbação. No caso, a grande São Paulo, com mais de 30 municípios inclusos na sua mancha urbana total, constitui-se em um dos protótipos das dificuldades para o descarte dos chamados resíduos sólidos e biogênicos. Por essa razão mesma, é um capítulo da problemática do metabolismo urbano a ser tratado com maior profundidade e espírito de planejamento, caso a caso. De resto, uma problemática de alto valor para a educação científica de crianças, adolescentes e adultos do mundo urbano.

Nos estudos de metabolismo urbano, centrados na originalidade física, econômica e social de qualquer cidade – seja ela muito grande, média ou pequena – é obrigatório realizar dois agrupamentos de investigação. De um lado, na categoria de prévias, um conhecimento metódico sobre a localização do corpo urbano em face da compartimentação topográfica regional e condições da dinâmica climática e hidrológica da região. E, ao mesmo tempo, é indispensável um bom estudo sobre os componentes do sítio urbano: colinas, morros e morretes, espigões

divisores, patamares de erosão, terraços e planícies aluviais; a rede hidrográfica periurbana e a intra-urbana, incluindo todas as interferências cumulativas ocorridas com rios, riozinhos, riachos e caminhos d'água, envolvendo canalizações a céu aberto; tamponamento extensivo ou sincopado de rios afluentes, aterros de várzeas; formação de diques beiradeiros artificiais para avenidas marginais, avenidas de fundo de vales tamponando canais de escoamento ou riachos afluentes; e, por fim, a rede de esgotos estabelecida no corpo urbano para escoamento orientado das águas pluviais.

Encerrando tais informes, é necessário obter uma idéia da projeção da sociedade sobre o espaço total da cidade considerada: estrutura de bairros, tipologia de traçados de avenidas, rodovias complementares, marginais, ruas e becos; fábricas e serviços de cidades satélites e distritos industriais irregularmente distribuídos pelo corpo urbano total, que soltam gases e particulados para o ar; além de todos os veículos que chegam e circulam por diferentes artérias, acrescentando-se aos fantásticos fluxos internos habituais. Existe a premente necessidade de levar em conta o trânsito que passa pelo interior da metrópole pelas marginais e rodovias de acesso interestadual ou interregional, ou em direção ao porto e áreas litorâneas de veraneio. Tais registros parecem referir-se ao complexo metabolismo urbano de São Paulo, por meio da complicada movimentação de tudo aquilo que entra na cidade e se reúne com o agigantado fluxo interno transitante de uma das grandes aglomerações mundiais, dotada de excepcional mancha urbana em um compartimento do planalto, cabeceira de rios que dão costas ao mar (Tietê), e condições climáticas bastante favoráveis para redistribuir concentradamente os componentes poluidores da troposfera. Nesse sentido, é preciso registrar: devido aos inúmeros fluxos ascendentes da poluição do espaço aéreo que se produziu um dos maiores *domus* de poluição urbano-metropolitano de todo o Brasil. Não podendo ser esquecido um conhecimento detalhado da geografia dos fluxos, registro detalhado dos pontos nodais da circulação (artérias radiais,

enboques de túneis, alças de pontes e viadutos, acessos complicados a partir de rodovias, viadutos e ruas estreitas para bairros); poluição difusa em ruas e praças; geografia dos estacionamentos de carros em *shopping centers*, hiper e supermercados; e em grandes e movimentadas artérias (exemplos: Avenida Rebolças, Radial Leste e 23 de Maio). Salvo muitos outros fatores que caracterizam cidades de diferentes portes e condicionantes locais.

[Baseado em bons conhecimentos sobre o macrossistema metabólico de cidades gigantescas, pode-se ensinar crianças, adolescentes ou adultos com a simplicidade requerida para cada caso. Em primeiro lugar, salientar o volume demográfico concentrado no sítio urbano considerado; um breve apanhado sobre os compartimentos topográficos da área e seu entorno; um esboço do que teria sido a paisagem e a ecologia original da região. E, acima de tudo, realizar um debate sobre os fatos relacionados com as “entradas”, os fluxos e os descartes, forçando

84

Nunca um país necessitou tanto de ciência quanto o Brasil, em face de sua originalidade física, ecológica, social e humana; devendo sempre ser lembrado que os estudos básicos para uma correta elaboração de qualquer projeto, dito desenvolvimentista, depende de contribuições das ciências aplicadas.

os eventuais alunos a pensar sobre todos os fatos isoladamente conhecidos. A pergunta, por exemplo, sobre o que entra na cidade, desgarrando fluxos de gases e particulados para o espaço aéreo, obriga a falar na tipologia dos veículos que vêm de fora,

tais como automóveis, caminhonetes, caminhões-baús, betoneiras, “cegonhas” carros-pipas, carretas, “cavalos mecânicos”, puxadores de duas carretas, caminhões graneleiros, ônibus e motocicletas. Tudo isso acrescido pela entrada de energia, alimentos, combustíveis e gente procedente das mais distantes regiões de um país de escala continental.]

A conclusão geral, dentro dos objetivos do presente trabalho, é que o tratamento de alguns conceitos e fatos de interdisciplinaridade explícita, pode atingir conhecimentos aprofundados da realidade do

mundo onde vivem os homens, comunidades e sociedades. Outros conceitos de igual importância podem ser elucidados com os termos ecossistemas e metabolismo urbano. Reservamos lugar especial para a ecologia social e urbana na conjuntura de países marcados por grandes e sofridas desigualdades. Para não falar em questões básicas de planejamento, em que se considerem fatos pontuais, lineares e areolares, por meio de combinações de conhecimento científico. Lembrando sempre que não existe uma ciência aplicada, mas aplicações de ciências conectadas com os objetivos dos planos, programas e projetos. Ao término do século XX e início do terceiro milênio, tornou-se uma necessidade inadiável a boa utilização das ciências por governantes, técnicos e pesquisadores esclarecidos. Nunca um país necessitou tanto de ciência quanto o Brasil, em face de sua originalidade física, ecológica, social e humana; devendo sempre ser lembrado que os estudos básicos para uma correta elaboração de qualquer projeto, dito desenvolvimentista, depende de contribuições das ciências aplicadas.

.....

Formação científica para o desenvolvimento

Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho

.....

87

O Brasil formulou e divulgou, em março de 2004, uma política industrial, tecnológica e de comércio exterior. Essa política definiu linhas horizontais, opções estratégicas e áreas portadoras de futuro.

As linhas horizontais enunciaram diretrizes gerais para modernizar e aumentar a capacidade inovadora da indústria brasileira, visando a uma maior inserção externa de nossa produção a partir de mudanças no ambiente institucional.

As opções estratégicas escolheram o complexo eletrônico, com destaque para dispositivos semicondutores, a indústria de fármacos e medicamentos, a de bens de capital e a de *software* como merecedoras de especial atenção, seja para sanar deficiências históricas, como no caso das duas primeiras, seja para valer-se de oportunidades atuais.

Como áreas portadoras de futuro, foram escolhidas biotecnologia, nanotecnologia e energias renováveis, em especial bioenergia, área em que o País já acumula uma experiência de vários anos e pode consolidar-se como líder mundial.

Para que essa proposta de política industrial seja exequível, é preciso que o Brasil embarque em um projeto ambicioso de educação científica, que

resulte na formação dos cientistas e engenheiros necessários para desenvolver as áreas escolhidas, todas intensivas em conteúdo científico-tecnológico.

Se é verdade que o Brasil avançou na produção acadêmica, hoje responsável por 1,5% da produção mundial em revistas indexadas, e na formação de doutores, o pequeno número de empresas de base tecnológica existente no País indica que há muito o que fazer para que o setor industrial absorva graduados de todas as especialidades científico-tecnológicas.

Paradoxalmente, há setores como petróleo e gás, mineração e a própria indústria de *software* que irão demandar, nos próximos anos, milhares de cientistas e engenheiros, se quisermos expandir, consolidar e manter nossa posição no cenário internacional. Estimativas de empresas como a Petrobras e a Vale do Rio Doce, além de estudos da CNI, apontam claramente nessa direção.

88

Para que essa proposta de política industrial seja exeqüível, é preciso que o Brasil embarque em um projeto ambicioso de educação científica, que resulte na formação dos cientistas e engenheiros necessários para desenvolver as áreas escolhidas, todas intensivas em conteúdo científico-tecnológico.

Diante do exposto, vê-se que medidas urgentes precisam ser tomadas para que não sejamos forçados a importar cientistas e engenheiros de outros países. Vale ressaltar que a China, já prevendo uma carência mundial desses profissionais na área de energia, planeja formar 500 mil deles nos próximos dez anos.

No entanto, há outras razões, além das de natureza socioeconômica, para argumentarmos em favor de um programa ambicioso de educação científica. Razões culturais reforçam o argumento, já que, na era da economia do conhecimento, se paga um preço muito alto pelo analfabetismo científico-tecnológico.

Hoje em dia, as possibilidades de crescimento cultural são grandemente ampliadas para quem tem formação científica. A capacidade de

utilizar tecnologias de informação ilustra bem esse ponto. Privar um cidadão dessa vasta gama de possibilidades equivale a um processo de exclusão cultural inadmissível.

Há razões adicionais para reforçar a tese de que uma formação científica é cada vez mais necessária. A sociedade atual é constantemente exposta a produtos, processos e serviços intensivos em conteúdo científico-tecnológico. Vários deles podem afetar a saúde e o meio ambiente.

Sem que haja um controle sério, baseado em práticas metrológicas reconhecidas e divulgadas para a população, ela não tem como se defender. O dramático é que, até para reconhecer os alertas, é preciso ter uma boa formação científica. Basta imaginar o quanto os danos causados por catástrofes naturais, como terremotos e *tsunamis*, poderiam ser reduzidos caso a população seja bem formada e informada cientificamente.

89

Poderíamos seguir listando mais e mais argumentos em favor de uma educação científica de qualidade, amplamente difundida. A própria saga da humanidade para conhecer o universo em que está inserida seria a justificativa última, profunda e essencial. Contudo, é preciso examinar o atual quadro dessa educação no Brasil para saber como viabilizá-la.

O quadro não é nada encorajador. No ensino fundamental da matemática, já sabemos que o País está entre os últimos de um estudo internacional de avaliação envolvendo 30 países. A situação nas ciências naturais não deve ser distinta, ainda agravada pela carência de laboratórios e aulas de demonstração.

A carência de bons professores de ciências no ensino fundamental e médio é um problema gravíssimo a ser enfrentado. Ele é consequência do aviltamento das condições de trabalho desses profissionais, obrigados a dar aulas em várias escolas para terem rendimentos que lhes garantam a sobrevivência, e a enormes esforços para se manterem atualizados.

No ensino superior, a boa formação científica restringe-se às universidades públicas e, em casos que se pode contar nos dedos, a algumas universidades confessionais. A maioria esmagadora das particulares prefere ficar longe desse tipo de formação, que requer maiores investimentos em laboratórios e professores qualificados.

Ademais, para superar o desafio de capacitação que delineamos, é também preciso alterar a matriz de formação de nossos recursos humanos. Hoje, apenas cerca de um terço de nossos graduados de universidades são engenheiros e cientistas, um número que destoa de seu análogo para países industrializados, próximo do dobro.

90 Como reverter esse quadro? Certamente, há necessidade de formar mais professores de ciências para todos os níveis de ensino, mas eles só terão chances de exercer sua profissão se seus salários forem reajustados e suas condições de trabalho melhoradas. Isso requer um esforço nacional, envolvendo todos os níveis de governo e, por que não, parcerias inteligentes com empresas, entidades e organizações sociais.

Há muito espaço para iniciativas que envolvam, de maneira criativa, os grandes nomes da ciência e da tecnologia do País para alavancar um grande movimento pela educação científica. Há espaço para participação de estudantes universitários de pós-graduação no processo de formação de professores dos níveis fundamental e médio. Há espaço para a utilização de tecnologias de informação que acelerem o processo e ampliem o acesso ao conhecimento.

Um magnífico exemplo recente serve com estímulo a iniciativas em prol de uma melhor formação científica: lançadas pela Sociedade Brasileira de Matemática, com apoio do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (Impa), as Olimpíadas Brasileiras de Matemática para as Escolas Públicas contam com 11 milhões de crianças inscritas, de todos os recantos do País.

Esse grande projeto nacional representa um passo importante que permite avaliar a capacidade de resposta de nossas escolas e de nossas crianças a um desafio calcado no enorme poder de atração e sedução da ciência. A conclusão é a mesma de Pero Vaz de Caminha: “em se plantando dá”.

Não devemos adiar o plantio. Um movimento pela educação científica deve ser visto como um grande projeto mobilizador de caráter nacional, a envolver a União, estados e municípios, empresas, entidades de classe e organizações não-governamentais.

Esse movimento deve ser capaz de atrair a sociedade para um esforço concentrado que erradique o analfabetismo científico-tecnológico e crie as condições para que venhamos a formar, com qualidade e em número suficiente, os profissionais que irão transformar o Brasil.

As razões para nos lançarmos nessa empreitada são várias e de naturezas distintas, como já detalhamos. A conclusão é que precisamos, com a maior urgência, aumentar significativamente o conteúdo científico-tecnológico da formação de nossos estudantes. Sem que isso ocorra, seremos reduzidos a meros espectadores, ao invés de ativos participantes, da construção de nosso futuro.

.....

Investimento, ciência e educação

Crodowaldo Pavan

.....

A educação, hoje, levando em conta os avanços da ciência e tecnologia, forma a base cultural do desenvolvimento de um país. Sem investimentos suficientes nessa área, o retrocesso social é inevitável. A Academia de Ciências do Terceiro Mundo, da qual sou um de seus membros e fui um de seus fundadores, reconhece esse fato e tem feito o que pode para minorar as falhas existentes nos países subdesenvolvidos. Devemos levar em conta os dados fundamentais da realidade mundial, neste início de século, particularmente as mudanças que estão ocorrendo no sistema econômico internacional. Transformações que determinam realinhamentos novos no cenário das nações e que indicam, sobretudo, evidentes disparidades na evolução dos países.

93

Essa reflexão pode contribuir de forma valiosa para o estudo dos problemas estratégicos que enfrentamos em termos de investimento em C&T, uma vez que as medidas adotadas geram pesadas conseqüências no futuro. Um grupo reduzido de nações, as mais ricas, avança de forma acentuada por ter ingressado em um processo que muitos analistas definem como a terceira revolução industrial. Esse limitado número de nações destaca-se por sua base tecnológica moderna e pela utilização de tecnologias de ponta, que estão alterando o perfil da produção na indústria, na agricultura, no comércio e em outros serviços. Verifica-se a utilização rápida das descobertas científicas a ponto de a realidade quase atropelar a ficção científica, mas esse quadro surge de investimentos

suficientes na formação de especialistas, que não só decidem, mas refletem sobre suas decisões.

Esse emprego fantástico do saber traduz-se em riqueza material, em poderio e em aumento dos padrões de vida dos povos desses países, não obstante neles existirem bolsões de miséria, desperdícios gigantescos e problemas causados por enfartamento da abundância e por agressões ao meio ambiente. Dois fatos marcantes assinalam as transformações que hoje sucedem no mundo e que seguramente prenunciam a trajetória da economia do milênio. Tais fatos são o estabelecimento de grandes blocos integrados de países e, em segundo lugar, o aparecimento dos novos países industrializados da Ásia no cenário mundial. Quando fui presidente do Comitê de Ciência e Tecnologia da OEA, de 1988 a 1992, sentia igualmente como podiam evoluir favoravelmente convênios no âmbito de entidades regionais.

94

Em rápidas pinceladas esse é o quadro internacional, em contraste com a situação do Brasil, neste início de milênio. Nosso país, segundo estatísticas recentes divulgadas pela mídia, ocupa um dos últimos lugares no ensino de ciência, no mundo, portanto, o saber produzido por grupos de pesquisa de ponta não está sendo repassado pelo nosso projeto educacional. Dentro dessa visão sombria, o panorama geral indica que no conjunto aprofundou-se o atraso tecnológico do Brasil diante dos países desenvolvidos.

Não há um futuro brilhante para as nações que, no intercâmbio internacional, como nós, se apóiam demasiadamente no fornecimento de matérias-primas e em produtos que resultam, em elevada proporção, de trabalho não qualificado ou pouco qualificado. É necessário o investimento para a qualificação. Além disso, o aumento de nossas exportações — na base de elevados subsídios e de custos salariais muito baixos — está em contradição com o nosso interesse em melhorar a qualidade de vida dos brasileiros. Por esse caminho nunca seremos uma nação rica e próspera e não nos aproximaremos dos países desenvolvidos.

O Brasil terá um lugar ao sol, nas próximas décadas, se nos capacitarmos científica e tecnologicamente, se usarmos tecnologias de ponta, se também nos apoiarmos nas indústrias do conhecimento. Vale dizer, se nos destacarmos especialmente em informática e biotecnologia, sabendo acompanhar a revolução no campo da ciência e da tecnologia. A questão do saber, e do que se entende por saber é de prioridade fundamental para enfrentarmos o problema da capacitação, do ensino e do conhecimento.

Nosso país, segundo estatísticas recentes divulgadas pela mídia, ocupa um dos últimos lugares no ensino de ciência, no mundo, portanto, o saber produzido por grupos de pesquisa de ponta não está sendo repassado pelo nosso projeto educacional. Dentro dessa visão sombria, o panorama geral indica que no conjunto aprofundou-se o atraso tecnológico do Brasil diante dos países desenvolvidos.

95

Em livro recente publicado pela Associação Brasileira de Divulgação Científica (Abradic), escrito por Glória Kreinz, que se refere ao processo educacional, a autora diz que na sociedade atual “o que importa é o resultado, traduzido como desempenho/*performance* para o sistema, e não possíveis contradições comuns a toda discussão de fenômenos em movimento”. Diante dessa citação proponho, como cientista, pesquisador e divulgador que os investimentos em C&T só se justificam quando apresentam conseqüências para o desenvolvimento do país, ou pelo menos no desenvolvimento científico básico.

Esse tipo de educação, que não leva a indagações, pode deixar de ser questionada pelos cientistas? “Seria permitido pensar, neste contexto, se foram feitas as questões pertinentes para se divulgar os avanços da ciência e tecnologia, seus erros e contradições?” (Kreinz, 2004, p. 13).

Todos os países que desejam prosperar possuem uma estratégia para impulsionar seu desenvolvimento, a fim de que seus povos não se transformem em párias, e ampliem suas possibilidades de discerni-

mento, reflexão e saber. Quando presidente do CNPq (1986/90), iniciamos com quota anual de 13 mil bolsas no País e 900 para o exterior. Nos três primeiros anos de nossa gestão tivemos, após campanhas de melhoria da situação de bolsas no País, aumento ponderável, pois a soma desses três anos era superior à soma dos 31 anos anteriores do CNPq. Ao terminarmos nosso mandato passamos para o próximo presidente do CNPq uma quota estabelecida, por lei, do número de bolsas anuais (44.100) e seus respectivos valores (70% do valor recebido pelos professores mestres e doutores de universidades federais). Valores nunca atingidos até então pela entidade.

96

Se os poderes públicos nos derem recursos para a educação científica temos formas viáveis de receber a ajuda intelectual de países como os Estados Unidos e os da Europa. Nos anos 40, 50 e parte dos 60 tivemos, por meio do apoio financeiro da Fundação Rockefeller e apoio intelectual de professores de universidades dos Estados Unidos e algumas da Europa, o maior progresso científico do Brasil em sua história.

O intercâmbio científico envolve outras formas e procedimentos, entre os quais a vinda e a permanência entre nós de cientistas e missões estrangeiras, a participação em conferências internacionais, e a garantia de nosso acesso à documentação sobre as novas conquistas do saber.

Nosso objetivo é acompanhar a evolução mundial da ciência nas áreas básicas e naquelas que propiciam os avanços dos setores de alta tecnologia, considerados como o “combustível da economia”, e nesse sentido não podemos poupar investimentos. Com freqüência, circula uma objeção à tese da necessidade da atualização tecnológica do Brasil, com o argumento de que o uso de tecnologias de ponta leva à liberação de mão-de-obra, quando é essencial, acima de tudo, garantir-se emprego a todos brasileiros aptos para o trabalho.

É básico termos políticas que tenham como objetivo o pleno emprego no País. Sabemos que a utilização de tecnologia avançada pode levar à redução do número de empregos em uma fábrica ou em

determinado setor produtivo, mas não há uma contradição insolúvel entre o uso de técnicas modernas e o pleno emprego.

Várias razões nos levam a rechaçar a opção pelo uso de processos arcaicos, que demandam uma avultada massa de trabalho não-qualificado ou pouco qualificado. Em primeiro lugar, a realidade indica que a utilização de tecnologias de ponta determina a abertura de novos ramos industriais e de serviços. Aí está a experiência da informática, que gerou outros setores, inexistentes anteriormente. Em segundo lugar, é possível uma ação estatal e empresarial para ser combatido o sacrifício desnecessário de postos de trabalho, ação que tenha também como propósito a reciclagem e a reabsorção de tecnologias modernas.

O ponto fundamental, entretanto, reside em que o avanço tecnológico determina o aumento da produtividade, o que permite a redução da carga de trabalho que recai sobre cada pessoa. Isso corresponde a um dos grandes anseios da sociedade contemporânea, a fim de possibilitar aos trabalhadores melhores condições de vida, com o amplo acesso à cultura e ao lazer. Em outras palavras, devemos saudar o fato e utilizá-lo para atenuarmos a maldição bíblica, quando foi dito “ganharás o pão com o suor de seu rosto”. No início do milênio é chegada a vez e a hora de, no Brasil, termos uma sociedade mais justa. Essa é uma imposição do progresso, que pode ser satisfeita, repito, com a elevação da produtividade do trabalho, em virtude da adoção de tecnologias mais avançadas no parque industrial e nas outras áreas produtivas.

97

Todos os brasileiros desejam que o país não perca o carro da História. O problema que nos atormenta reside em traçarmos uma estratégia para um desenvolvimento autônomo e auto-sustentado. Nessa linha, um dos pontos básicos reside precisamente na capacitação científica e tecnológica e nos correspondentes progressos econômicos, sociais e culturais, direcionando investimentos para essa atividade educacional.

Dentro dessas considerações é que devemos equacionar a problemática de um projeto científico nacional. Mas cabe uma advertência inicial: o desenvolvimento científico e tecnológico dos países mais poderosos é tão vertiginoso que não dá para o Brasil acompanhá-lo em todas as áreas do saber. Ademais, como regra geral, os problemas que enfrentamos em nosso país não guardam semelhança com os existentes hoje nos países ricos. Exemplificando, basta lembrarmos as questões relacionadas com a saúde da população. Em consequência, para alcançarmos as nações poderosas, é imprescindível planejar nosso desenvolvimento científico e tecnológico, considerando essencial corrigirmos as grandes e inaceitáveis falhas no panorama social brasileiro. Refiro-me à pobreza absoluta, subnutrição, analfabetismo, doenças endêmicas, habitação, entre outros, e que, em última análise, estão relacionados com essa maldita e injusta distribuição de rendas na sociedade brasileira. Também não poderemos ser uma potência em termos científicos e tecnológicos se não houver uma reestruturação no sistema educacional de nossa pátria, exigindo que os poderes públicos assumam o fato com a dignidade exigida, para mantermos nossa herança cultural.

Para adquirir a parte básica da herança cultural, o indivíduo precisa ir além do saber ler e escrever, que são apenas instrumentos do processo de aprendizado. Dados fornecidos pela ONU mostram que, infelizmente, por falta de alimentação suficiente, tratamento de saúde e educação básica durante a infância e a juventude, mais da metade da população humana (mais de três bilhões de pessoas) não atinge o nível mínimo do humano normal, ou seja, o de pessoas que podem usar, além de suas condições físicas e fisiológicas normais, também uma capacidade intelectual básica adquirida. Alertamos, ainda, que são subumanos, embora pertençam à nossa espécie e mesmo com os programas adotados pelo atual governo, ainda há fome em nosso País.

Antes de pretendermos seguir o modelo do primeiro mundo, devemos concentrar nossos recursos na solução de nossos problemas básicos,

utilizando, inclusive, tecnologia de ponta. É certo que precisamos tirar dos países mais avançados tudo o que pudermos em termos de conhecimento científico e tecnológico, mas sempre entendendo que é prioritário e ético resolver o que aflige a nação brasileira.

Não vejo muitas dificuldades em fazer ciência e tecnologia de alto nível, empregando também tecnologias de ponta, com nossos recursos materiais e humanos. Já fizemos isso em várias áreas no passado, e hoje, por exemplo, em agronomia tropical, o Brasil está em nível superior comparado com os demais países do mundo.

No planejamento do trabalho científico e tecnológico é imprescindível a participação da comunidade de cientistas e dos especialistas. O governo tem fixado metas para essas atividades, mas de forma muito generalizada, o que reclama uma explicação e um detalhamento cuidadoso desses objetivos.

99

Muito do que foi dito neste artigo se baseia no atual desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro, que é resultante do apoio ao desenvolvimento e à formação de pessoal de governos passados. Infelizmente, a partir do governo Collor, o que foi seguido pelos sucessivos outros governos, a formação de pessoal e apoio ao desenvolvimento nas áreas de ciência e tecnologia no Brasil vem decrescendo, com conseqüências muito graves para nosso futuro. Sem um contínuo apoio do governo ao desenvolvimento científico e tecnológico, que no mundo hoje cresce em doses geométricas, o Brasil não terá qualquer chance de sair da categoria “país subdesenvolvido”.

Contudo, em linhas gerais é possível planejar o desenvolvimento científico, mas sabendo que freqüentemente deveremos retificar rumos e metas. É co-mum sermos inquiridos se as atividades científicas no Brasil estão sendo bem planejadas, se o que vimos realizando é o que desejamos. De uma coisa temos certeza: a melhor e mais eficiente forma de desenvolvermos ciência e tecnologia é pela formação de recursos humanos. Com cérebros, com pessoal qualificado, existe a segurança

de um avanço considerável. Sabemos, ao contrário, que sem infraestrutura humana não iremos a lugar nenhum. Entendemos, portanto, que a questão decisiva em planejamento, referente ao desenvolvimento científico e tecnológico reside no programa de formação de especialistas de bom nível, nas diversas áreas, nunca esquecendo como demonstrou José Reis que “Educação é Investimento” (Reis, 1968).

BIBLIOGRAFIA

REIS, J. *Educação é investimento*. São Paulo: Ibrasa, 1968.

KREINZ, G. *Divulgação científica na sociedade performática*. São Paulo: Edições Abradic, (Coleção temas da ciência contemporânea), 2004.

PAVAN, C. Ciência, sociedade e o futuro da espécie. *Rev. Bem comum*. São Paulo: Fides, p. 21-24, 2002.

_____. Society, sciences and the future of our species. In: _____ . *The Challenges of Sciences: a tribute to the memory of Carlos Chagas Filho*. Vaticano: Academia Pontifícia de Ciências, 2002. p. 159-166.

_____. Scientific pursuits and their misuse. In: FACCHINI, F. (Org.). *Scienza e conoscenza: verso un nuovo umanesimo*. Bolonha: Compositori, 2000. p. 79-86.

_____. Arquivo Crodowaldo Pavan, São Paulo: Acervo NJR-ECA/USP, s.d.

.....

O ensino de ciência no Sushibar

Francisco César de Sá Barreto

.....

Hoje é sábado, dia de *sushi*. Chego ao restaurante japonês Sushi Naka, o meu preferido, por volta de 20h. É cedo, eu sei, mas é minha hora. Abaixo a cabeça para ter acesso pela cortininha da porta de entrada do restaurante. É uma maneira, creio, de reverenciar a casa. Ao entrar cumprimento a todos, os donos, os garçons, que são parte da família, e os poucos fregueses. Vou direto ao sushibar. “Oi Ab, oi Cris, tudo bem?” – os dois jovens *sushimen*, recebem-me com alegria. Depois de um pouco de conversa fiada... perguntam-me: “E aí, o que você quer hoje? Vai ser *tirashi*?” Penso um pouco, olho os peixes e peço, como sempre, “façam um *sashimi moriawase*, com o que tiver de melhor, e um pouquinho de arroz de sushi, em uma tigelinha, em separado”. Esse tipo de conversa foi sendo construído ao longo de anos. Sou reservado, silencioso, e não gosto de jogar conversa fora. Mas, sushibar é lugar de pessoas sozinhas. Não se sentem incomodadas, nem sentem que estão incomodando. Com o tempo inicia-se a conversa entre os *sushimen* e os fregueses. Após muitas e muitas idas, e muitos *sashimi*, descobrem um pouquinho quem eu sou. De futebol, conversa sempre presente, principalmente sendo eles atleticanos e eu cruzeirense, passamos para outros temas. Afinal, temos tempo, e todas as semanas passo por lá. “Profissão? Físico! Sou físico por profissão”. Após

muitas outras tantas idas – afinal, temos tempo – conversamos sobre o avião. “Como funciona?”, eu pergunto... e explico o princípio de Bernoulli, seguido de exemplos. Com um guardanapo, colocado como um V para baixo, coloco a questão... “se soprar em baixo do V, que está de cabeça pra baixo, o que ocorrerá? O guardanapo vai subir ou vai abaixar?” A resposta do senso comum é errada e a explicação experimental (soprei como anunciado) causa um “Ah!” Surpresa, mágica, entretenimento, conhecimento, aprendizagem... tudo dentro do “Ah!”. Pois é! O avião funciona baseado nesse princípio, o de Bernoulli, que diz: a pressão é menor onde o ar tem maior velocidade (embaixo do guardanapo). E como a pressão é maior na parte de cima do guardanapo, esse é pressionado para baixo. Colocar água dentro do copo, emborcado em um pires com água, sem jogar direto do pires pra dentro do copo... como pode ser? “Façamos a experiência!” Calor, o ar, a queima do ar, a diferença de pressão, e a água sendo engolida pelo copo. Outro “Ah!” Segue-se a explicação. “Menos ar, menor a pressão, lá dentro do copo. Lá fora, mais ar, maior a pressão. A água é empurrada, pela pressão atmosférica, para dentro do copo”. E muitas foram as aulas no sushibar, seguidas de muitos “Ahs!” *Tsunamis*, presentes no noticiário após o desastre, são motivo de conversa e a oportunidade de apresentar as ondas solitárias e os sólitons, energia e sua conservação, a redução da profundidade do fundo do mar próximo da praia e o conseqüente crescimento da onda. Relatividade, luz e gravitação e, sem dúvida, Einstein. A luz é atraída pela estrela? Como? Sobral (no Ceará) explica! E eu explico: Sobral, eclipse, gravitação, luz, matéria, atração, desvio da luz... e de quebra, um pouquinho de relatividade restrita. O paradoxo dos gêmeos! Tempos depois aparecem no filme “Casas de Areia” os mesmos assuntos de Einstein, luz, estrela, gravitação e gêmeos, e um eclipse, no Maranhão (não mais em Sobral). Relembro. Mas, eles não foram ao cinema ver o filme. Pena!

Mas, o que isso tem a ver com ensino de ciência? Tudo. Ab e Cris são dois homens jovens, com instrução científica limitada, trabalhadores

de seis dias por semana, com folga às segundas-feiras, curiosos, interessados, inteligentes e com muita vontade de aprender. Porque é possível com eles e não com outros, na escola tradicional, na idade certa, ou com aqueles da população fora da idade e da escola? O que falta para a mágica da física ser apreciada e adquirida por outros milhares de Abs e Cris de todas as idades e lugares do nosso País? Vamos tentar jogar um pouco de luz na questão, sem presunção (coisa típica de intelectual cientista).

A falta de professores é um dos motivos. O nosso País não se preocupa com isso. Falo de governos, que não valorizam com salários decentes a classe docente, que não atuam de forma determinada no ensino fundamental e, principalmente, no ensino médio, que usam para interesses próprios, individuais e partidários, ano após ano, de maneira demagógica, a bandeira da educação. Falo dos colegas cientistas, que viajam no barco da ciência, lutando e defendendo a bandeira de mais produção do conhecimento de fronteira, sempre financiada, e quase nunca aportam nas margens do ensino básico. Falo das sociedades científicas que elaboram sofisticados discursos em defesa da ciência, tecnologia e, agora, na moda, inovação, e mesmo sem deixar de lado o tema ensino de ciência, pouco realizam de concreto para atingir as metas, se existem, da divulgação, de novas metodologias e reformas de ensino necessárias.

Conforme dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP – www.portaldoprofessor.inep.gov.br) existe uma carência enorme de licenciados em ciências (física, química e biologia) no Brasil. A demanda estimada de

A falta de professores é um dos motivos. O nosso País não se preocupa com isso. Falo de governos, que não valorizam com salários decentes a classe docente, que não atuam de forma determinada no ensino fundamental e, principalmente, no ensino médio, que usam para interesses próprios, individuais e partidários, ano após ano, de maneira demagógica, a bandeira da educação.

funções docentes para 2002 apenas para o ensino médio passa de 23 mil para cada uma dessas três disciplinas. Incluindo-se o ensino de ciência no ensino fundamental da 5ª à 8ª série, esse número ultrapassa 55 mil. No caso da física, o número de licenciados previsto para 2010 é de 14.247. Portanto, a falta de professores de física (e das outras disciplinas) é crônica, e só será resolvida em uma geração, com as políticas corretas e os investimentos necessários. Uma outra variável importante nessa equação é o salário do professor. Do mesmo referido sítio encontramos que o salário médio de docente do ensino básico fica em torno de R\$ 900,00. Um outro dado importante, que marca a diferença de interesse em investir no ensino de ciência, em relação a outras atividades na área educacional, é a pós-graduação. Em nosso País, existem 1.034 cursos de doutorado e 1.959 cursos de mestrado. Na área de ciências exatas e da terra, são 212 de mestrado e 124 de doutorado, representando 10,8% e 12%, respectivamente; na área de ciências biológicas são 183 mestrados e 131 doutorados, representando 9,3% e 12,7%, respectivamente, enquanto na área de ensino de ciências são apenas 27 mestrados e 5 doutorados.

A pós-graduação brasileira, ao contrário da área de ensino de ciência no nível básico, teve um crescimento significativo. Considerando todas as áreas do conhecimento, a relação mestres titulados por docente pleno da pós-graduação passou de 0,384, em 1991, para 1,085, em 2003, representando um acréscimo de produtividade de 183% no período. Para o doutorado, esse índice passou de 0,084 para 0,318, respectivamente, o que corresponde a um aumento superior a 279% no período. A produção científica mostra uma atividade profícua de publicações. Na base do Institute for Scientific Information (ISI), o Brasil passou de 17.963 citações e 1.901 publicações, no ano de 1981, para 42.062 e 10.662, respectivamente, no ano 2001.

O número de trabalhos publicados por pesquisadores brasileiros em periódicos de circulação internacional passou de 1.923, em 1981, para 12.627, em 2003, ou seja, aumentou por um fator de 6,6 no

período. No mesmo período, a participação do Brasil na produção científica em relação à América Latina passou de 33,2% para 44,4% e, em relação ao mundo, passou de 0,42% para 1,55%. Isso é resultado de uma política de financiamento consistente, acompanhada de uma rigorosa avaliação, ao longo de anos. Esses não foram os únicos frutos. Mas, não tratarei de mostrar aqui a importância da ciência no desenvolvimento nacional e suas implicações na produção, na economia e, portanto, na balança de pagamentos. Outros articulistas nesse livro deverão dar os exemplos da pesquisa em soja, da pesquisa que levou ao desenvolvimento da exploração do petróleo em águas profundas ou dos desenvolvimentos da Embraer (tendo o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) como referência), e seus efeitos positivos na exportação brasileira. Em conclusão, voltando ao tema de ensino de ciência, a inexistência de uma cultura científica no País é resultado da falta de professores, dos seus baixos salários, da falta de cursos de formação de professores de ciência em todos os níveis. Para resolver todos esses problemas, e por consequência para termos uma cultura científica no País, precisamos da participação integrada, regular, consistente e perene das sociedades científicas, das instituições de ensino superior e dos governos municipal, estadual e federal. Após essas ações teremos não apenas Ab e Cris, atrás do balcão do *sushibar* aprendendo um pouco de física, ou outra ciência, mas também os nossos filhos, netos, as nossas crianças de 6 a 18 anos, e todos aqueles, gente do povo fora das faixas de idade escolar, aprendendo e apreciando as ciências. Aí então o Brasil será diferente, para melhor. O tempo será o nosso aliado.

105

De volta ao *sushibar*, ouço dos meus “alunos” comentários sobre telefones celulares, que tiram fotos, filmam, entre outras coisas, o que nos leva ao tema da importância da ciência na vida do homem. Ficam interessados quando informo e tento explicar que “atrás” do ato de acender a luz, movendo o interruptor, estão as leis do eletromagnetismo, e vários desenvolvimentos tecnológicos. “Sim, a ciência e suas aplicações tecnológicas são responsáveis pela melhoria da qualidade de

vida do ser humano”. Além dos já mencionados exemplos nacionais da soja, do petróleo e dos aviões da Embraer, dou outros exemplos. Remédios e vacinas; luz elétrica, rádio, televisão, computador, Internet e telefone celular; máquina a vapor, carro, foguetes e satélites; raio X e ressonância magnética na medicina; e todos os desenvolvimentos na agricultura, estão presentes na vida do homem moderno. “Infelizmente, meus caros amigos, estão à margem dessas conquistas milhões e milhões de pessoas, desde o interior do Brasil e da América Latina até os continentes africano e asiático”.

Hora de ir pra casa. Despeço-me de todos e recebo de Ab e Cris uma despedida carinhosa e bem-humorada, com um “até a próxima aula”. Saio, prometendo voltar no sábado seguinte.

Educação para a transformação

Glaci Therezinha Zancan

Para falar em educação no Brasil é preciso se reportar a Paulo Freire. São dele as idéias de como usar o método científico em uma educação que permita ao homem transformar a sua realidade. Em 1967 ele escreveu: “Necessitávamos de uma educação para a decisão, para a responsabilidade social e política” e continua “uma educação que possibilitasse ao homem a discussão corajosa de sua problemática e que o identificasse com métodos e processos científicos” (Freire, 1967).

107

O método científico é aquele que permite analisar o meio em que a escola está inserida e propor soluções adequadas à realidade vivenciada pelos alunos. Isso faz com que os currículos devam ser adaptáveis, de tal forma que alunos e professores juntos, ao esbarrarem com os problemas diários, busquem no conhecimento disponível uma teoria para explicá-los. A hipótese de trabalho deve levar à busca de soluções que podem resultar em tentativas exitosas ou fracassadas. A análise crítica dos fracassos leva a nova hipótese para solucionar o problema. É sabido que o conhecimento avança na medida em se apreende dos erros cometidos.

Segundo Karl Popper (1997), “o conceito moderno da ciência – o que as teorias científicas são essencialmente hipotéticas e conjunturais

e que nunca podemos ter segurança de que mesmo a teoria mais estabelecida, não seja questionada ou substituída por uma aproximação melhor”. O conceito de que as teorias estão sendo sempre desafiadas deve perpassar o ensino de ciências e estimular o jovem a repensar o conhecimento existente. Por isso, os professores devem estar conscientes de que a ciência não é um conjunto de conhecimentos prontos, mas uma forma de como se vê o mundo para transformá-lo.

O pesquisador como o artista usa a imaginação para recriar a natureza que observa por meio de seus sentidos. O ensino de ciências e das artes deve, pois, caminhar paralelamente uma vez que ciência e arte são faces da mesma criatividade. No mundo atual, em que os paradigmas são facilmente ultrapassados, o objetivo da educação é ensinar como se mover do concreto para o abstrato e vice-versa, como olhar os problemas sobre uma nova ótica, de como apreender a compreender. Estimular a imaginação e usar a criatividade para propor novos paradigmas faz parte de uma educação transformante. No dizer de Paulo Freire (1996), “apreender para nós é construir, reconstruir, constatar para mudar, o que não se faz sem abertura ao risco e à aventura do espírito.” Logo o ensino de ciências deve ser parte integrante da educação e deve ser visto no contexto criativo da escola, sem o que o jovem não estará preparado para conviver em sua comunidade e participar do mercado de trabalho em rápida transformação.

A tarefa de mudar o ensino informativo para criativo e transformador é gigantesca, pois depende da formação dos professores, da liberdade das escolas em administrar suas experiências pedagógicas envolvendo o meio em que a escola está inserida.

Para que o professor seja um pesquisador é preciso mudar o enfoque da formação dos futuros professores e calcá-la nas atividades de construção do conhecimento e na reflexão crítica sobre a sua prática e no respeito pela autonomia do educando.

Aqui novamente Paulo Freire (1996) indica o caminho: “Saber ensinar não é transferir conhecimentos, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.”

O esforço fundamental para a melhoria da qualidade do ensino de ciências passa pela universalização da pesquisa no âmbito do ensino superior, já que a ele cabe a formação continuada dos professores. Isso quer dizer que as licenciaturas e a reciclagem de professores em exercício devem buscar a imersão dos futuros professores em um ambiente criativo que estimule a imaginação, em que a pesquisa e a prática da reflexão crítica fazem parte do cotidiano de alunos e professores. Só assim eles estarão aptos a lidar com a curiosidade natural dos jovens diante do avanço do conhecimento e serão capazes de motivá-los ao contínuo apreender.

109

A melhoria da qualidade do ensino básico depende do fornecimento de professores qualificados e de lideranças educacionais, de capacidade de desenhar currículos, da pesquisa sobre o ensinar e o apreender e da gestão eficiente da educação. A formação para essas tarefas depende do desempenho do ensino superior, tendo as universidades a maior responsabilidade, pois elas propiciam, a um menor custo, uma formação mais abrangente.

O conceito de que as teorias estão sendo sempre desafiadas deve perpassar o ensino de ciências e estimular o jovem a repensar o conhecimento existente. Por isso, os professores devem estar conscientes de que a ciência não é um conjunto de conhecimentos prontos, mas uma forma de como se vê o mundo para transformá-lo.

As universidades devem, em parcerias com os estabelecimentos da educação básica, investir em experimentar métodos inovadores de ensino, em programas multidisciplinares, no aperfeiçoamento do trabalho em grupo, no aprendizado via computador e no trabalho colaborativo com a comunidade.

A introdução das novas tecnologias da informação na educação depende de que os centros de pós-graduação voltem-se para a pesquisa educacional de vanguarda, para a compreensão de como estudantes e professores aprendem interdisciplinarmente as diferentes ciências e tecnologias, como se faz interligação delas com os valores humanos e como se pode usá-las de forma compromissada com a sociedade.

A extrema desigualdade social de nosso País exige que a educação deva ser “problematizadora, de carácter autenticamente reflexivo, implica um constante ato de desvelamento da realidade, busca a emergência das consciências de que resulte sua inserção crítica na realidade” (Freire, 1987), e para isso é fundamental que o descobrir, o apreender e o participar façam parte do sistema educacional como um todo.

BIBLIOGRAFIA

FREIRE, P. *Educação como prática de liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

_____. *Pedágio da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996 (Coleção leitura).

_____. *Pedagogia do oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

POPPER, K. R. *El mito del marco común: en defensa de la ciencia y la racionalidad*. Barcelona: Paidós. 1997.

.....

Um novo papel da divulgação da ciência: rumo a um contrato tecnológico

Henrique Lins de Barros

.....

Nos últimos 20 anos verificou-se uma profunda transformação na relação entre o conhecimento gerado nos centros de pesquisa e a informação passada para o público. Essa mudança ainda não foi assimilada nem pelo pesquisador, que gera o conteúdo, nem pelo divulgador, que cria a informação, e nem pelo público, que a assimila. O advento de microcomputadores e de redes de informação, aliado à maior penetração da televisão e do rádio, faz com que a informação seja colocada ao alcance de grande parte da população sem qualquer filtro que selecione a sua qualidade. Por outro lado, e contribuindo para o agravamento dessa situação, o pesquisador sente a necessidade de transformar resultados de seu trabalho em notícia veiculada pelos meios de divulgação (jornais, revistas, televisão, Internet), uma vez que essa visibilidade pode facilitar a obtenção de recursos necessários para o desenvolvimento da pesquisa e para o seu reconhecimento entre os colegas. Em cima desse quadro, programas de divulgação da ciência para a população têm sido elaborados nos moldes do que foi produzido em décadas anteriores, quando se julgava importante “alfabetizar” cientificamente a população para possibilitar a inserção na sociedade. Foi possível, de fato, pensar-se que a cultura científica, mesmo que muito reduzida, fizesse parte da bagagem cultural do cidadão.

Devemos, antes de começar a propor projetos de divulgação da ciência, tentar entender alguns aspectos que caracterizam o momento atual para que possamos compreender por que, nos últimos anos, essa questão aflorou rapidamente a ponto de transformar-se em um tema político. Devemos, a meu ver, analisar um momento histórico em que expressões como “tolerância zero” ou “controle do cidadão” assumem um valor positivo. Devemos, finalmente, buscar explicações para justificar a adoção dos inúmeros indicadores que são utilizados para se classificar o estado de países ou regiões: índice de desenvolvimento humano, risco Brasil, etc. Indicadores que são construídos a partir de critérios que se propõem universais e que não levam em consideração as particularidades regionais ou, quando o fazem, o fazem dentro de uma avaliação que tem a sua base em uma análise que se diz científica.

112

A moderna tecnologia que está sendo disponibilizada nos diferentes setores de mercado oferece comodidades e economias, criando a idéia de que é possível se atingir um grau jamais pensado de conforto e saúde. Essas tecnologias, desenvolvidas a partir do conhecimento gerado pela ciência e da aplicação do método científico na solução de problemas técnicos têm, naturalmente, o seu preço. Em uma perspectiva de curto prazo esse preço é determinado pelo mercado e pelo custo de produção. Quanto maior o mercado, menor será o preço que chega ao consumidor. Assim, a abertura de novos mercados é fundamental para garantir o desenvolvimento de novas tecnologias e a manutenção do fluxo de capital. Como os produtos criados a partir dessas tecnologias tendem a ser sofisticados em seu uso, exigindo do consumidor um conhecimento que não foi aprendido nos sistemas regulares de ensino, torna-se imperioso, para o crescimento da economia, que se invista na educação de um maior número de pessoas que potencialmente se tornarão usuários dos novos produtos disponibilizados.

Mas existe um preço que não pode ser calculado pela matemática da economia. Ele diz respeito ao impacto que a adoção das novas tecnologias tem causado não só no meio ambiente, pela degradação das águas, do ar e dos solos, mas também na destruição de culturas e no aumento da exclusão daqueles que não podem usufruir as vantagens concretas nem podem sonhar com as benesses anunciadas. Esse preço, embora de difícil estimativa, é, certamente, muito mais elevado que o custo de desenvolvimento e produção de novas tecnologias e até o momento não se viu satisfeita a aposta de que o trabalho de pesquisa virá a apontar para formas mais limpas de tecnologias. Esse é o ponto que julgo ser importante para todos os que têm se dedicado à divulgação da ciência, pois ele fornece um horizonte claro das implicações das políticas públicas que têm sido enfaticamente sugeridas.

113

Não é mais o momento para aquele que trabalha com divulgação da ciência de se iludir pensando que seu trabalho tem como principal finalidade aumentar a bagagem cultural de uma parcela da população. Na verdade, o interesse crescente por parte de governos e de orientações internacionais tem como motivação a transformação do conhecimento científico em produto que pode ser consumido. Com isso espera-se o aumento do mercado consumidor, uma vez que cresce o número de pessoas capazes de operar as sofisticadas tecnologias. Mas, em contrapartida, não se espera que esse mercado englobe todas as camadas sociais. Não há interesse em se “gastar” recursos para capacitar aquele que não terá meios de consumir. Por isso as políticas que estão sendo introduzidas têm como público uma parcela muito restrita da humanidade. Parcela restrita, mas significativa em números absolutos.

Vislumbramos um futuro aterrador. É assim que somos informados pelos noticiários que aparecem diariamente nos jornais e na televisão. Crises anunciadas. Esgotamento da água potável, levando dois terços da população mundial a um quadro jamais visto. Degradação da

qualidade do ar. Desertificação de grandes áreas. Ao mesmo tempo, somos informados sobre a expectativa do aumento da vida média, a melhora das formas de tratamento de várias moléstias, ou o surgimento de tecnologias nas áreas de alimento, medicamentos, informação e transporte.

Trata-se, portanto, de um momento de tensão, em que um otimismo muitas vezes desproporcional convive com um pessimismo igualmente exagerado. Mas, dentro dos quadros traçados, um aspecto é sempre presente. É impossível pensar que será possível se continuar demandando do planeta nas taxas que a espiral de desenvolvimento exige.

114 Como o viciado, que tem que optar entre o prazer do vício e a sobrevivência, a sociedade terá que se posicionar entre os confortos prometidos e a sua própria existência. E para isso é fundamental que o cidadão esteja informado sobre o que estará decidindo. Nesse cenário, a divulgação da ciência alcança uma nova dimensão. O desenvolvimento científico é hoje fundamental para que se compreendam os impactos que as tecnologias avançadas estão produzindo.

Talvez um exemplo seja elucidativo. O DDT, pesticida descoberto na década de 30, foi extensivamente utilizado na agricultura com resultados surpreendentes. Uma verdadeira revolução verde parecia estar se iniciando. No início da década de 60 surgiu um trabalho científico mostrando as sérias implicações na saúde e os efeitos desastrosos do uso do DDT. Somente cerca de dez anos após o conhecimento dos danos que o pesticida produzia é que alguns países proibiram o seu uso. Os Estados Unidos foi um desses países, mas continuou a produzi-lo para a exportação para países do chamado Terceiro Mundo. Aqui vemos que o uso de uma descoberta científica, antes de totalmente testada, pode levar a um problema de grande escala. E vemos também que, apesar de constatado o efeito tóxico do DDT, as indústrias químicas continuaram a produzi-lo, visando a um lucro imediato, sem considerar as implicações

decorrentes do uso do DDT em uma escala de tempo maior. Para corrigir a contaminação, o preço é muito maior do que o lucro.

Um outro exemplo histórico de como o conhecimento de certa época pode levar a um colapso dos recursos naturais quando se pensa em uma escala de tempo expandida ocorreu quando do

surgimento das primeiras cidades, na Mesopotâmia. O gradual aumento da população de assentamentos na região dos rios Tigre e Eufrates levou ao surgimento das primeiras cidades e à necessidade de aumento da produção de alimentos, controlada por um poder central. Em Ur III, por exemplo, foi preciso aumentar a irrigação dos solos para dar conta do aumento da produção. Gradualmente o nível do lençol freático subiu e lentamente o solo aumentou o teor de sal. O conhecimento na época não dava conta de uma explicação e durante alguns séculos Ur III foi adaptando os cereais cultivados até o esgotamento total do solo, por volta de 2.000 a.C. O que foi, na época, uma solução para o aumento da demanda, acabou levando à desertificação de uma extensa área. Hoje, mais de 40 séculos depois do declínio, quando olhamos as fotografias do que foi o Crescente Fértil, berço das primeiras cidades, estranhamos o aspecto desértico.

Aqui se abre o importante papel que a divulgação da ciência está assumindo. A sociedade, por meio de seus cidadãos, terá que optar pelo não uso de tecnologias que se mostram interessantes em prazos curtos, mas que podem trazer sérios problemas no futuro. A lógica que rege os pactos internacionais, como o Protocolo de Quioto, é

Como o viciado, que tem que optar entre o prazer do vício e a sobrevivência, a sociedade terá que se posicionar entre os confortos prometidos e a sua própria existência. E para isso é fundamental que o cidadão esteja informado sobre o que estará decidindo. Nesse cenário, a divulgação da ciência alcança uma nova dimensão. O desenvolvimento científico é hoje fundamental para que se compreendam os impactos que as tecnologias avançadas estão produzindo.

insatisfatória. Não se pode pensar em transformar em moeda a capacidade de degradação do meio. Uma nova lógica deverá surgir. Um pensamento que leve a se abrir mão de grandes promessas de conforto e lucro, mas que comprometem o futuro da espécie humana.

Assim como no século XVIII Jean-Jacques Rousseau propôs um Contrato Social que normaliza as relações sociais implicando em restrições, assim como Michel Serres (1991), mais recentemente, na década de 90, advertiu sobre a urgência de se pensar em um Contrato Natural, em que o homem tecnológico teria que firmar com o meio ambiente a fim de preservá-lo e de evitar alguma catástrofe global, agora se apresenta de forma muito clara a necessidade de um Contrato Tecnológico, em que a sociedade, cientificamente orientada, poderá dizer se pretende ou não utilizar as benesses que são ofertadas pelas tecnologias revolucionárias.

116

Serres (1991) analisa o quadro atual:

Cientistas, administradores, jornalistas... Tudo acontece como se os três poderes contemporâneos, entendendo por poderes as instâncias que em parte alguma encontram contrapoderes, houvessem erradicado a memória de longo prazo, tradições milenares, experiências acumuladas pelas culturas que acabam de morrer ou que estas potências matam... Estamos diante de um problema causado por uma civilização que já está aí há mais de um século, gerada pelas longas culturas que a precederam, infligindo danos a um sistema físico com a idade de milhões de anos, flutuante e contudo relativamente estável em variações rápidas, aleatórias e multisseculares, diante de uma pergunta angustiante cujo principal componente é o tempo... Mas nós propomos apenas respostas e soluções de prazo curto, porque vivemos em prazos imediatos, dos quais tiramos o essencial do nosso poder. Os administradores mantêm a continuidade, a mídia a cotidianidade, a ciência é o único projeto de futuro que nos resta.

E se pergunta: “Como ter sucesso em um empreendimento de longo prazo com os meios de prazo curto?”

Vários filósofos e historiadores atuais (Hobsbawm, 1995; Fernández-Armesto, 1999; Sevcenko, 2001) vêm na velocidade das transformações tecnológicas a perda das referências do passado que levam a um quadro em que tudo é presente e em que não há compromisso com o futuro, pois não se tem como pensar o futuro. Todos os questionamentos remetem aos problemas causados pelo uso extensivo de tecnologias pouco testadas ou pouco compreendidas que são disponibilizadas rapidamente por razões de mercado.

A divulgação da ciência na atualidade assume um papel político de maior abrangência, pois somente a partir da conscientização da sociedade será possível pensar em outros modelos que não estejam pautados nas idéias de progresso e de desenvolvimento na forma como eles têm sido pensados. O maior conhecimento que a ciência pode trazer, se devidamente socializado, contribuirá para uma nova visão de mundo em que o futuro é decorrência de ações do presente. Muitas ações possíveis no presente poderão ter implicações desastrosas no futuro e não deverão ser realizadas, mesmo que tragam aparentes vantagens e lucros imediatos.

117

Esse Contrato Tecnológico só poderá ser pensado se, por um lado, a sociedade tiver a informação necessária para poder optar, e se, por outro lado, as diferentes nações aceitarem as restrições que surgirão dele. Não se poderá de forma alguma pensar no futuro da humanidade em termos de um grupo de interesses. Nesse quadro a divulgação da ciência assume um papel político da mais alta relevância, pois será a partir da pesquisa científica que se poderá saber os limites da aplicação de determinadas descobertas. E para que isso ocorra será fundamental que a sociedade esteja informada e esteja capaz de abrir mão de avanços que trazem conforto em curto prazo.

Esse quadro aponta para a necessidade crescente de investimentos na área da ciência para que se possa, com maior responsabilidade, selecionar tecnologias que poderão ser disponibilizadas sem o risco

de uma perda crítica em uma escala de tempo mais longa do que o imediatismo cotidiano. Um pacto tecnológico não é um caminho de renúncia ao conhecimento. Antes pelo contrário: é uma opção de maior responsabilidade com gerações futuras tendo como base o conhecimento presente.

BIBLIOGRAFIA

SERRES, M. *O contrato natural*. Rio Janeiro: Ed. Nova Fronteira, 1991.

HOBSBAWM, E. *Era dos extremos: o breve século XX*. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

118 FERNÁNDEZ-ARMESTO, F. *Milênio (Millenium)*. Rio de Janeiro: Ed. Record, 1999.

SEVCENKO, N. *A corrida para o século XXI*. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

.....

Ciência para os jovens: falar menos e fazer mais

Isaac Roitman

.....

Educação: uma preocupação permanente

119

Na hierarquia dos problemas nacionais, nenhum sobreleva em importância e gravidade ao da educação. ...todos os nossos esforços, sem unidade de plano e sem espírito de continuidade, não lograram ainda criar um sistema de organização escolar à altura das necessidades modernas e das necessidades do país. Tudo fragmentado e desarticulado.

(Manifesto dos Pioneiros da Educação, assinado em 1932, por 26 educadores e intelectuais, entre eles Anísio Teixeira, Cecília Meireles, Fernando de Azevedo, Roquete Pinto e Júlio de Mesquita Filho).

Passados 73 anos do seu lançamento, as afirmações do Manifesto acima referidas, guardam ainda muita semelhança com a situação da educação brasileira na atualidade, especialmente no que diz respeito à forma desarticulada e fragmentada das políticas educacionais. No entanto, se, naquela época, as recomendações dos nossos pioneiros da educação tivessem sido seguidas, certamente estaríamos hoje melhor preparados para atender à demanda crescente por novas capacitações e conhecimentos, a fim de acompanhar as rápidas mudanças que estão ocorrendo na sociedade, decorrentes principalmente do advento das novas tecnologias. Sendo assim, em que pesem as dificuldades do

quadro presente, as medidas para promover a educação de qualidade em todos os níveis devem merecer a atenção das autoridades governamentais e de toda a sociedade. Algumas dessas medidas já têm mostrado muito bons resultados, e devem, sem mais tardar, serem reproduzidas em grande escala, para o benefício de uma parcela maior da população.

No Brasil, o sistema de pós-graduação (cursos de mestrado e doutorado) tem-se mantido em um patamar de qualidade reconhecida. No entanto, esse não é o caso dos demais níveis de ensino. Avaliações periódicas conduzidas nos últimos anos vêm constatando uma queda na qualidade da educação nos níveis fundamental e médio. Um exemplo recente dessa situação foi o baixo desempenho dos estudantes de nível médio, na avaliação Programme for International Student Assessment, (Pisa/OECD). Essa não é certamente a posição esperada de um país que dispõe de excelentes centros de pesquisa matemática, reconhecidos internacionalmente. De modo geral, os egressos do ensino médio entram para os cursos universitários bastante despreparados, pois por muito tempo foram submetidos a um processo educacional ultrapassado, focado no treinamento do aluno para passar nas provas, sem valorizar o desenvolvimento de sua capacidade crítica e criativa. O mesmo pode ser dito da situação da escola de nível infantil e fundamental, especialmente na rede pública.

O reconhecimento da importância do papel da educação na sociedade tem mobilizado os governos de quase todos os países do mundo no sentido de implementar políticas para o seu desenvolvimento. Entre nós também não foi diferente, e muito tem sido feito em prol da melhoria da educação em nosso País, principalmente a partir da última década. No entanto, dada a dimensão do problema e a complexidade dos fatores envolvidos na questão, os resultados positivos alcançados ainda não estão longe para mudar o panorama geral da educação.

Essa falta de visibilidade de resultados é desalentadora para os muitos que labutam na área de educação. Encontramo-nos diante de

um quadro de imensa desigualdade social, com uma parcela considerável da população marginalizada, sem condições dignas de moradia, nem acesso a serviços de educação e saúde de qualidade, sendo muitas vezes exposta aos riscos de ambientes marcados pela violência. Nesse contexto, a educação de qualidade surge como a única saída para livrar o indivíduo do círculo vicioso em que se encontra, na medida em que promove a conscientização dos seus direitos de cidadão, resgata a sua auto-estima, além, evidentemente, de desenvolver competências e habilidades para que lhe possam ser úteis no campo profissional.

A importância da educação científica nos dias de hoje

A segunda metade do século XX foi marcada pelo grande avanço na produção de novos conhecimentos e na introdução de novas tecnologias, que alteraram radicalmente os padrões estabelecidos até então, e resultaram em mudanças de amplitude global em todos os setores da sociedade. Nesse novo contexto, cresce cada vez mais a importância do papel da educação e da pesquisa científica e tecnológica para atender às necessidades e oportunidades que se apresentam a cada momento. Os instrumentos criados pelas novas tecnologias dependem essencialmente de recursos humanos capacitados para acessar informações e transformá-las em conhecimento e inovação.

121

A educação científica tem a função de desenvolver o espírito crítico e o pensamento lógico, a desenvolver a capacidade de resolução de problemas e a tomada de decisão com base em dados e informações. Além disso, é fundamental para que a sociedade possa compreender a importância da ciência no cotidiano. Ela também representa o primeiro degrau da formação de recursos humanos para as atividades de pesquisa científica e tecnológica.

O documento “Declaração sobre Ciência e o Uso do Conhecimento Científico” (Unesco/Budapeste/1999), afirma também:

- A educação científica, no sentido amplo, sem discriminação e englobando todos os níveis e modalidades, é um pré-requisito fundamental para a democracia e para assegurar-se o desenvolvimento sustentável.
- Os professores de ciências de todos os níveis e as pessoas envolvidas na educação científica informal, devem ter acesso a uma constante atualização dos seus conhecimentos, para maximizar a sua atuação nas atividades educacionais.
- Novos currículos, metodologias de ensino e recursos, levando em conta o gênero e a diversidade cultural, devem ser desenvolvidos por sistemas nacionais de educação, em reação às necessidades educacionais em mudança na sociedade.
- As instituições educacionais devem fornecer educação científica básica aos estudantes de outras áreas que não ciências. Devem também fornecer oportunidades para a aprendizagem contínua (por toda a vida) no campo das ciências (Agenda para Ciência – uma base de ação).

122

A educação científica no Brasil

A comunidade científica do nosso País sempre reconheceu a importância da educação científica, e muito tem feito para colaborar no sentido de que sejam ampliadas as oportunidades para a formação e treinamento de jovens nessa área.

Muitas das iniciativas para a melhoria da educação e fortalecimento do seu componente científico, ou partiram dessa comunidade, ou tiveram a participação ativa da mesma, por meio de suas entidades representativas, como a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), a Academia Brasileira de Ciências (ABC), além de muitas outras sociedades científicas. Um exemplo importante dessas iniciativas foi, sem dúvida, a criação da Universidade de Brasília, na década de 60, que, sob o comando de Anísio Teixeira, Darcy Ribeiro

e mais um seletor grupo de cientistas, teve como principal objetivo transformar o obsoleto sistema universitário brasileiro. A experiência serviu de modelo para a inauguração de uma nova fase para universidades públicas do País.

O florescimento das atividades de pesquisa tem atraído o interesse de um número cada vez maior de alunos de graduação, os quais, com o incentivo das bolsas de Iniciação Científica oferecidas por agências de fomento, tiveram oportunidade de adquirir maior e melhor conhecimento sobre o campo de estudo escolhido, bem como descobrir sua vocação para seguir carreira como pesquisador. Entre os programas de bolsas de Iniciação Científica, o que mais se destaca é o do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que mantém um programa desse tipo desde a época da sua fundação, em 1951. O programa tem crescido ao longo dos anos, e conta hoje com a participação de 20 mil bolsistas do CNPq, mais cerca de vinte mil bolsistas financiados pelas próprias instituições de ensino, ou por fundações estaduais de apoio/amparo à pesquisa, e ainda 24 mil estudantes voluntários, (sem bolsa), em um total de 64 mil estudantes de graduação ao ano.

123

O crescimento industrial do País, na década de 50, fez aumentar a população urbana de forma muito rápida, sem que o sistema de formação de professores para o ensino de nível fundamental e médio pudesse dar conta de atender à demanda por educadores competentes. A preocupação com a deterioração do ensino de ciências, seja pela carência de profissionais qualificados, seja pela falta de instalações, equipamentos e materiais científicos nas escolas, inspirou, na década de 60, a implantação da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento de Ensino da Ciência (Funbec), com recursos da UNESCO, sob a direção dos cientistas, Isaias Raw e Antônio Teixeira de Souza. Além da produção de material didático para o ensino da ciência, a Funbec produzia também equipamentos médico-eletrônicos. O lucro da venda desses equipamentos era revertido para a produção de material para o ensino da ciência. Essa iniciativa floresceu, na década de 70, com a introdução de

laboratórios portáteis de física, química e biologia, e da coleção Cientistas, em parceria com a Editora Abril, que consistia de 50 *kits* contendo a biografia do cientista, um manual de instrução e material para a realização de experimentos. Nos anos em que o projeto sobreviveu foram vendidos cerca de três milhões de *kits*. A partir de 1980 as atividades foram gradativamente reduzidas. O último suspiro do empreendimento foi à criação da *Revista de Ensino de Ciências*, hoje extinta. Quais seriam as razões da curta vida dessa e de outras importantes iniciativas? Talvez a mais importante seria a nossa dificuldade de conduzir projetos de longo prazo. A cada novo governo surge um surto reformista da educação que se inicia, mas tem morte prematura. A literatura sobre propostas de melhoria da educação, inclusive da educação científica no País, é de tamanho razoável. A dificuldade tem sido transformar idéias e sonhos em realidade duradoura.

A maioria das escolas de ensino fundamental e médio ou não dispõem de laboratórios e instrumentos pedagógicos, ou os mesmos acham-se sucateados. A maioria dos professores de ciência, com honrosas exceções, é despreparada, pois são poucas as oportunidades para cursos de atualização. Tampouco as condições de trabalho e a baixa remuneração são estimulantes. Porém, algumas iniciativas para transformar essa realidade estão sendo implantadas com sucesso e merecem ser amplamente conhecidas e apoiadas, para que não sejam descontinuadas como tantas outras, são elas:

I. Coordenação de Aperfeiçoamento de Professores de Ensino Médio e Profissional (Capemp/MEC). Uma iniciativa com potencial para contribuir fortemente para a melhoria da educação do ensino médio, foi a recente criação, no âmbito do Ministério da Educação, da Capemp. O aporte de recursos para essa agência certamente permitirá um salto qualitativo no aperfeiçoamento do corpo docente de nível médio, a exemplo do que ocorreu com a Capes no ensino público superior.

2. Iniciação Científica Júnior (ICJ). O sucesso dos resultados alcançados com o Programa Institucional de Iniciação Científica do CNPq (Pibic), para estudantes de graduação, estimulou a implantação de um programa semelhante para estudantes de nível médio e profissional, o ICJ. O programa é oferecido aos jovens nas instituições de ensino superior ou em centros/institutos de pesquisas, onde a cada aluno bolsista são apresentados os fundamentos da metodologia científica, por meio do acompanhamento e desenvolvimento de projetos de pesquisa, sob a orientação de um pesquisador experiente. O programa foi implantado em 2003, em uma parceria entre o CNPq/MCT e fundações de apoio/amparo à pesquisa, e já atende a todos os Estados da Nação, com a distribuição de 4.319 bolsas. Esse programa deverá crescer rapidamente, graças aos impactos altamente positivos que vem alcançando desde a sua implantação. Uma das características do programa é a sua grande capilaridade social, pois é dirigido principalmente à comunidade de estudantes da rede pública, oriunda, em grande parte, das camadas da população de baixa renda.
3. Projeto ABC na Educação Científica – A Mão na Massa. Esse projeto, de iniciativa da Academia Brasileira de Ciências, tem dimensão internacional e conta com a participação de várias instituições sob a coordenação do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) de São Carlos. O projeto tem como principal objetivo oferecer condições aos alunos de 5 a 10 anos de idade, para que possam articular o conhecimento científico, o desenvolvimento de habilidades e competências e o domínio da língua oral e escrita. O projeto foi implantado em 2001 e conduzido, em escolas de São Paulo (capital), São Carlos (SP) e Rio de Janeiro.
4. Núcleo de Ciência. Criado em 2002, o programa procura identificar, estimular e desenvolver potencialidades e habilidades de crianças e adolescentes nas diversas áreas do conhecimento científico, uma vez que muitas crianças tendem a apresentar, desde muito cedo,

aptidão para uma determinada profissão. Ele é conduzido pelo Núcleo de Ciência da Universidade Federal da Bahia e Escola e a Ananda – Centro de Estudos. Apesar de recente, já são visíveis os seus resultados. O programa lançou uma série de livros denominada “Novos Construtores”, cujos autores são estudantes do ensino fundamental. Fazem parte da coleção os seguintes temas: mecânica, genética, educação, terapia familiar, fisioterapia, sociologia e automóveis do Brasil.

Comentários finais

Para a melhoria de qualidade da educação científica em um contexto de grande velocidade dos avanços científicos e tecnológicos é imprescindível que tenhamos:

126

A maioria das escolas de ensino fundamental e médio ou não dispõem de laboratórios e instrumentos pedagógicos, ou os mesmos acham-se sucateados. A maioria dos professores de ciência, com honrosas exceções, é despreparada, pois são poucas as oportunidades para cursos de atualização. Tampouco as condições de trabalho e a baixa remuneração são estimulantes. Porém, algumas iniciativas para transformar essa realidade estão sendo implantadas com sucesso e merecem ser amplamente conhecidas e apoiadas, para que não sejam descontinuadas como tantas outras.

1. Formação de professores para o ensino de ciências com capacidade de atualização permanente.
2. Alterações profundas nas metodologias pedagógicas e criação de instrumentos pedagógicos de forma dinâmica.
3. Condições apropriadas para a execução dos projetos pedagógicos.
4. Reconhecimento social dos professores com progressão de carreira baseada

em indicadores de mérito. Esses quesitos não poderão ser alcançados sem uma política de Estado e ações de longo prazo.

Em adição, o incentivo a projetos e ações inovadoras é fundamental. O incentivo às Olimpíadas, que envolvem estudantes de diferentes níveis, é importante. O impressionante salto que as Olimpíadas de Matemática obteve em 2005, com a participação de mais de dez milhões de estudantes, é um fato empolgante. As iniciativas do ensino e prática do xadrez nas escolas merecem multiplicação. A implantação do projeto Oficinas de Ciências e Artes (OCAs) não pode ser adiada. Essas oficinas contariam com equipes de professores e monitores (jovens estudantes universitários) e técnicos que, em espaços bem equipados, receberiam alunos e professores de escolas em sua vizinhança para realizar oficinas e experiências em artes e ciências. Temos recursos humanos de excelente qualidade. Temos idéias inovadoras. É hora de dar um salto. Não temos argumentos para não cumprirmos com o nosso dever com as futuras gerações.

.....

Aumentando o conhecimento popular sobre a ciência

Iván Antonio Izquierdo

.....

Nos países mais avançados, o público está bastante a par dos principais conhecimentos científicos. Disso se encarrega a educação primária, secundária e universitária, e também a mídia. Esses segmentos da sociedade vêm fazendo isso há décadas; em alguns casos (Inglaterra, Alemanha, França), séculos. Isso faz com que a ciência nesses países seja aceita e estimulada pela população por meio de seus representantes. Em consequência, o desenvolvimento tecnológico desses países é alto já que, como sabemos, ele se fundamenta na ciência. Só aparece e floresce a tecnologia em meios em que existe ciência, e da interação entre ambas surge um processo de mútua retroalimentação do qual resulta o desenvolvimento econômico. A economia, cada vez mais, e de maneira mais visível, fundamenta-se na tecnologia e depende dela.

129

No Brasil, o público conhece pouco sobre ciência. A parcela da população brasileira que sequer lê notícias sobre ciência é muito baixa. Quando as pessoas lêem ou quando alguém lhes apresenta alguma notícia científica, as pessoas acham que estamos nos referindo a algum país estrangeiro. Em uma pesquisa recente, realizada em janeiro entre 50 funcionários e alunos de pós-graduação de duas universidades brasileiras, perguntei “em que país foram feitas mais pesquisas de

Nos países mais avançados, o público está bastante a par dos principais conhecimentos científicos. Disso se encarrega a educação primária, secundária e universitária, e também a mídia. Esses segmentos da sociedade vêm fazendo isso há décadas; em alguns casos (Inglaterra, Alemanha, França), séculos. Isso faz com que a ciência nesses países seja aceita e estimulada pela população por meio de seus representantes.

ponta nos últimos seis meses?"; as respostas foram, pela ordem: Estados Unidos, Japão, China, Argentina, Rússia. Nem sequer essa ordem condiz com a realidade. Em termos de produção científica e tecnológica, a ordem verdadeira é: Estados Unidos, Inglaterra, Alemanha, França, Japão. Logo a seguir vêm Canadá, Austrália, Itália e

130

os países escandinavos. Na América Latina, a produção brasileira é maior que a da Argentina, que por sua vez é superior à do México, que está na frente da Rússia.

Persiste, no Brasil, uma crença generalizada de que “ciência é coisa do primeiro mundo”; ou, pelo menos, alheia ao País. Ignora-se, ou não é levada a sério, a ciência feita no Brasil.

Isso desestimula nossos legisladores, governadores, ministros e autoridades em geral a promover nosso desenvolvimento tecnológico. Como a palavra “ciência” designa uma coisa exótica ou ignorada, não dá votos. Isso cria um círculo vicioso de menosprezo de nosso próprio País, que é visto assim como irremediavelmente atrasado e subdesenvolvido; algo assim como um país condenado por sua incapacidade intrínseca de ocupar os últimos degraus entre as nações, exceto no referente a futebol ou samba.

Inerente ao problema é nossa longa tradição de baixa auto-estima. Até os anos 30, a maioria dos clubes de futebol não incluía jogadores negros porque os dirigentes e o público branco pensavam que eram esportiva ou animicamente inferiores. A miscigenação era vista então como um defeito congênito, como algo infelizmente inevitável, algo

intrínseco ao Brasil, e não como uma fonte de riqueza social, cultural, estética e esportiva. Quando muito, o negro era visto como uma figura ridícula, desengonçada, ignorante, de olhos sempre arregalados, que não sabia falar direito; assim, criou-se uma espécie de arquétipo negativo para a algaravia geral e endosso do racismo, e popularizou-se essa imagem no rádio, nos filmes, e mais tarde na televisão. Só nos últimos poucos anos apareceram nas novelas negros ou negras representando pessoas reais, com ambições e problemas como tem qualquer ser humano, seja qual for sua cor.

Em resposta à procura, a mídia acrescentou ao negro outras figuras também da classe não-proprietária, representadas por indivíduos ridículos e/ou, em teoria, de poucas luzes. Glorificou-se o gaiato, o matuto, o ignorante, o que não sabe falar direito; melhor, demonstram possuir o famoso “jeitinho”. Ou ser malandros, arteiros, ardilosos. Ou, inclusive, debochados, mal-intencionados, sem-vergonhas, corruptos, prepotentes. Predominam nas novelas as figuras desse tipo. Tudo isso ajuda a manter nossa auto-estima baixa como povo, já que dissemina a idéia de que somos um conjunto de pessoas ignorantes e absurdas, mais ou menos indignas de respeito, e certamente incapazes de gerar criações intelectuais de vulto.

Além disso, e em parte como consequência disso, existe no Brasil um profundo e generalizado menosprezo pela cultura, praticado por meio da burla ou da zombaria. Concentram-se esforços na promoção da cultura dita popular às expensas da cultura e do conhecimento reais. O povo é quase que sistematicamente ensinado a rir daquilo que não é cultura popular, e a adorar o que lhe impingem como tal.

Isso implica na falta de consciência da inserção do Brasil no mundo ocidental, e explica essa falta de consciência. Errada e reiteradamente postula-se que o País representa “uma nova civilização nos trópicos”, o qual implica o desconhecimento do que seja realmente uma civilização e do que sejam os trópicos. Civilizações foram a greco-romana, a

chinesa, a japonesa; civilização é hoje em dia esta em que vivemos, a chamada ocidental. A ela pertencem muitos países, cada um com hábitos e costumes próprios. Poder-se-ia até falar em “cultura brasileira” como uma variante da civilização ocidental com características próprias, assim como se fala na “cultura francesa” ou na “cultura inglesa”. Mas, dentro da civilização ocidental, o Brasil ainda não fez nada comparável ao que fizeram os gregos e os romanos, ou, em seu momento, os assírios ou os egípcios, como para se atrever a ostentar o título de criador de uma nova civilização. Aceitar isso equivale a endossar a postulação do Brasil como país exótico, país da eterna improvisação, do sexo fácil, da vida fácil, do malandro ou do aproveitador; é insinuar que tudo isso pode ser um modelo, derivado basicamente do abuso sexual das escravas pelos patrões durante uma fase que durou tempo demais. Equivale também, como é óbvio, a tapar o sol do atraso com a peneira do faz-de-conta, do *wishful thinking*.

Quem pensa no Brasil como possuidor de uma civilização própria ignora que falamos e escrevemos em uma língua européia derivada do latim, não uma língua autóctone; que desde a exploração do café até o futebol, utilizamos técnicas e regras importadas; que nossa cultura, nossa economia e nossa vida política estão desenhadas nos moldes europeus. Ignora também que nossa música deve bastante à Europa, e, mais ainda à África e aos Estados Unidos, quando não aos países vizinhos. Portugal, Itália, Alemanha, França, Espanha, Inglaterra e Estados Unidos estão dentro de nós, com a África e com um pouco de nossos índios; destes incorporamos pouco mesmo, pouco demais. Com eles já praticamos o genocídio e hoje praticamos o desprezo legal; uma espécie de *apartheid* embaixo de um manto aparentemente benevolente.

Que fazer?

Para aumentar o conhecimento e conscientização popular sobre a ciência, devemos preparar nosso povo; coisa que demandará gerações, mas cujo começo pode ser já.

Primeiro, devemos fazer com que os brasileiros leiam mais. Alfabetizar mais profundamente e melhor; hoje, 80% dos brasileiros são alfabetizados, mas, deles, só 30% lêem jornais ocasional ou diariamente, e 80% jamais lêem ou lerão um livro. Ou seja, atualmente 20% da população não lêem nada, 56% lêem pouco, e 84% não lêem livros. Só 16% da população estão realmente em condições de ler sobre ciência ou qualquer outro assunto. Sem público-alvo, não há campanha que funcione...

Em segundo lugar, incentivar a noção de que o Brasil não é um país único, ímpar e diferente dos demais, mas é, pelo contrário, um país que está profunda e vigorosamente inserido no mundo a que pertencemos; em particular na América Latina que nos rodeia e, queiramos ou não, nos condiciona. Como todos os demais países de ocidente, e não menos do que ninguém, o Brasil partilha não só do uso, senão principalmente a defesa, da civilização a que pertencemos, e das culturas que nos são próprias.

Quando necessário, devemos incentivar essa inserção, a começar pela integração sul-americana. A falta de auto-estima ocasiona no Brasil arroubos chauvinistas como forma de auto-afirmação. Quando se trata dos países vizinhos, muitos brasileiros emitem de forma quase automática a palavra “hegemonia”, que sem dúvida espanta os interlocutores. A palavra denota uma espécie de expectativa permanente de algum jogo importante da seleção de futebol. Alguém famoso que me permito não respeitar intelectualmente, tão desavisado como aquele que falou da “nova civilização nos trópicos”, disse por sua vez que “a seleção é a pátria de chuteiras”. Que triste, que pobre seria o Brasil se isso fosse realmente verdade. Reduzir o conceito grandioso de pátria, um território enorme habitado por quase duzentos milhões de pessoas e com uma história tão rica como sua geografia, ao desempenho em um esporte ou em outro. Eu prefiro a frase de Monteiro Lobato, um homem que respeito muito tanto humana como intelectualmente: “uma nação se faz com homens e

livros”, e ser consciente de que, no Brasil, a maioria dos livros está ainda por ser escrita.

É preciso conscientizar nossas classes políticas e a nossa mídia desses problemas, e de que o culto reiterado e semipermanente do exotismo e a prática nem sempre ocasional do chauvinismo (também chamado de ufanismo), não ajudam à integração; e de que sem integração não há futuro. Ambos os problemas são na verdade bastante banais, mas não é bom dissimulá-los sob um manto de sorrisos. Esse é um hábito nacional que aqui não serve; trata-se do futuro do Brasil, não de um olhar retrospectivo sobre um passado digno de dissimulado.

E, além disso, e depois disso?

134

Mas além dessas medidas de índole geral que dizem respeito a que tipo de habitantes de ocidente queremos ser, há medidas específicas que devem e podem ser adotadas em termos de educação primária e secundária.

Dever-se-ia incluir na escola de primeiro grau, desde a I^a série, como parte integrante dos programas letivos, noções sobre o valor da ciência para a vida cotidiana das pessoas e do País em geral, em termos de saúde, transporte, alimentação, da economia em geral, da economia regional, etc. Para instrumentar isso, dever-se-iam criar manuais ou livros de texto apropriados, com participação de cientistas brasileiros; talvez recrutados pela Academia Brasileira de Ciências, em conjunto com o CNPq.

Dever-se-iam promover, também, quando possível, palestras e seminários nas escolas, a cargo de cientistas de nosso meio.

Nas escolas, pode-se utilizar muito bem a informação da mídia para fundamentar essas aulas ou palestras. A informação existe e está em geral disponível; só que, como vimos, poucos brasileiros a lêem; as escolas poder-se-iam encarregar de difundi-la. Encontra-se esse tipo de informação na TV (*Globo Ciência*, etc.), jornais e revistas.

Devemos incentivar os professores da escola primária e secundária a ler e aprender o que dizem revistas como *Ciência Hoje*, *Discovery*, *Galileu*, *Superinteressante*, etc., onde sempre aparece material a ser discutido com os alunos, desde a 1ª série do 1º grau até os cursos superiores. Esse material é geralmente de conhecimento geral entre estudantes dos países mais desenvolvidos; conhecê-lo é parte de sua cultura. Entre nós, pelo contrário, é impressionante o desconhecimento do resto da ciência e da cultura observável entre muitos alunos até de pós-graduação.

E também seria importante convidar cientistas para descrever, em poucas palavras, a pesquisa que está sendo feita no Brasil. Tratar-se-ia de gravar essas entrevistas e difundi-las nas escolas, colégios e universidades. Os estudantes dos diversos níveis teriam, assim, a oportunidade de conhecer em primeira mão o que se faz aqui.

135

Há muita pesquisa boa e importante feita no País. Há muitas áreas das ciências em que estamos na frente. Nem tudo no Brasil está mal nem é um desastre; na área da saúde, na física, nas matemáticas, há talvez ainda poucos, mas, sem dúvida, excelentes cultores da ciência de primeira linha em nosso País. Todo esse material poderia ser incluído nos planos de estudo como um renovado “Estudo dos Problemas Brasileiros”. O subdesenvolvimento baseado na ignorância é um dos problemas brasileiros mais prementes: está freando nosso desenvolvimento e nossa realização como país! E certamente o descaso e desinteresse em relação à ciência em geral, e à ciência feita no País, em particular, são uma manifestação assustadora e perigosa desses problemas.

Não é empurrando os problemas brasileiros para baixo do tapete e gritando “Brasil” que vamos a solucioná-los. É função desta geração fazê-lo. Somos um país já não tão novo, e ainda pobre; não podemos continuar protelando a tarefa de solucionar nossos problemas. Hoje em dia, ficar atrás dos outros, como nação, pode significar uma defasagem que talvez não seja contornável em poucas décadas. Entre os problemas brasileiros grandes que temos que solucionar estão o tamanho ainda

pequeno de nosso parque científico e tecnológico, e o relativo desconhecimento que dele tem a população como um todo; o qual é um empecilho básico para seu desenvolvimento e a conseqüente redução de nossa dependência econômica.

.....

Educação científica para quê?

José Goldemberg

.....

Educação científica não pode ser discutida fora do contexto geral da educação no Brasil. A tentação existe, é claro, de pensar que se fosse dada uma grande ênfase à educação científica, mais talentos seriam descobertos entre os jovens o que eventualmente nos levaria a conquistar um Premio Nobel. Isso ocorre, como se sabe com o futebol: esse esporte é tão praticado entre os jovens que acaba levando à descoberta de jogadores com talento excepcional para essa atividade.

137

Pensar educação científica dessa forma, e como um passaporte para a modernidade, é, contudo, incorreto. O que precisamos no Brasil é uma educação básica de melhor qualidade em todas as áreas do conhecimento e não necessariamente em ciências. Essa é a única forma de preparar os jovens, quer para o mercado de trabalho, quer para os problemas que irão enfrentar mais tarde.

É por essa razão que a Convenção (Assembléia Nacional) que se instalou logo após a Revolução Francesa – que derrubou a Bastilha e Luiz XIV – decidiu que se criaria na França um sistema de educação básico universal que daria acesso a todos os cidadãos. Demorou quase cem anos para que esse ideal fosse atingido, mas não há hoje um vilarejo da França que não tenha sua escola primária bem-instalada com pro-

fessores bem pagos à qual todas as crianças freqüentam pelo menos por cinco anos. O mesmo acontece nos demais países da Europa e dos Estados Unidos.

Essas escolas não têm necessariamente laboratórios de ciências, mas ensinam o suficiente de matemática, noções de ciências, geografia, história e literatura para tornar os jovens capazes de entender o mundo em que vivem e, sobretudo, tornarem-se cidadãos e a votar, escolhendo com algum critério seus governantes.

A segunda metade do século XX alterou um pouco essa visão humanista da educação devido às enormes revoluções tecnológicas que ocorreram no período, condicionando o progresso econômico ao domínio dessas tecnologias (informática, energia nuclear, telecomunicações e processos modernos de fabricação).

138

Diversos países onde a educação básica era tradicionalmente boa, como o Japão, conseguiram incorporar rapidamente esses progressos tecnológicos e tornaram-se grandes nações industriais. Já países onde essa base educacional era mais fraca — como o Brasil — tiveram dificuldades em modernizar-se e competir na área tecnológica.

Por essa razão não é conveniente exagerar o significado da educação científica sem atentar para o fato de que ela precisa ser construída sobre uma base real que é a educação básica. É claro que esse não precisa ser um processo linear em que a educação científica tenha que esperar a educação geral para ser introduzida. O processo é dinâmico, sobretudo, na era da “Internet”, em que as crianças em idade escolar aprendem a usar computadores. É desejável também que a educação científica não seja feita apenas no quadro-negro, mas que as escolas tenham laboratórios para que as leis naturais possam ser demonstradas.

As preocupações mais recentes com o meio ambiente estão ajudando nesse sentido: a qualidade do ar, das águas, desastres naturais e até o aquecimento da Terra são tão discutidos na imprensa escrita, no rádio e na televisão que facilitaram a vida dos professores.

Provavelmente inúmeros professores que tinham idéias muito vagas sobre “tsunamis” hoje sabem que eles se originam da acomodação das placas tectônicas – sobre as quais se encontram os continentes – no fundo do Oceano Pacífico.

A má-qualidade do ar em São Paulo é claramente devida às emissões dos automóveis, caminhões e do lançamento de esgotos na Represa Billings, o que a torna inadequada para o suprimento de água à população. As viagens espaciais, as imagens do universo obtidas por meio do telescópio *Hubble* estão revolucionando novas idéias cosmológicas a cada dia que passa. Mais do que isso, contudo, a aceitação da teoria da evolução de Darwin até pela Igreja Católica, que passou a considerar a Bíblia não como a própria verdade, mas como uma indicação do que ocorreu no passado, é provavelmente a maior das conquistas científicas do século XX.

139

Tudo isso se constitui em educação científica que é feita fora da escola, mas que complementa o que se ensina nos bancos escolares.

Pensar em educação científica apenas como um método de preparar uma força de trabalho melhor, para produzir mais, corresponde a uma visão empresarial que pode funcionar a curto prazo, mas que sofre de um problema básico: é possível adestrar toda uma geração a adotar certas tecnologias, mas à medida que a tecnologia evolui essa geração terá dificuldades em absorvê-la. Já uma população com educação básica sólida em várias áreas, sem muita especialização, estará mais bem preparada para adaptar-se às mudanças tecnológicas que estão ocorrendo com frequência cada vez maior.

Diversos países onde a educação básica era tradicionalmente boa, como o Japão, conseguiram incorporar rapidamente esses progressos tecnológicos e tornaram-se grandes nações industriais. Já países onde essa base educacional era mais fraca – como o Brasil – tiveram dificuldades em modernizar-se e competir na área tecnológica.

.....

A premência da educação científica

José Mariano Amabis

.....

Em seu livro *Ciência e Valores Humanos*, publicado originalmente em 1956, o matemático e filósofo polonês Jacob Bronowsky (1908-1974) fez o seguinte alerta para a necessidade da educação científica:

141

. . .devemos tremar sempre que ouvimos um homem de sensibilidade considerar a ciência como um assunto que pertence a outra pessoa. Hoje em dia, o mundo é feito, é potenciado, pela ciência, e qualquer pessoa que abdique de seu interesse por ela caminha de olhos abertos para a escravidão (Bronowsky, 1979).

Hoje, 50 anos depois, durante os quais a ciência teve um crescimento sem precedentes na história da humanidade, a educação científica da população é uma necessidade ainda mais premente. Cada vez mais as questões ligadas à ciência fazem parte de nosso cotidiano. Temas como transgênicos, conservação ambiental, reprodução assistida, clonagem, energia nuclear, efeito estufa, nanotecnologia, entre outros, extrapolam os laboratórios de pesquisa e as reuniões científicas e são discutidos pela sociedade. Nos dias de hoje, o conhecimento científico afeta de tal forma nossas vidas que é imperativo que todas as pessoas educadas tenham certa compreensão da natureza e dos processos da ciência, e conheçam os principais avanços nas diferentes áreas científicas de

modo a poder aplicá-los com sabedoria. Compreender como a ciência é organizada, sua natureza, seus alcances e suas limitações auxiliam os cidadãos nas tomadas de decisão em uma sociedade tecnológica e os colocam em posição de influenciar que recursos públicos a nação deve destinar à produção de conhecimento científico e a seus desdobramentos tecnológicos. No mundo contemporâneo, a nação que não der prioridade à educação científica de sua população estará comprometendo seu desenvolvimento e o futuro da sociedade.

Esse tipo de reflexão tem levado diversos países a implementar programas educacionais inovadores, visando à alfabetização científica da população. Como exemplo, pode-se citar a iniciativa da American Association for the Advancement of Science (AAAS), a maior sociedade científica do mundo, com mais de 140 mil membros associados e cerca de 300 sociedades científicas e academias de ciência afiliadas. Em 1985, a AAAS deu início a um projeto de longo prazo para reformar a educação em ciências, em matemática e em tecnologia nos EUA. O estopim que desencadeou o projeto foi a constatação do analfabetismo científico da maioria da população norte-americana e da ineficiência do ensino básico vigente em fornecer uma educação de qualidade em ciências e matemática.

142

Nos dias de hoje, o conhecimento científico afeta de tal forma nossas vidas que é imperativo que todas as pessoas educadas tenham certa compreensão da natureza e dos processos da ciência, e conheçam os principais avanços nas diferentes áreas científicas de modo a poder aplicá-los com sabedoria.

A iniciativa da AAAS, intitulada "Projeto 2061: ciência para todos os americanos", propôs-se a desenvolver um conjunto de ferramentas para auxiliar os educadores a redesenhar o currículo escolar de modo a garantir a alfabetização científica das gerações

futuras. Por meio de objetivos claros, o projeto estabelece o que os estudantes devem saber e serem capazes de fazer ao término do ciclo

escolar básico para serem considerados cientificamente educados. Considera-se uma pessoa cientificamente educada aquela

que é consciente do fato de ciência, matemática e tecnologia serem empreendimentos humanos interdependentes com poderes e limitações; que compreende conceitos-chave e princípios das ciências; que está familiarizada com o mundo natural e reconhece tanto sua diversidade quanto sua unidade; que utiliza o conhecimento científico e modo de pensar científico com objetivos individuais e sociais (Rutherford, 1994).

À semelhança do Projeto 206I, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ministério da Educação almejam a alfabetização científica da população, entendendo o estudo de ciência como um empreendimento intelectual e social, cujo principal objetivo é "produzir pessoas que aprendam de modo independente, que pensem de modo racional e crítico, e que tenham uma compreensão profunda das relações entre ciência, sociedade e tecnologia" (MEC, 1999).

143

Uma qualidade que deve ser ressaltada em ambos os projetos citados é a preocupação com a definição clara dos objetivos da aprendizagem e não com os tópicos que devem ser ensinados em uma disciplina particular ou em uma determinada série. A preocupação é com o que os estudantes devem compreender, conseguir fazer e se lembrar quando deixarem a escola, como resíduo do conjunto de suas experiências escolares, e não a de organizar uma lista de tópicos que pretensiosamente resultariam em uma formação científica adequada.

O sucesso da reforma preconizada nos Parâmetros Curriculares Nacionais depende do suporte mútuo entre os diversos componentes do sistema educacional, requerendo materiais de ensino de boa qualidade, ambientes escolar, doméstico e comunitário que valorizem a aprendizagem e, principalmente, professores bem preparados. Nesse sentido, as instituições de ensino superior (IES) terão de implementar reformas estruturais profundas com o objetivo de formar adequada-

mente os professores, tanto no que se refere ao conhecimento científico quanto aos processos pedagógicos.

Os resultados do Exame Nacional de Cursos, realizado até recentemente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), expuseram a precária formação dos graduandos nas áreas de ciências, muitos deles prestes a ingressar como professores do ensino fundamental e do ensino médio. O desempenho nas provas mostrou que muitos formandos não compreendem conceitos fundamentais e princípios básicos da ciência, em um nível que se esperaria fosse do domínio dos concluintes do ensino médio. Tais carências devem envergonhar profundamente nosso sistema universitário, pois mostram que as IES não estão cumprindo seu papel na formação profissional nas áreas científicas. Uma das razões são os currículos tradicionais em que se enfatizam fatos em detrimento da estrutura conceitual da ciência, privilegiando a memorização de informações em lugar do entendimento e da aprendizagem significativa. Nesse contexto, em que o professor atua como um transmissor de verdades estáticas, o estudante raramente pode experimentar o excitamento intelectual envolvido na busca do conhecimento, ou sentir o fervor do questionamento científico. É comum presenciarmos ainda hoje, em pleno século XXI, estudantes de algumas IES tomando notas durante as aulas, com o único objetivo de reproduzir pedaços de fatos por ocasião das avaliações.

Outro fator que contribui para a má-formação científica dos universitários é a ausência de atividade de pesquisa na maioria das IES. A importância de se combinar ensino e pesquisa não deve ser subestimada, pois a prática da pesquisa científica, com todas as suas incertezas e dificuldades, fornece ao estudante certa noção de como funciona de fato a verdadeira ciência, auxiliando-o a se manter distante dos dogmas. Na ausência da atividade de pesquisa, a ciência é, em geral, vista pelos universitários como uma atividade lógica, precisa, impessoal

e autoritária, quando a verdadeira natureza da atividade científica, para quem a vivencia, é ser um processo intuitivo, controverso e profundamente absorvente. Mesmo nas IES públicas, onde existe grande atividade de pesquisa, o ensino raramente se beneficia dela como seria esperado e necessário. É comum, a atividade de ensino, em particular a formação de professores, ser vista como um estorvo à produção científica, eleita extra-oficialmente, com o beneplácito dos órgãos financiadores de pesquisa, como a atividade primordial do professor universitário.

Se a melhoria do ensino de ciências é um empreendimento grandioso para os países desenvolvidos, para nós, é um desafio extraordinário, que demandará pesados investimentos na formação de recursos humanos e no desenvolvimento de instrumentais básicos facilitadores da aprendizagem. Reformas em educação necessitam de longo tempo para frutificar e requerem, além de mudanças na estrutura curricular dos cursos universitários, a formação continuada dos professores em serviço, a assistência permanente às escolas de ensino fundamental e de ensino médio, e processos de avaliação contínuos, como forma de se obter subsídios para ações de intervenção e de valorização das atividades docentes.

Uma análise, mesmo que superficial, desses elementos nos dá uma idéia da dimensão e complexidade da empreitada a ser vencida se quisermos obter progressos na formação científica da população e na produção de profissionais qualificados para suprir a demanda nas diversas áreas científicas e tecnológicas. Além de eleger a educação como prioridade absoluta, os governantes terão de encarar as questões educacionais como política de Estado e não como política de governo, dando continuidade aos programas educacionais independentemente das mudanças na esfera do poder político.

BIBLIOGRAFIA

BRONOWSKI, J. *Ciência e valores humanos*. Tradução de Alceu Letal. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia, Ed. Universidade de São Paulo, 1979.

RUTHERFORD, F. J. *Science for All Americans: project 2061*. 2.ed. rev. Nova York: Oxford University Press, Inc, 1994.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *Parâmetros curriculares nacionais — ensino médio: área de linguagem, códigos e suas tecnologias*. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnológica/MEC, 1999.

.....

Educação em ciência

Leopoldo de Meis

.....

A ciência moderna iniciou-se há cerca de três séculos com os experimentalistas e a descrição do método científico. O método tornou o processo da descoberta muito mais eficiente e confiável propiciando a institucionalização da ciência. Ao longo dos anos, um número crescente de pessoas passou a se dedicar à ciência (Tabela I), não só nas universidades, mas também na indústria, que por sua vez passou a produzir novos artigos rapidamente absorvidos pelo mercado mundial. Trata-se da Revolução Científica que antecedeu a Revolução Industrial iniciada no século XVIII. Desde então, a evolução tecnológica do homem acelerou-se enormemente e as conseqüências práticas da ciência promoveram mudanças que afetaram drasticamente a forma de viver da população mundial. Dois exemplos dessas mudanças são a evolução dos meios de transporte e o crescimento populacional do planeta. Há 6 mil anos, a velocidade máxima alcançada pelos carros de combate da Mesopotâmia, as bigas e trigas, era semelhante à velocidade das diligências construídas nos EUA há 200 anos atrás, não superior a 30km/h. Em menos de dois séculos após as diligências, a nave espacial Galileo, lançada pela Nasa em 1989 em direção a Júpiter, viajou a 70 mil km/h durante seis anos, e ejetou uma sonda na superfície de Júpiter à velocidade de 170 mil km/h.

No início da era cristã, há 2 mil anos, a população mundial estimada era de 300.000 habitantes e a vida média do homem era inferior a 20 anos – os homens idosos eram raros. Esse quadro pouco mudou até o início do século XIX d.C. As descobertas decorrentes da institucionalização da ciência nos últimos 200 anos fizeram com que a expectativa de vida do homem saltasse para a faixa dos 65 a 80 anos e a população mundial aumentou para 6 bilhões de habitantes. O crescimento da fração populacional de idosos nos últimos dois séculos levou a uma mudança de hábitos e costumes sociais. O comportamento e a visão social de pessoas com idade de 60 anos não são os mesmos que os de jovens e de 20 anos. Os avanços tecnológicos no campo da medicina mudaram também conceitos milenares ligados a vivências emocionais do homem. Exemplos são os anticoncepcionais e a inseminação artificial que estão mudando rapidamente os conceitos de paternidade e da maternidade.

A produção maciça de novos conhecimentos, verificada a partir do século XIX, não ocorreu de maneira uniforme no mundo. O rápido crescimento do conhecimento foi, e continua a ser, centralizado em alguns países do hemisfério Norte que produzem 75% do novo saber gerado a cada ano: os EUA, Inglaterra, Rússia, Alemanha, França, Japão, Canadá e Itália. Esses países representam somente 15% da população e neles ocorreu a maior parte das descobertas que promoveram as grandes mudanças dos últimos três séculos. O resto do planeta, 85% da população mundial, produz em conjunto somente 25% do novo saber gerado a cada ano. Há, portanto, uma dicotomia entre as populações do mundo, um pequeno grupo que produz conhecimento de um lado e uma grande maioria que consome conhecimento do outro. A capacidade de produzir novos conhecimentos é um dos fatores determinantes na distribuição atual do poder econômico mundial. Portanto, a centralização da ciência em poucos países favorece o surgimento de tensões econômicas e sociais que dificultam o processo da paz mundial. A dicotomia é agravada pela distribuição assimétrica de jovens no planeta. O cotidiano

da nova era tecnológica requer dos jovens que entram no mercado de trabalho uma formação científica e tecnológica cada vez maior. Os países com maior desenvolvimento científico aprenderam a controlar o crescimento de suas populações (Figura I) o que propiciou uma discrepância crescente entre os jovens que vivem nos países desenvolvidos e os em via de desenvolvimento. O grande desafio para a educação moderna é que “os países de menor desenvolvimento científico são os responsáveis pela educação da maior parcela de jovens do planeta”.

Uma das primeiras escolas de cunho não-religioso que se tem registro foi o Liceu fundado em Atenas por Aristóteles em 335 a.C. Aristóteles transmitia conhecimentos a seus discípulos em preleções teóricas, demonstrações práticas e em casos especiais (filhos de nobres), ensino tutorial. Atualmente, após mais de dois mil anos, ensinamos nas escolas e universidades da mesma forma que no Liceu de Aristóteles, e a ênfase principal do ensino continua sendo a de transmitir ao aluno o maior número possível de informações. Durante muitos séculos, a principal preocupação de educadores era a de ensinar os fundamentos das diversas áreas do saber de forma a tornar o estudante capaz de lidar com qualquer situação em que sua capacidade intelectual se tornasse necessária ao longo de toda sua vida. A isto se chamava “uma educação básica sólida” e até os últimos 150 anos, os ensinamentos necessários para alcançar esse objetivo eram um pouco mais do que exigimos atualmente de nossos jovens ao fim do ciclo escolar básico e podiam ser ministrados por dois ou três professores. Uma das principais características dessa educação era a sua imutabilidade. Os conceitos adquiridos na mocidade permaneciam válidos ao longo de toda sua

A capacidade de produzir novos conhecimentos é um dos fatores determinantes na distribuição atual do poder econômico mundial. Portanto, a centralização da ciência em poucos países favorece o surgimento de tensões econômicas e sociais que dificultam o processo da paz mundial.

vida, uma vez que até o início do século XX o crescimento do saber era muito lento (Tabela I) e, em paralelo ao saber, a variação dos costumes sociais estabelecidos era também muito lenta. A noção de “educação básica sólida”, tal como foi concebida por muito tempo, não é mais condizente como as rápidas mudanças dos tempos modernos. Tornou-se difícil selecionar dentro do vasto repertório de informações disponíveis atualmente, quais as mais importantes para a vida adulta do estudante. O caráter estável do conhecimento desapareceu. Os conceitos científicos mudam continuamente e tornou-se muito difícil avaliar qual será a estrutura da sociedade que um jovem estudante dos dias de hoje irá vivenciar ao chegar à idade adulta.

150

Não ensinamos nas escolas como esquecer formas de pensar que se tornaram ultrapassadas. Seguindo uma tradição milenar, nos preocupamos em fixar na mente do aluno o maior número possível de informações, na suposição que isso lhe permitiria adaptar-se melhor ao mercado de trabalho quando completar sua formação.

Nesse processo, a memorização ocupa lugar de destaque, tanto na escola como na universidade. O conhecimento acumulado pelo indivíduo representa um patrimônio que deve ser preservado da melhor forma possível e, portanto, não ensinamos como esquecer. Isso, porém, não funciona mais atualmente. A frequência com que surgem conceitos novos que invalidam os anteriores é cada vez maior. Torna-se, portanto, necessário, para podermos assimilar o novo sem preconceitos, esquecer parte do que aprendemos, e essa substituição se torna difícil se nos apegamos demais ao que já sabemos.

Pesquisa-se muito pouco em educação em todo o planeta. Essa provavelmente é uma das principais causas da grande discrepância existente entre a produção do saber novo e a forma de como transmiti-lo. A comparação dos índices bibliométricos das diversas áreas do saber mostram o descompasso entre o descobrir e o ensinar. Nas últimas duas décadas, menos do que 0,5% dos artigos científicos

descrevendo novas descobertas estavam relacionados com algum aspecto da educação.

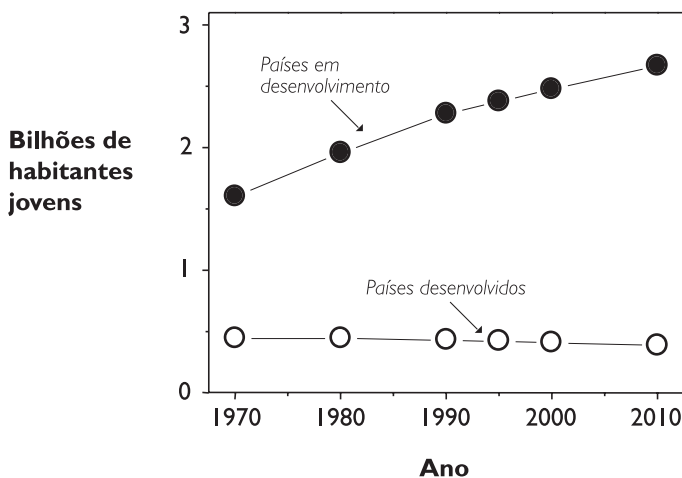
Essa provavelmente é uma das principais causas da grande discrepância existente entre a produção do saber novo e a forma de como transmiti-lo. A busca de novas formas de ensinar costuma limitar-se às faculdades de educação. As noções de pedagogia desenvolvidas nessas faculdades aplicam-se em geral ao ensino escolar e não podem ser aplicadas com igual eficácia a todas as áreas do saber e em todos os níveis da educação, desde a escola até a pós-graduação. Atualmente é imenso o volume das informações que surgem a cada ano e tornou-se necessário que em cada especialidade se desenvolva uma pedagogia também especializada, que torne acessível o conhecimento de sua área de concentração não só aos alunos que freqüentam cursos de sua especialidade, mas também aos estudantes de áreas correlatas. Claro está que a pedagogia ideal seria aquela que permitisse entender com clareza os conceitos básicos de todas as áreas do saber. Tal pedagogia, porém, requer que se desenvolva uma nova forma de lidar com o excesso de informações. Essa, porém, ainda não foi descoberta. O resultado é que infelizmente, com uma freqüência bem maior do que a desejada, o ensino nas escolas e universidade é chato e deixa os estudantes sonolentos, em vez de emocioná-los e estimulá-los para o saber.

Tabela 1 – O aumento exponencial da ciência no século XX

Período	Pesquisadores	Publicações científicas
Durante todo o século XVII	~ 100	Desconhecido
Somente o ano 1900	~2.000	~2.000
Somente o ano 2000	~30.000.000	~ 2.000.000 em revistas indexadas e cerca de 40.000.000 incluindo as revistas não indexadas

Cerca de 5% das revistas científicas publicadas no planeta são indexadas pelo Institute for Scientific Information (ISI). Alguns dos critérios necessários para a indexação são periodicidades na publicação, avaliação dos trabalhos pelos pares (corpo editorial) e, pelo menos, o resumo deve ser escrito em inglês. Os valores do século XVII e XVIII foram estimados por Gascoigne (1992). Entre os pesquisadores incluem-se engenheiros, doutores, mestres e bacharéis que se dedicam à pesquisa conforme a UNESCO, no *Anuário Estatístico* 1998. Para detalhes ver de Méis, 2000.

Figura 1 – Valores estimados da população jovem de 0 a 24 anos do planeta



Fonte: Anuário Estatístico da UNESCO, 1988.

BIBLIOGRAFIA

ASIMOV, I. *Cronologia das ciências e das descobertas*. São Paulo: Editora Civilização Brasileira, 1993.

DE MEIS, L. *Ciência, educação e o conflito humano-tecnológico*. 2. ed. rev. ampl. São Paulo: Editora Senac, 2002.

_____.; LONGO, P. H. The Training of Brazilian Biochemists in Brazil and in Developed Countries: Costs and benefits. *Biochemical Education*, v. 18, p. 182-188, 1990.

DE MEIS, L.; et alii. Science and Art: concepts and misconceptions. *Biochemical Education*, v. 21, p. 195-196, 1993.

DE MEIS, L.; LETA, J. *O perfil da ciência brasileira*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1996.

_____. Modern Science and the Explosion of New Knowledge. *Biophysical Chemistry*, v. 68, p. 243-253, 1997.

GASCOIGNE, R. The Historical Demography of the Scientific Community, 1450-1900. *Social Studies of Science*, v. 22, p. 545-573, 1992.

UNESCO. Instituto de Estatística. Anuário estatístico, 1994. Montreal: UIS, 1998.

.....

Cultura científica na sociedade pós-industrial

Luís Carlos de Menezes

.....

Não há proposta definitiva para a educação ou para o aprendizado científico e tecnológico que não dependa das circunstâncias sociais, econômicas, culturais e políticas, porque a educação deve responder aos projetos e problemas de cada época. A sociedade contemporânea vive uma crise econômica e social, pela exclusão de muitos da vida produtiva, e uma crise de valores humanos, caracterizada por crescente individualismo, banalização da violência e degradação ambiental. Essas crises estão relacionadas uma à outra e à redução das muitas dimensões da vida em sociedade a seu valor comercial de troca. Sob uma perspectiva humanista, a educação científico-tecnológica não deve sucumbir a isso, mas cooperar para que a escola reaja a essas circunstâncias.

155

O Brasil e o mundo vivem uma modernização excludente, pois recursos científico-tecnológicos que poderiam inaugurar uma era de conhecimento e fartura servem especialmente à ampliação do consumo e à concentração de poder. Não se muda isso somente na escola, mas é urgente a revisão da educação herdada da sociedade industrial, para a qual a formação científico-tecnológica no ensino básico era investimento produtivo, concebido para uma divisão de trabalho que, além de injusta, já é anacrônica. É preciso reformular a educação para que

não se restrinja à dimensão produção-consumo e para que possa fazer frente àquelas crises, mas para isso é preciso compreender o processo responsável pelas atuais circunstâncias.

Na pirâmide produtiva da sociedade industrial, poucos concebiam e coordenavam a produção, alguns técnicos projetavam máquinas e processos, e os muitos trabalhadores funcionavam como apêndices das máquinas, sem qualquer preparo tecnológico. A escola básica ou profissional reproduzia essa pirâmide, ao produzir quadros para ela: alfabetizava uma maioria, dava preparo técnico a alguns e capacitação científica e prepositiva a poucos. Ao longo das últimas décadas, no entanto, as funções técnicas e as atividades braçais passaram a ser feitas por sistemas automáticos e informatizados, e assim a evolução científico-tecnológica excluiu ou depreciou grande parte da mão-de-obra. Essa se tornou *commodity* de baixa demanda e, em nome da competitividade global, o direito ao trabalho foi “flexibilizado”. O desemprego, agora estrutural, deixou de ser enfrentado como questão social, mas passou a ser aceito como circunstância sistêmica. Isso resume a primeira das crises, a dos que não têm do que viver.

Na sociedade que aceita essa exclusão como “natural”, os valores humanos que a sustentam perdem significado; o indivíduo passa a ser avaliado por sua capacidade de consumir, e sua comunidade vale o que troca no mercado global. Um individualismo extremo instaura-se, difundindo o desrespeito pela vida e pela natureza em nível pessoal, empresarial, corporativo e político. Isso sintetiza a segunda das crises, pois quem tem do que viver deixa de ter para que viver, exceto para o consumo, se isso fosse razão de vida.

Na sociedade contemporânea, ainda trabalha dignamente quem faz o que máquinas e sistemas não fazem, em atividades criativas e conceituais, sobretudo nos serviços, que demandam cultura, valores e sensibilidade. Para essas formas de trabalho, é essencial dominar linguagens e procedimentos, muitos deles desenvolvidos na formação

para as ciências, que capacitam para argumentar, analisar, propor e intervir. Já não há nem se espera que volte a haver emprego direto para todos, na produção ou no comércio, e já perdeu sentido a escola vinculada a tal mercado de trabalho. Assim, a formação científica deve ser promovida a partir da convicção de que a sociedade deve prover oportunidade de vida digna para todos, em serviços de saúde, educação, atendimento social, ou para atividades artísticas, científicas e de desenvolvimento tecnológico. A dúvida sobre se a escola tem direito de despertar essa esperança, pode ser respondida com a dúvida sobre se a escola tem direito de não despertá-la. É preciso, no entanto, sinalizar mais claramente o que se deve esperar da escola.

A capacitação para múltiplas linguagens, compreensão e análise, proposição e ação, desenvolvidas no aprendizado científico e tecnológico, é essencial à vida em sociedade, na utilização de equipamentos de uso cotidiano e nos processos de comunicação e informação, tanto quanto à atividade profissional. Para acompanhar suas contas bancárias ou seus exames laboratoriais, uma pessoa faz uso dos mesmos sistemas de informação e das mesmas linguagens de que necessitaria se controlasse fluxos de caixa ou estoques de mercadorias em uma empresa. Enfim, a formação para a vida social e para o trabalho, usualmente não se distinguem e se transformam conjuntamente. Aliás, as relações e práticas de convívio e trabalho estão em permanente evolução e é preciso emancipar os jovens para o aprendizado permanente e para o gosto de enfrentar novos desafios.

O investimento na educação científica não deve pressupor dividendo econômico de curto prazo, pois, em países como o Brasil, cuja distribuição de bens sociais e culturais é tão desigual, um desenvolvimento sociocultural democrático é pré-condição para crescimento econômico estável. Assim, é também mais defensável tomar a cultura científica como direito de todos, não como prerrogativa de poucos. Diante da complexidade e da rápida evolução do conhecimento científico, pode parecer ambição inalcançável tornar a formação científica um direito

O investimento na educação científica não deve pressupor dividendo econômico de curto prazo, pois, em países como o Brasil, cuja distribuição de bens sociais e culturais é tão desigual, um desenvolvimento sociocultural democrático é pré-condição para crescimento econômico estável. Assim, é também mais defensável tomar a cultura científica como direito de todos, não como prerrogativa de poucos.

universal, e desenvolver um currículo para as ciências na educação básica, capaz de contribuir para o enfrentamento de problemas da sociedade contemporânea, como exclusão econômica, individualismo consumista, desrespeito humano e ameaça ambiental.

158

Desenvolver amplamente esse currículo demandaria espaço maior do que este artigo de opinião, mas é sim possível mostrar como uma educação científica, que se posicione conscientemente diante desses problemas, poderia encaminhar a sensibilização e o equacionamento social deles. Até para sublinhar que não se trata de se substituir uma proposta pragmática anacrônica por outra, só mais atualizada, talvez devamos começar por aspectos mais gerais e filosóficos, mostrando como a ciência também constrói valores, para depois sinalizar a relação entre conhecimento científico e capacitação tecnológica.

O direito dos jovens para inteirar-se da cultura de sua época, começa por ter condições para se situarem no tempo e no espaço, na história e na natureza. Associar o Sol, cuja luz leva minutos para chegar até nós, com os inúmeros outros astros da Via Láctea, cuja luz leva milhares de anos para nos alcançar, ajuda a construir um cenário universal em que não estamos no centro, e sim em uma das alças de uma galáxia, entre bilhões de outras, com uma estrela formada há 4,6 bilhões de anos dos restos da explosão de uma supernova. Reconhecer as condições para ter surgido e diversificado a vida, permite que nos compreendamos como essa curiosa espécie de primatas que desenvolveu civilização, cultura e ciência.

Quem compreende que não somos habitantes da biosfera, mas somos biosfera, ou seja, inseparáveis dela, tem diante da questão ambiental a atitude de quem cuida do próprio corpo, mais do que de seu quintal. Quem compreende nossa condição de seres de cultura, talvez aprenda a emocionar-se com a ambição humana, de acompanhar a aventura cósmica ao investigar origens e evolução, de olhar o universo em busca de outros seres, ou de investigar a natureza da vida e, temerariamente, transformá-la em sua dotação genética. Quem se sente parte dessa aventura, há de também estar menos conformado com a barbárie da guerra e com a perversidade da exclusão, pois ser solidário implica fazer parte, pertencer.

Não basta fazer uma lista das coisas belas e emocionantes que se poderia aprender na escola, até porque algumas delas já constam burocraticamente de ementas e currículos, sem qualquer emoção ou beleza. A cultura deve ser vivida na escola, não como “lista de pontos” do discurso de quem ensina, mas sim como currículo vivo dos fazeres de quem aprende. Isso pode acontecer em leituras orientadas, em experimentos formais ou informais, na discussão de problemas da comunidade, tratados nos meios de comunicação ou problematizados a partir de filmes e nas muitas formas de arte. As ciências da natureza devem ser tratadas em associação com as questões existenciais e sociais das ciências humanas, até porque não se compreenderiam as próprias transformações econômicas e as revoluções industriais, sem tratar do desenvolvimento da termodinâmica, da pasteurização ou dos semicondutores.

É importante que o aprendizado das ciências esteja associado também às técnicas tanto quanto às humanidades, ultrapassando sua dimensão enciclopédica e formalista. Memorizar substâncias, reações, espécies e músculos ou treinar-se para aplicar fórmulas físicas, são saberes que se tornam estéreis se não associados a contextos e práticas reais para compreender, por exemplo, a transformação da atmosfera, da hidrosfera e da litosfera em intervenções produtivas ou compreender a

razão da discussão dos grãos transgênicos e do uso médico de embriões, ou para relacionar propriedades elétricas e ópticas dos materiais, para entender, em conceito e na prática, a função de semicondutores e *laser* na tecnologia da comunicação e da informação.

Para que as ciências sejam tratadas em contexto real e apreendidas em ações de quem aprende é preciso usar e desenvolver novos recursos e estratégias educacionais, enfrentar convicções de que o professor é o transmissor de conhecimento e o aluno é seu paciente, assim como contornar argumentos de que só é possível essa outra educação depois de mudar a formação dos professores, a motivação dos alunos, a expectativa dos pais, a atitude da direção escolar e, até mesmo, a ordem econômica e política, ou seja, a compreensão de que a nova educação é só resultado e não meio para as mudanças.

160

Muitas coisas serão modificadas, para superarmos as crises e termos todos do que viver e para que viver, mas as escolas não devem ficar aguardando que este mundo novo se inaugure, “esperando o carnaval chegar”; como as escolas de samba, elas também têm de trabalhar para que aconteça. Minha experiência como educador encoraja-me a apresentar as idéias aqui expostas, porque tenho encontrado, em muitas de nossas escolas e professores, uma notável capacidade de resistência, esperança e criatividade, que tem resultado em belíssimos exemplos de uma educação mais generosa e com mais sentido, promovendo jovens mais generosos e com mais sentido. Nesse mundo que continua valendo a pena construir, as ciências e as artes são instrumento e fruição, recursos para a vida e razão de vida.

.....

Ciência, um bem para o engrandecimento do espírito

Luiz Bevilacqua

.....

O mundo em que vivemos está imerso nas conquistas tecnológicas avançadas, presentes em uma grande quantidade de produtos acessíveis praticamente a todo cidadão. Não há quem não atribua uma importância central ao papel da ciência e da tecnologia no mundo contemporâneo. “Estou incluído na sociedade tecnológica, logo existo” é o lema da atualidade. É a era do conhecimento, como tem sido proclamado aos quatro ventos, que melhor traduz a marca do nosso tempo.

161

Não obstante a presença massiva do fator conhecimento na sociedade, manifesta na tecnologia incorporada a produtos de uso comum, a importância do ensino de ciências na prática não lhe é proporcional. Mesmo países do ocidente que lideram a inovação tecnológica estão preocupados com o baixo desempenho dos jovens matriculados no ensino fundamental e pré-universitário.

De fato, a percepção do povo em geral sobre a importância dos avanços do conhecimento científico está profundamente associada ao seu valor prático. A ciência vale tanto quanto é capaz de contribuir para bens materiais que facilitam o trabalho, prolongam a vida, aumentam a produtividade, sofisticam os meios de comunicação e transporte, oferecem mais opções e facilidades para o lazer.

Na esfera institucional o que transparece é uma atitude semelhante. A indústria aparentemente atribui valor ao conhecimento científico quase exclusivamente à medida que contribui para aumentar a competitividade e as margens de lucro, e o poder público à medida que alavanca a economia e gera empregos. Esse modo de ver da contribuição do conhecimento científico em princípio não é mau, mas é incompleto e tende a eliminar um valor insubstituível na formação de todo cidadão, qual seja o de reconhecer que o conhecimento tem valor em si mesmo.

Até mesmo a ciência, na expectativa de conseguir maior aporte de recursos para si, atrelou-se à tecnologia, entre outras coisas, como forma de valorizar suas conquistas.

162 De fato, a natureza de cada uma dessas duas atividades foi mascarada pela velocidade com que se dá a transferência das descobertas científicas para os produtos industrializados, como também no sentido inverso, à medida que a ciência se beneficia de instrumentos sofisticados produzidos pelo rápido desenvolvimento tecnológico. As duas, ciência e tecnologia, correm em pistas paralelas, com velocidades muito próximas, o que induz o observador apressado a confundi-las. Assim, tomou-se arbitrariamente como axioma a fusão essencial entre ciência e tecnologia o que, no meu entender, é falso. De fato elas pertencem a esferas distintas.

Essa atitude arrastou a ciência para um campo de cobrança alheio à sua natureza, que implica na investigação incansável por via racional dos “mistérios” de tudo o que é observável ou sujeito à experimentação. O único compromisso no curto prazo que tem a ciência e a matemática é o de engrandecer e de iluminar o espírito humano. Infelizmente esse valor maior foi perdido ao longo dos anos e infelizmente a universidade, o Templo do Saber, respondeu muito mal às acusações de se fechar em uma torre de marfim e de ser avessa à “encarnação” na sociedade em que está imersa. Em lugar de revelar à

sociedade as maravilhas que se escondem nos fenômenos naturais, encantá-la com as descobertas da física, da química e da biologia e a elegância da matemática, despertando a curiosidade e o gosto pelo conhecimento; em lugar de tornar o conhecimento científico acessível ao cidadão leigo, preferiu embarcar nas promessas de resolver problemas sociais, tarefa que bem cabe a outras instituições, inclusive mais competentes para tal. Ao “encarnar-se” perdeu sua alma.

Portanto, na era do conhecimento, na época em que o conhecimento científico é visível, mais que em qualquer outra, menos ele é valorizado como um bem e si mesmo. Talvez fosse de se esperar que as pessoas buscassem o conhecimento científico de modo semelhante ao que se procura a arte e a literatura, como fonte de alimento intelectual sem compromisso com ganhos materiais imediatos. Mas não é isso o que acontece. Parece que o teto das aspirações intelectuais da humanidade está baixando ou, em outras palavras, observa-se um aumento gradativo da impedância cognitiva.

163

Suspeito que essa desvalorização do conhecimento que sai da esfera de “coisas do espírito” e passa para a esfera de bens subordinados às “coisas materiais” prejudica todo o ambiente em que se desenvolve o ensino de ciências. A expectativa dos jovens não é a aventura da especulação ou o exercício da lógica, mas qual o resultado prático do aprendizado de ciências. A profissão do professor de ciências para o ensino médio e pré-universitário não é mais atrativa não apenas porque os salários são baixos, mas também porque a profissão não encanta, não é valorizada socialmente e não tem ressonância com a expectativa dos alunos e de suas famílias.

Portanto, além de outras providências para melhorar o ensino de ciências, creio que deve haver um grande esforço para virar do avesso o olhar da sociedade sobre a ciência. É preciso que se valorize a ciência como as artes e a literatura na esfera dos bens do espírito. É preciso, por incrível que pareça, mostrar e divulgar que é parte essencial do ser

humano pensar, admirar-se diante dos mistérios da natureza, deixar-se apaixonar pela descoberta dos segredos escondidos em uma fórmula matemática ou em uma onda que quebra na areia, coisas que nos reservam surpresas de extraordinária beleza. É preciso comunicar aos jovens estudantes a alegria de aprender. Além disso, o pensamento científico traz para a vida do dia-a-dia uma grande contribuição no sentido de associar causa e efeito, analisar os fatos com os instrumentos da lógica auxiliando na tomada decisões, no desmonte das armadilhas que encontramos no caminho e na busca de soluções criativas para os problemas com os quais nos defrontamos. Ajuda até a ler jornal com o olhar crítico tão necessário nos dias atuais. Em outras palavras, ajuda a viver.

164

Felizmente os cientistas recentemente despertaram para o risco do desaparecimento da paixão desinteressada pelo avanço do conhecimento racional voltado para a busca do entendimento da matéria e da vida. Essa utopia sempre perseguida e nunca alcançada pode ser resumida, parodiando o poeta,¹ no seguinte lema “*conhecimento científico* esta árvore doirada de doirados pomos está sempre onde a pomos mas nunca a pomos onde nós estamos”. Essa busca incansável alimenta o espírito, é invisível, mas inalienável, pode emagrecer o corpo, mas ilumina a inteligência.

Grandes nomes das ciências de todos os ramos empenham-se atualmente para a melhoria do ensino e para a divulgação científica em termos compreensíveis aos leigos. É uma tentativa de mudar o ambiente e tornar o aprendizado mais atrativo.

O contraponto dessa recolocação do valor e do papel da ciência no contexto tanto social geral como também institucional, é a introdução da noção de tecnologia e as suas respectivas contribuições no ensino fundamental ou pelo menos no pré-universitário. Deveria ser incorporada à grade curricular pelo menos uma disciplina que mostrasse as principais conquistas tecnológicas das últimas décadas e como funcionam.

¹ Vicente de Carvalho, poeta santista, da escola parnasiana. Na estrofe do soneto do poeta em lugar de *conhecimento científico*, lê-se *felicidade*.

Não faltam exemplos do dia-a-dia. A conexão entre ciência e tecnologia ficaria explícita e os estudantes poderiam entender melhor quais são os respectivos papéis. A inclusão digital, que tem sido o centro de atenção de vários educadores e tem recebido o apoio de órgãos públicos e privados, é uma forma de inclusão tecnológica, mas não basta. É necessário familiarizar os jovens estudantes com os princípios básicos de funcionamento dos dispositivos que eles manipulam no dia-a-dia e da infra-estrutura tecnológica que sustenta a sociedade complexa dos nossos dias como energia, telecomunicação e transporte, para dar alguns exemplos.

Passando agora para o processo de aprendizado, creio que a maioria dos colégios ainda não implantou uma sistemática de ensino que privilegie o exercício da criatividade. A nossa tradição, provavelmente a tradição mais recente do mundo ocidental, é considerar o aprendizado como um enxerto, fruto do ensino, e não como uma semente com vida própria prestes a brotar.

165

Cada eixo do conhecimento científico recorre a habilidades que lhes são mais próprias. As ciências da natureza, por exemplo, caracterizam-se melhor pela descoberta. A observação, interpretação e eventual modelagem matemática dos fenômenos naturais ou criados artificialmente são atividades que podem ser conduzidas no ensino fundamental e pré-universitário. A natureza é fonte inesgotável para o exercício da descoberta percorrendo todas as suas etapas. Parte do aprendizado do aluno deve ser dedicado a essa tarefa, valendo mais a

Além de outras providências para melhorar o ensino de ciências, creio que deve haver um grande esforço para virar do avesso o olhar da sociedade sobre a ciência. É preciso que se valorize a ciência como as artes e a literatura na esfera dos bens do espírito. É preciso, por incrível que pareça, mostrar e divulgar que é parte essencial do ser humano pensar, admirar-se diante dos mistérios da natureza, deixar-se apaixonar pela descoberta dos segredos escondidos em uma fórmula matemática ou em uma onda que quebra na areia, coisas que nos reservam surpresas de extraordinária beleza.

experiência de mão na massa do que propriamente a correção dos resultados. É necessário que os estudantes tenham noção das dificuldades envolvidas em um experimento e em uma observação, na escolha dos instrumentos adequados, nas interpretações, muitas das vezes conflitantes dos resultados. Quantas dúvidas e problemas novos surgem ao longo de uma investigação científica. Quantas surpresas a ciência nos reserva. É essencial que os estudantes vivenciem tanto quanto possível essas experiências. Para isso é necessário que os colégios e professores facilitem a execução dessas experiências e observações. Não são absolutamente necessários laboratórios sofisticados para isso. Basta vontade.

166

Outro eixo a ser explorado é a invenção, própria da engenharia. Aqui a criatividade é dirigida para o projeto e execução de dispositivos simples, mas que funcionem. Essa atividade seria muito adequada às disciplinas de tecnologia quando incluídas no currículo escolar. Também não é tão difícil propor problemas que possam ser resolvidos pelos alunos. E podem ser projetos de baixo custo. Por exemplo, dispositivos simples destinados à demonstração de fenômenos físicos ou a medições de variáveis intervenientes em um determinado fenômeno. Da mesma forma que no caso anterior, o principal nessa atividade não é propriamente chegar-se a um produto que funcione perfeitamente. Essa, sem dúvida, é a meta, mas importa mais aqui o processo, ultrapassar as dificuldades, ousar, arriscar dentro de limites de segurança, verificar as falhas e corrigi-las.

Finalmente, a crítica, própria da matemática. Trata-se de exercitar o pensamento lógico. Essa tarefa é mais árida do que as anteriores. Do meu ponto de vista, acredito que se deva começar com a geometria. É mais concreta e mais atraente para os mais jovens. Além disso, foi a geometria o grande portal por meio do qual os desbravadores gregos ingressaram no mundo da matemática. A geometria está na infância da matemática e deve estar presente, em primeiro lugar, na infância dos nossos filhos. A geometria está presente também no mundo a nossa volta e pode

servir de motivação para desafios matemáticos. Aqui, porém há uma diferença essencial dos exercícios anteriores. Os resultados devem ser precisos. Exigem-se provas coerentes, ainda que simples. Não se pode conceder ou sacrificar a precisão. Um teorema é um teorema. Não se deve nesse momento, segundo entendo, falar em conjecturas.

Resumindo, deixo as seguintes sugestões:

- Redobrado esforço na divulgação das descobertas científicas para toda a sociedade em termos acessíveis ao público leigo, mostrando que o mundo encantado das ciências da natureza e da matemática vai além das expectativas do consumidor e atende às necessidades do pensador.
- Introdução de uma disciplina de tecnologia, a ser lecionada em pelo menos um ano letivo, mostrando a sua interação com as ciências da natureza e a matemática e as diferenças de natureza subjacente a ambas.
- Adoção de uma linha de ensino-aprendizado que veja essa atividade não como um enxerto, mas como a fertilização de uma semente. Introdução de atividades que estimulem a criatividade fazendo desenvolver as habilidades de descobrir, inventar e criticar.
- Introdução da história da ciência e da tecnologia na disciplina de história. Nesta era em que os acontecimentos se sucedem em uma velocidade vertiginosa, em que os acontecimentos se comprimem no tempo, é indispensável que se enfatize a história e nesse contexto a história do pensamento, onde a ciência ocupa um lugar muito importante.

Procurei resumir alguns dos pontos críticos que me parecem essenciais para serem considerados na melhoria do nível geral da educação fundamental e pré-universitária. Muito do que foi dito pode ser executado sem grandes custos, mas com muita imaginação e vontade.

Claro, é necessário que se valorize a profissão de professor, que os salários sejam justos e todas essas coisas que se falam há tanto tempo, muito justas e corretas, mas preferi abordar outros aspectos.

Quero mais uma vez insistir na necessidade de se abrir caminhos para uma mudança profunda nos valores da sociedade moderna. É preciso que se persuada a sociedade da importância de pensar, de se recuperar a admiração pelos mistérios da natureza, de refletir sobre a existência do universo e a nossa própria, desenvolver o gosto pelas artes e literatura. É preciso alimentar o espírito, fazer prevalecer o pensador sobre o consumidor. Toda a educação deve estar voltada para esse grande objetivo, sem o que estaremos condenados a um destino que nos coloca mais próximos de uma grande manada imbecilizada do que de uma grande civilização pensante com o caminho aberto para o transcendente. Essa disposição de educar para pensar é particularmente importante nesses tempos em que se repete o fenômeno da globalização, que dessa vez prometia um mundo de portas abertas, mas que, na realidade, continuou sendo o que sempre foi, um mundo de portas arrombadas.

.....

Ensino de Ciências: um ponto de partida para a inclusão

Myriam Krasilchik

.....

A literatura educacional recente tem apresentado relatos de investimentos em recursos humanos e financeiros que visam ao aperfeiçoamento do ensino de ciências nas várias regiões do globo, em países de diferentes níveis de desenvolvimento. Esses estudos ressaltam, entre outros pontos, o papel desempenhado por esse componente curricular na inclusão social.

169

Governos, entidades internacionais, sociedades científicas, fundações privadas, sistemas escolares e universidades participaram ativamente na elaboração de projetos desenvolvidos ao longo da década de 60, que resultaram em currículos para o ensino médio, um conjunto hoje chamado genericamente de “sopa alfabética”. Grupos como Physical Science Study Committee (PSSC), Biological Science Curriculum Study (BSCS) e Chemical Bond Approach (CBA) são alguns exemplos dessa iniciativa. Tal empreendimento, que teve amplo suporte de recursos e atraiu para sua execução cientistas e educadores de primeira linha, pautou os trabalhos, nas décadas seguintes, com base nos materiais produzidos e com a formação de líderes de movimentos de repercussão internacional.

O Brasil, com o objetivo de modificar o ensino de ciências, assistiu a um movimento liderado por educadores que centralizado no Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (Ibccc), antecipou a fase dos grandes projetos internacionais, produzindo, na década de 50, material impresso para alunos e professores, equipamentos para o ensino prático e cursos e atividades para o aperfeiçoamento de docentes. Projetos originais, de grande alcance nacional e mesmo internacional como os Cientistas – coleção de 50 *kits* vendida em bancas de jornais para a realização de experimentos, acompanhadas de bibliografia sobre um investigador em cujas descobertas baseavam-se as experiências – são citados até hoje como inspiradores de atitudes, formas de analisar evidências e estimular o interesse e entusiasmo pela carreira científica. Em pleno período da ditadura militar, difundia-se a liberdade de pensamento como essencial para a ciência e para o indivíduo. Muitos projetos, com apoios internacionais, como a UNESCO e a OEA, governamentais e de fundações privadas foram realizados ao longo dos últimos 50 anos de modo que diferentes objetivos educacionais refletiram diferentes fases políticas, sociais, econômicas e culturais atravessadas pelo País.

Enquanto na década de 50 priorizou-se a formação de elites científicas como uma alternativa para contribuir ao desenvolvimento científico e tecnológico, nas décadas de 70 a 80 valorizou-se a ciência como elemento de formação do cidadão-trabalhador, tendência resultante de um breve período de governo democrático, seguido pelo regime autoritário no qual os objetivos das reformas educacionais resumiram-se a formar pessoal capacitado para a produção na fase do “milagre econômico”.

Com a instalação de um governo democraticamente eleito, as disciplinas científicas assumiram o papel de atuar na criação e desenvolvimento da responsabilidade cívica para o pleno exercício da cidadania.

Educação ambiental, educação para saúde são alguns exemplos de campos interdisciplinares que saíram fortalecidos e ampliados nesse

período. Hoje, os currículos escolares são arquitetados para o “estudante-cidadão-trabalhador”, que precisa aprender a se atualizar constantemente para analisar e usar a massa de informações que está à sua disposição. É necessário frisar que, embora os documentos oficiais das diferentes fases enfatizem diferentes metas do ensino de ciências, elas coexistem e superpõem-se. Infelizmente, verifica-se que essas propostas não tiveram resultados condizentes com as expectativas, como demonstram pesquisas e relatos de educadores que comparam o desempenho dos estudantes brasileiros nas várias regiões do País e de outros países. O ensino continua calcado na memorização e na teoria.

As principais causas apontadas para a precária situação atual são, entre outras, a massificação do sistema escolar, que dificulta o atendimento adequado a todos os alunos, e a conseqüente falta de estrutura para atividades práticas. A proliferação de instituições de formação de professores, muitas sem a qualidade necessária, torna os docentes despreparados para atender às exigências do ensino. Várias pesquisas sobre o aprendizado de ciências apontam a falta de compreensão e de apoio governamental para a atualização constante dos docentes. Ademais, as disciplinas de ciências não se integram, de forma articulada, ao conjunto do currículo escolar.

171

Tendo em vista esse quadro, embora ressaltando componentes específicos, educadores e cientistas concordam em qualificar como muito precário o aprendizado das disciplinas das ciências nos vários níveis de escolaridade. Logo, torna-se imperativo modificar essa situação, uma vez que o ensino de ciências pelas suas características e potencialidades, pode ser um ponto de partida para estimular o exercício da cidadania.

A terminologia em voga, que demanda uma “alfabetização científica”, engloba muitas facetas de idéias controversas sobre o seu significado. No entanto, há um amplo consenso de que os alunos devem entender a ciência em três sentidos: como *produto*, ou seja, como um conjunto de fatos, dados, conceitos e idéias fundamentais que compõem

o acervo de conhecimentos produzido pela humanidade; como *processo*, que exige rigor na coleta e interpretação de dados para a construção de conhecimentos; e como *instituição*, que analisa as suas implicações sociais, refletindo os valores dos cientistas congregados para servir à sociedade.

A escola brasileira atual é instituição cujo objetivo maior deve ser a inclusão social do cidadão, eliminando diferenças que excluam os menos privilegiados. O ensino de fenômenos, fatos e suas interpretações desvinculadas de seus aspectos históricos, políticos, econômicos, sociais não permite que o potencial educacional do ensino de ciências seja atingido. Interessar os estudantes nas aplicações das ciências significa levá-los a entender as diferenças entre ciência, a busca de conhecimento sobre a natureza e tecnologia e a solução prática de problemas que afetam a qualidade de vida em um mundo construído pelo homem. Para tanto, os alunos precisam reconhecer sua importância no aperfeiçoamento individual e social, tecendo julgamentos de valor justificados pelas informações, conceitos e análises de dados científicos, e também aceitando diferenças de idéias e opiniões.

Em suma, urge uma estratégia organizada para conferir à ciência um papel aglutinador na escola, relacionando as atividades ao cotidiano próximo, ou mesmo distante, veiculado pelos meios de comunicação, e identificando problemas sociais que exigem conhecimento para fundamentar uma ação baseada em dados, conhecimentos e na compreensão de como os cientistas analisam o mundo.

Esse elemento do currículo deve atuar como catalisador intelectual e emocional de um processo que leve cada estudante a desenvolver interesses que transcendam e extrapolem os limites das disciplinas científicas e atinjam as inúmeras facetas de sua vida na escola, e fora dela, auxiliado por uma ousada renovação curricular que inclua programas e metodologias relevantes e de significado para o indivíduo e para o cidadão. Sem tais competências, o aluno fica à margem de uma sociedade que, cada vez mais, exige conhecimento para a tomada de decisões sobre questões hoje candentes, como o uso de transgênicos e

células-tronco, fontes de energia, dietas nutricionais, fisiologia e psicologia da aprendizagem, entre muitas outras.

Projetos e legislação de ensino são necessários, porém insuficientes para uma mudança que depende de um esforço concentrado de instituições educadoras, cientistas, professores e da população em geral, resgatando o desafio intelectual propiciado pelo aprendizado da ciência e o prazer de participar da produção de conhecimento.

O ensino prático, reivindicado por diferentes razões e que adquiriu características e objetivos variados nas fases já descritas, continua sendo elemento importante no aprendizado que envolve o aluno em atividades e ações que eliminam ou diminuem a passividade e o desinteresse dos estudantes. É possível executar diferentes modalidades didáticas que não pressuponham material caro e sofisticado, e que sejam realizadas em locais que não a escola e a sala de aula.

173

Essas atividades, se introduzidas nos currículos, permitirão que seus participantes analisem situações da vida atual intrinsecamente dependentes da ciência e tecnologia.

O investimento no aprofundamento dos temas em estudo e na participação dos estudantes continua sendo uma aspiração que pode ajudar a preparar os alunos para conviverem plenamente com as mudanças científicas e tecnológicas do século XXI.

Em suma, urge uma estratégia organizada para conferir à ciência um papel aglutinador na escola, relacionando as atividades ao cotidiano próximo, ou mesmo distante, veiculado pelos meios de comunicação, e identificando problemas sociais que exigem conhecimento para fundamentar uma ação baseada em dados, conhecimentos e na compreensão de como os cientistas analisam o mundo.

.....

A precisão científica na educação e na cultura

Roberto Boczko

.....

“Júpiter, mil e trezentas vezes maior do que a Terra, é um dos nove planetas do Sistema Solar.”

175

Essa frase, amiúde citada, mesmo em livros didáticos, apesar de parecer correta, e poder mesmo estar correta, está eivada de imprecisões, de malinformação e de conclusões temerárias.

Para que ela pudesse ter valor científico, sua redação deveria ser algo do tipo: “Júpiter, cerca de mil e trezentas vezes mais volumoso do que a Terra, é um dos nove planetas conhecidos do Sistema Solar.”

Os mais tolerantes diriam que ambas as frases dizem a mesma coisa. Não! A primeira frase carece de valor científico: ela foi proferida de maneira arrogante, inculta e imprevidente.

Arrogante, pois incute a idéia de que sabemos exatamente o quanto Júpiter é maior do que a Terra. Não sabemos! O bom cientista conhece suas limitações cognitivas e procura cercar-se de cuidados que não o levem a ser considerado leviano em suas declarações.

Inculta, já que “um planeta ser maior que outro” pode ser entendido de diversas formas: maior em raio, em área ou em volume, e em cada um dos casos o valor numérico da comparação será diferente. Júpiter,

por exemplo, é só 11 vezes maior do que a Terra... em raio, e não 1.300 vezes, como citado acima! No entanto, é verdade que Júpiter é cerca de 1.300 vezes maior que a Terra... em volume!

Finalmente, a frase é imprevidente, pois oficializa que o Sistema Solar tem, e terá sempre, só nove planetas, excluindo a possibilidade de um outro planeta, talvez até maior do que Júpiter, vir a ser descoberto no futuro.

Qual o significado da existência de tantos erros em uma única frase pretensamente científica? Significa a falta de cuidados na formação científica de nossos cidadãos. Algumas imprecisões aqui, alguns erros lá, alguns desleixos acolá e... pronto: está lançada uma demasiadamente frágil base de sustentação dos conceitos científicos. Se a base não é forte e correta, a edificação da cultura de um povo está ameaçada: aparece a propagação de erros, conceitos são esquecidos, dados são inconvenientemente proferidos e manipulados, resultados errados são encontrados, e como um subproduto danoso, ataca-se e põe-se em dúvida a credibilidade de cientistas sérios.

Para evitar, ou pelo menos minimizar, os erros grosseiros da falta de conhecimentos científicos, é necessário investir prodigamente no ensino e na divulgação da ciência. O investimento deve se dar tanto no campo humano quanto no financeiro.

A primeira premissa que qualquer governo sério deve abraçar: verba usada em educação, ciência e cultura não é gasto, é *investimento*! E dos mais rentáveis, para uma nação! Todos os que forem contra esse princípio devem ficar, ou serem mantidos, longe do governo. Só os obtusos não percebem isso, e só os malintencionados não o desejam.

Projetos de desenvolvimento científico e tecnológico devem ser pensados já e implantados tão cedo quanto possível. Já estamos muito atrasados nesse campo! E cada ano de atraso adicional nessa implementação significa muitos anos de retardamento cultural com relação aos países que investem pesado em sua educação, cultura e ciência.

O ciclo do (des)saber cultural e científico no Brasil é longo, arraigado e altamente inerte a mudanças. Os professores do ensino básico são mal preparados, mal pagos e mal reconhecidos. Resultado: mau professor, má aula, alunos mal preparados e pouco incentivados.

A primeira premissa que qualquer governo sério deve abraçar: verba usada em educação, ciência e cultura não é gasto, é investimento! E dos mais rentáveis, para uma nação! Todos os que forem contra esse princípio devem ficar, ou serem mantidos, longe do governo. Só os obtusos não percebem isso, e só os malintencionados não o desejam.

Alunos mal preparados, quando entram nos cursos superiores, não possuem boa base para aproveitar os novos ensinamentos; isso causa deficiência na formação, quando não desistência antecipada do curso. Concomitantemente, os professores universitários, na maioria das vezes, padecem dos mesmos problemas e falhas dos professores do ciclo básico. Resultado: preparam mal seus alunos, alunos esses que serão os futuros professores do ensino básico. Esses mal preparados professores ensinarão (?) novos alunos. E ensinarão tão mal, ou ainda pior, do que seus ex-professores.

E o ciclo pernicioso está fechado!

Alguém, um dia, e que seja logo, deve quebrar essa cadeia em algum ponto e impor o desenvolvimento de um ensino de qualidade e bem orientado.

Em minha opinião, o elo dessa cadeia nefasta que deve ser atacado, para inverter a degradação do ensino em geral, e o de ciências em particular, é o do ensino superior. Professores e especialistas de renome devem ser incentivados, e bem pagos, para prepararem, condignamente, nossos universitários para que adquiram uma formação condizente com o que se espera de futuros cientistas e professores de ciências.

Não pode haver mesquinhez para a implementação desse programa, caso contrário, seremos sempre uma nação subdesenvolvida, andando a reboque de outras.

Professores já formados devem ser incentivados a se reciclarem e a se atualizarem em ciências. Prazos devem ser dados. Ao término deles, os que não o fizerem voluntariamente devem ser obrigados a fazê-lo, com o risco de perderem seus empregos. Todos devem se adequar às novas normas. Não pode haver condescendência. O futuro do Brasil está em jogo. Não basta sermos territorialmente grandes. Temos que ser fortes para poder defender aquilo que ainda temos. A fraqueza científica e tecnológica enfraquece nosso poder de autopreservação.

178 Não esquecer que a palavra-chave é 'incentivo'. É conhecido que um dos incentivos mais eficientes é o da remuneração conveniente. Não será com o salário aviltante e com o enorme descaso atualmente assacados aos professores que se poderá esperar mudanças significativas em suas atitudes.

Verbas, senhores governantes, verbas para aqueles que detêm o poder e a obrigação de preparar nossos jovens para o futuro que desejamos para nosso País. Não será gasto! É investimento no Brasil!

Depois que o mínimo da base científica tiver sido ensinado, caberá aos cientistas, com os gramáticos, elaborarem regras e neologismos que permitam aos alunos distinguir entre 'terra' e 'Terra', que auxiliem os jornalistas a ver a diferença entre 'maciço' e 'massivo' e que exijam que todos percebam que 'duas vezes maior' não é a mesma coisa que 'dobro'.

O conhecimento científico será cada vez mais necessário no futuro. Ciência exige lógica. Assim, o ensino de ciências deve ser precedido do ensino de lógica. O raciocínio lógico deve ser ministrado, e exigido, desde a mais tenra idade.

Cada palavra, cada frase, cada idéia proferida deve estar acompanhada da certeza de que foi aplicada correta e convincentemente.

Só quando 'o que se diz' é exatamente 'o que se quer dizer', e que 'o que se quer dizer' é exatamente 'o que se deve dizer', é que estaremos em uma sociedade que saberá exigir seus direitos e impor suas vontades legítimas.

Para atingirmos esse objetivo, ninguém pode se omitir. Os que detêm o conhecimento devem elaborar os projetos para a implantação dos programas. Os que detêm o poder outorgado pela lei devem cuidar da implantação desses programas. A população deve escolher para governantes aqueles que estiverem efetivamente engajados e comprometidos com os novos ideais. Essa mesma população deve ser a fiscalizadora da implementação dos programas. A responsabilidade deve ser de todos. O pontapé inicial, em minha opinião, deve ser dos professores universitários. Façamos a nossa parte.

.

Ensino de Ciências: a grande lacuna das ciências da terra

Roberto Dall'Agnol

.

Pesquisadores atuantes em ciências da terra, do Brasil e do exterior, têm registrado a grande lacuna existente no ensino de Ciências no 2º grau, em função da ausência de uma transmissão adequada do conhecimento dessa área. Uma revisão da bibliografia e uma discussão aprofundada sobre o tema foram apresentadas por Carneiro e colaboradores (2004), em artigo recente. R. A. Suarez e colaboradores destacaram, em artigo de 1992, as dificuldades enfrentadas para inserir o conteúdo de geociências no currículo adotado na Espanha para o ensino secundário. Eles apresentaram argumentos sociológicos, epistemológicos e psicopedagógicos que demonstram a necessidade e relevância dessa inclusão. Também tem sido destacada a deficiência na disseminação do conhecimento científico gerado pela área para a população de um modo geral. Diógenes de A. Campos apresentou, em 1997, em volume organizado pela Academia Brasileira de Ciências, uma análise crítica sobre o ensino no Brasil das ciências da terra no 2º grau e as suas grandes deficiências. Essa questão e a da disseminação do conhecimento voltaram a ser retomadas na presente década em avaliações da referida área e do setor mineral, sendo enfatizada a sua importância na construção de uma moderna sociedade do conhecimento, tal como preconizada no *Livro Verde* da II Conferência Nacional

de Ciência, Tecnologia e Inovação, associando a democratização do conhecimento ao conceito de cidadania plena.

Uma das explicações apontadas para o espaço restrito e fragmentado reservado às ciências da terra no ensino médio relaciona-se com o fato de que em diversas outras áreas do conhecimento, como Física, Química, Biologia e Matemática, dispõe-se de cursos de bacharelado e licenciatura, com os egressos das licenciaturas privilegiando uma atuação profissional voltada para o ensino, com ênfase no 2º grau. Já os cursos destinados para a formação de profissionais de ciências da terra, entre eles Geologia, Meteorologia e Oceanografia, fornecem apenas um tipo de diploma. Os egressos desses cursos possuem um perfil profissional que os aproxima, de modo geral, mais dos engenheiros e outros profissionais técnico-científicos do que daqueles oriundos das licenciaturas. Os cursos superiores de Geografia também dispõem de licenciaturas e poderiam teoricamente ocupar pelo menos parte do espaço existente, por meio de sua subárea de geografia física. Porém, a geografia humana domina amplamente na grande maioria dos cursos e na prática os geógrafos não estão geralmente qualificados para transmitir uma visão ampla e integrada do conhecimento das ciências da terra. Os egressos dos antigos cursos de história natural, que recebiam uma formação diversificada, incluindo diversas disciplinas de geologia e, por vezes, desenvolviam pesquisas nessa área, podiam provavelmente ocupar a melhor parte desse espaço, mas tais cursos foram extintos.

As ciências da terra são divididas em geologia, geofísica, ciências atmosféricas, oceanografia física e química e geografia física. A maior contribuição dessas subáreas, se consideradas em conjunto, é fornecer uma visão do meio físico do nosso planeta e dos processos responsáveis por sua formação, assim como por sua contínua evolução e mudança. O conhecimento gerado pela área permite: propor modelos para a estrutura da Terra; estimar a dinâmica das placas tectônicas que se deslocam na superfície de nosso planeta e são responsáveis por uma

série de fenômenos, alguns deles de natureza catastrófica; criar modelos para estimar as condições climáticas e suas variações em diferentes escalas; avaliar as mudanças climáticas no presente e passado e suas causas; definir a estrutura da plataforma submarina, planícies abissais e cadeias oceânicas; identificar concentrações anômalas de minérios e com isso localizar depósitos minerais de interesse econômico, tanto de uso energético, como petróleo e gás, como de metais; estimar os efeitos da ação antrópica e dos processos naturais em diferentes ambientes da superfície do planeta; conhecer o ciclo hidrológico, a distribuição das águas e permitir, assim, o planejamento do uso dos recursos hídricos. Em função dos aspectos mencionados, as ciências da terra estão presentes permanentemente no cotidiano das pessoas, sem que muitas vezes elas se apercebam disso.

Para atingir o seu pleno desenvolvimento, as ciências da terra apóiam-se extensivamente em princípios de Matemática, Física, Química e Biologia, integrando-os de maneira particular, em função de suas próprias especificidades. Uma dessas especificidades é a noção de tempo geológico. Nos processos geológicos, o tempo possui uma dimensão que foge da usualmente verificada nos processos estudados pelas demais áreas mencionadas. Além disso, o estudo das mudanças ocorridas ao longo do tempo geológico faz da geologia uma ciência com um componente histórico muito importante. Ela busca não somente entender os processos atuais, mas aqueles que, no passado, foram determinantes na evolução da Terra. O fato adicional de o pesquisador de ciências da terra trabalhar em geral com amostragem limitada de objetos complexos, buscando a partir da caracterização da amostragem disponível visualizar ou modelar o objeto de estudo em sua totalidade, a aproxima igualmente das ciências sociais aplicadas. Portanto, o conhecimento das ciências da terra, uma vez transmitido adequadamente aos estudantes de 2º grau, deveria lhes permitir: ampliar a compreensão do meio físico e dos processos nele atuantes; adquirir uma visão histórica da evolução de nosso planeta e da vida,

essa por meio da associação entre paleontologia, paleoecologia e biologia com a teoria da evolução; familiarizar-se com a integração de diferentes abordagens científicas, preparando-os para uma visão interdisciplinar e mais crítica do conhecimento. O conteúdo das ciências da terra pode permitir aos estudantes de 2º grau estabelecer uma ligação entre as ciências exatas, com seu rigor metodológico, e as ciências humanas e sociais aplicadas, cujas características incluem uma abordagem indutiva e a necessidade da introdução de critérios em certa medida subjetivos de análise e interpretação. Logo, a familiarização com as ciências da terra traria certamente uma contribuição muito relevante para a formação intelectual de nossos estudantes, auxiliando-os a consolidar uma visão mais ampla das ciências e dos diferentes métodos de aquisição e interpretação dos dados científicos.

184

Entre as medidas necessárias para corrigir as deficiências na transmissão do conhecimento científico no 2º grau inclui-se a criação de cursos de licenciatura em Ciências da Terra, voltados para formar profissionais aptos para atuar no ensino de 2º grau e transmitir uma visão interdisciplinar do conhecimento da área e suas aplicações. Essa necessidade já havia sido diagnosticada anteriormente e uma medida importante nessa direção foi a criação, no Instituto de Geociências da USP, do curso de licenciatura com esse perfil. O referido curso já está funcionando e deverá, em breve, formar sua primeira turma de profissionais. Seria desejável que cursos similares, adaptados às especificidades regionais, fossem instalados gradualmente nas diferentes regiões do País, consolidando essa tendência. Isso permitiria uma melhor avaliação dos resultados obtidos e a determinação de eventuais correções de rumo, bem como da oportunidade e do ritmo desejável de ampliação de tais cursos.

Outras iniciativas extremamente importantes para permitir a ampla difusão do conhecimento gerado pela área incluem o fortalecimento de museus com diferentes temáticas (paleontológicos, mineralógicos, litológicos, oceanográficos, de recursos minerais, entre outros), por

meio de melhoria de suas coleções e de sua interação com o público em geral, mas particularmente com os docentes e estudantes de 2º grau. Deve-se buscar criar meios para disponibilizar a informação existente em meio digital, facilitando o acesso à mesma de todos os interessados e criando mecanismos para que ela chegue efetivamente até eles. A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM – Serviço Geológico do Brasil) e o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) poderiam exercer um papel importante na difusão do conhecimento geológico e dos recursos minerais do País. Outros órgãos e instituições atuantes em previsão climática e recursos do mar poderiam disseminar o conhecimento relativo a essas subáreas. Os ministérios da Educação, Ciência e Tecnologia, Meio Ambiente, Minas e Energia, Agricultura, deveriam atuar conjuntamente fortalecendo ações visando à difusão de conhecimento em ciências da terra. As universidades com programas de graduação e pós-graduação nessa área, apoiadas e induzidas pelas agências de fomento à pesquisa e associadas a institutos de pesquisa, também deveriam contribuir nesse sentido, criando programas de pesquisa e extensão voltados para essa finalidade. Deveriam, ainda, prever ações para estender ao interior dos diferentes Estados a difusão do conhecimento.

185

Outras iniciativas extremamente importantes para permitir a ampla difusão do conhecimento gerado pela área incluem o fortalecimento de museus com diferentes temáticas (paleontológicos, mineralógicos, litológicos, oceanográficos, de recursos minerais, entre outros), por meio de melhoria de suas coleções e de sua interação com o público em geral, mas particularmente com os docentes e estudantes de 2º grau.

BIBLIOGRAFIA

CARNEIRO, C. D. R.; TOLEDO, M. C. M.; ALMEIDA, F. F. M.
Dez motivos para a inclusão de temas de geologia na educação básica.
Revista Brasileira de Geociências, v. 34, n.4, p. 553-560, 2004.

O ensino de Ciências no Brasil

Roberto Leal Lobo e Silva Filho

Em uma de suas mais lúcidas manifestações, o ex-ministro da Educação, Cristovam Buarque, para viabilizar sua intenção de utilizar um exame nacional ao final de cada série do ensino médio para servir de subsídio à seleção de estudantes para o ensino superior, propôs reduzir o âmbito desse exame unicamente para as disciplinas de Português e Matemática.

187

Com essa proposta, apesar de muito criticada, o Ministério da Educação (MEC) viabilizaria o Exame Nacional do ponto de vista financeiro e logístico, e ainda, iria ao encontro de uma corrente de educadores que considera essas duas disciplinas como suficientes para indicar a capacidade dos estudantes de acompanhar, com sucesso, qualquer curso superior, a não ser para as carreiras que exijam habilidades especiais como música e educação física, entre outras. Infelizmente, o assunto saiu de pauta com o afastamento do ministro.

Se o Português e a Redação (apesar das dificuldades de correção desta) já vinham sendo valorizados nos exames de seleção, para ingresso no ensino superior, a partir do final da década de 80, justificados pela necessidade de leitura, compreensão de textos e

articulação do pensamento discursivo, a relevância da Matemática andou abandonada em nosso País de advogados.

Em 1991, o *The Quarterly Journal of Economics* publicou um estudo bastante interessante, comparando o desenvolvimento do PIB de países onde a formação de engenheiros é forte em contraposição a países onde a formação de advogados é mais desenvolvida. A conclusão dos autores é que há uma correlação positiva entre a formação de engenheiros e o crescimento econômico, enquanto essa correlação é negativa nos países onde a formação de bacharéis em Direito prepondera.

188

A razão não é que a formação de bacharéis seja ruim para o país. A possível explicação reside no fato de que em certos países, do grupo que chamaremos de um, as melhores cabeças do país são estimuladas, seja pela valorização cultural, pecuniária ou por incentivos governamentais, a buscar as áreas de inovação tecnológica, e conseqüentemente a produtividade aumenta e o país desenvolve-se mais socioeconomicamente, enquanto que os países que valorizam mais as atividades-meio, do grupo dois, que absorvem recursos produtivos e os maiores talentos para fins ligados à redução dos custos de transação internos, proteções à ânsia fiscal ou à burocracia sufocante e corrupta, tendem à estagnação econômica.

O Brasil parece ser o exemplo típico do grupo dois. Falta-nos o que se define como isonomia competitiva, típica do grupo um, que existe em sociedades onde é mais profícuo investir na inovação do que em profissionais capazes de reduzir suas cargas financeiras e tributárias.

Não é à-toa que no Brasil é tão grande o número de matrículas em Direito (13%) e tão pequeno o dos estudantes de Engenharia (8%) em relação ao total de matriculados no ensino superior. No estudo supracitado, a média em todos os países analisados era de 12% do total das matrículas superiores nas Engenharias e 7% no

Direito. Na Coréia, 27% das matrículas da educação superior são na área das engenharias.

Para ilustrar o acanhamento das áreas tecnológicas no Brasil, temos 0,1% de nossa força de trabalho em C&T, enquanto os EUA e o Japão têm quase 0,8%, a França e a Alemanha 0,5% e a Coréia 0,4%. Se a força de trabalho brasileira nessas áreas já é pequena, sua eficácia como contribuição ao desenvolvimento, medida por meio das patentes registradas, é ainda pior. Se nos baseássemos na produção científica nacional e na relação internacional entre publicações científicas e registros de patentes por país, o Brasil deveria registrar três vezes mais patentes do que faz anualmente.

Além de suas contribuições para o desenvolvimento econômico, a Matemática e as Ciências são parte integrante da cultura moderna e seu domínio abre portas a profissionais das mais diferentes áreas. Os modelos matemáticos, embora não esgotem a realidade, são ferramentas importantes para a compreensão de fenômenos em áreas tão distintas como física, química, biologia, psicologia, economia, gestão e administração, entre muitas outras, porque permite prever, dentro de certos limites, a consequência e o desdobramento de diferentes situações.

189

É mais do que hora de revalorizar o ensino da Matemática e das Ciências, disciplinas que os alunos brasileiros detestam, em sua esmagadora maioria – e que nossos intelectuais acham graça em afirmar que nunca foram bons alunos – para rediscutir seu ensino, principalmente nas classes fundamentais.

No recente exame do *Programme for International Student Assessment* (Pisa), da OECD, 2003, ficamos em antepenúltimo lugar, entre os 40 países que se submeteram ao teste de conhecimentos matemáticos para estudantes de 15 anos, abaixo de todos os países latino-americanos que participaram do exame e só superando a Tunísia e a Indonésia.

Por que tivemos um resultado tão ruim? No Brasil, o ensino da Matemática seguiu a postura formalista da escola francesa (Bourbaki), com ênfase no simbolismo e na lógica matemática. Foi a famosa "Matemática Moderna" que invadiu nossas escolas.

Essa visão sofisticada e desligada dos fatos práticos entrou fortemente no ensino da Matemática, sem a correta compreensão dos professores. Ao invés de tentar entender a aritmética e a geometria, era a teoria dos conjuntos o grande desafio, que nossos professores tentavam, em vão, assimilar.

Essa visão formalista e abstraída da realidade tem contaminado o ensino brasileiro de Matemática e das Ciências Naturais ao longo do tempo.

190

Uma análise que, infelizmente, até hoje permanece verdadeira, foi feita pelo físico americano, Richard Feynman, que esteve mais de uma vez no Brasil e ganhou o Prêmio Nobel de Física por suas magníficas contribuições ao desenvolvimento da Mecânica Quântica.

Além de suas contribuições para o desenvolvimento econômico, a Matemática e as Ciências são parte integrante da cultura moderna e seu domínio abre portas a profissionais das mais diferentes áreas. É mais do que hora de revalorizar o ensino da Matemática e das Ciências, disciplinas que os alunos brasileiros detestam, em sua esmagadora maioria – e que nossos intelectuais acham graça em afirmar que nunca foram bons alunos – para rediscutir seu ensino, principalmente nas classes fundamentais.

Feynman descobriu que quando ele perguntava sobre a teoria de um determinado assunto os alunos respondiam com rapidez, mas se o mesmo assunto era tratado de outra forma, saindo do formal para a experiência objetiva, os estudantes brasileiros perdiam-se completamente. Eles só eram capazes de reproduzir por memorização o que os professores haviam ditado para eles anotarem em suas aulas. Eles

eram incapazes de ver a realidade por detrás daquelas palavras e, portanto, incapazes de aplicar aqueles conhecimentos aos fenômenos cotidianos. Eram palavras definindo palavras. Não se aprendia física no Brasil, segundo ele.

Mais cruel, ele afirma:

Um erudito grego descobre que os alunos de outro país são capazes de recitar em perfeito grego desde pequenos. Ao questionar os alunos, percebe que estes estudantes aprendem a pronunciar as letras, depois as palavras e finalmente frases e parágrafos. Mas sem compreenderem que aquelas palavras gregas têm um significado. Para os alunos elas são sons artificiais. É isso que me parece ser o ensino de ciências no Brasil.

Façamos uma autocrítica: Só o ensino de ciências sofre desses males?

191

Para reverter esse quadro negativo é preciso, antes de mais nada, rever a nossa concepção de cultura, reconhecendo-se que o conhecimento científico é fundamental para a formação integral do indivíduo e essencial para a sociedade, que hoje só preconiza a chamada "cultura humanística", como reflexo, na verdade, da rejeição da cultura científica. Afinal, não há nenhuma razão para o brasileiro ser incapaz de aprender ciências.

Reconhecida a importância da formação científica, é preciso avaliar o ensino de ciências nas áreas de formação básica. Nossos professores do ensino fundamental não transitam nas ciências, têm medo de perguntas, não incapazes de construir uma analogia ou explicar um fenômeno experimental real, a não ser o clássico crescimento do feijão no copo, politicamente correto, mas que nada agrega ao conhecimento científico.

Esse ensino de pouca qualidade propaga-se verticalmente atingindo o ensino médio e a própria universidade, como constatou Feynman — para nossa tristeza.

Como ensinar, desde as primeiras séries, Matemática e Ciências sem recorrer à mera memorização, à solução de equações do segundo grau, ao significado de suas raízes e de sua existência? Como motivar as crianças a explicarem os fenômenos, ao invés de decorarem fórmulas?

Em um nível superior, a enxurrada de teoremas, sem motivação e sem explicações de suas limitações e dos caminhos para entendê-los, ajudou a criar professores incapazes de ver o que é simples e de transmitir a verdadeira forma de se criar no mundo da Matemática e das Ciências.

A formação didática é importante, mas o domínio real, expresso pelo trânsito seguro pelo conteúdo, é ainda mais.

192

Para repensar o ensino de Matemática e das Ciências, é preciso, inicialmente, mudar primeiramente nossos professores, para que eles possam ensinar nossos filhos.

É preciso valorizar os profissionais das áreas de Ciência e Tecnologia, hoje formados, em sua maior parte, nas instituições públicas de ensino superior, porque os cursos são caros nas instituições privadas e afugentam os estudantes. Deveria haver um programa seletivo de apoio aos estudantes capazes, mas com poucos recursos financeiros, interessados em se formar nessas áreas.

Seria, também, indispensável que os departamentos universitários ligados às áreas científicas dessem mais valor e incentivo aos cursos de licenciatura e aos docentes mais dedicados à formação dos futuros professores, desses departamentos.

Um grande debate nacional sobre o tema, com a presença de especialistas de países escolhidos onde esse problema está melhor resolvido seria, por todas essas razões, muito oportuno e urgente para que

o Brasil pudesse atingir o estágio de país cultural e tecnologicamente desenvolvido.

BIBLIOGRAFIA

INEP, MEC. *Censo da educação superior, 2003*. Brasília: MEC, 2003.

BRITO CRUZ, C. H. *Revista Humanidades*. Brasília: UnB, n.45, 1999.

OECD – *PISA Report*, 2000. Paris: OECD, 2000. Disponível em: <pisa.oecd.org.>.

LOBO, R. L. A Redescoberta de Cristóvam. *Folha de São Paulo*, 2003.

MURPHY, K. M.; SCLEIFER, A.; VISHNY, R. W. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 106, 1991.

.....

Educação científica no Brasil: uma urgência

Suely Druck

.....

*Temos direito de ser iguais quando
a diferença não inferioriza e
direito de ser diferentes quando
a igualdade nos descaracteriza
(Boaventura Souza Santos)*

195

Quando se pensa em educação científica há que se ter em mente duas questões essenciais: primeiro, a possibilidade de tornar disponíveis à população os meios (objetivos e subjetivos) de usufruir dos benefícios do desenvolvimento científico e tecnológico; segundo, a capacidade que um país deve ter de produzir ciência e tecnologia de modo a desempenhar papel relevante na ordem mundial. A prática brasileira vem tentando dar conta desses problemas, por um lado equipando espaços diversos (instituições científicas, hospitais, fazendas, laboratórios, museus) com recursos modernos e sofisticados e, por outro, criando centros de excelência de conhecimento nos quais pequenos grupos de dedicados cientistas produzem ciência e tecnologia de alta qualidade. São esforços bem-vindos, embora ainda aquém das necessidades nacionais e que precisam ser acompanhados por um processo de educação de massa.

Informações sobre saúde, alimentação, cálculos de impostos, gráficos de distribuição de renda, a incrível velocidade com que se divulgam informações pela Internet, e muitos outros benefícios espetaculares do conhecimento científico estão indisponíveis para grandes massas da população brasileira que, incapazes de entendê-los e usá-los adequadamente, permanecem à margem do progresso científico. O indivíduo que se defronta com um gráfico simples de desempenho econômico deve ser capaz de entendê-lo, assim como a criança cuja escola tem um computador precisa saber usá-lo. Uma tabela de nutrientes em um rótulo de alimentos é inútil para quem não sabe o que é um carboidrato ou não consegue mensurar quantidades de calorias por peso líquido, ou ainda, sequer entende o que é um percentual. Pequenos núcleos de produção científica de alta qualidade não darão ao País a massa crítica necessária para desempenhar papel importante na ordem econômica mundial. É de suma importância, neste momento, entender que uma educação científica de qualidade para a totalidade da população é o único meio que dispomos para — diminuir a enorme legião de excluídos no País e formar mão-de-obra de alta qualidade para produzir resultados realmente inovadores na ciência e na tecnologia.

Refletir sobre o problema da inclusão social é tarefa urgente em um país como o Brasil onde a maioria da população encontra-se desprovida de direitos e serviços básicos. O exercício da cidadania requer uso responsável de direitos e cumprimento de deveres, bem como capacidade de manifestação e participação efetiva em discussões de interesse comunitário. Para tanto, faz-se necessário dotar cada cidadão de um substrato mínimo de conhecimentos e de pensamento articulado. Vale dizer e repetir, *a educação é fator essencial e determinante na transformação de indivíduos em cidadãos*. Educar e formar os futuros cidadãos, essa é a tarefa da escola, e cabe principalmente a ela garantir a todos os jovens e crianças o acesso a uma base de conhecimento científico. A urgência na atualização científica de nosso povo deve ter

reflexos imediatos nos currículos e nas atividades escolares. Por outro lado, é preciso ter claro que a educação científica é um processo permanente de aquisição de conhecimentos, e por isso ultrapassa os muros e os períodos escolares. Museus, Centros de Ciências, meios de comunicação escrita e falada devem ser parceiros na divulgação do conhecimento científico à nossa população.

O Brasil é um país de grandes desigualdades: possui uma comunidade científica, instalada em universidades e institutos de pesquisa, de elevada qualidade acadêmica, em áreas diversas do conhecimento. Todavia, as escolas de nível fundamental e médio – particularmente as públicas, onde estuda a maioria dos brasileiros – abrigam uma população infanto-juvenil que, embora freqüente formalmente os bancos escolares, apresenta baixíssimo nível de conhecimento e capacidade crítica. Reconhecer e enfrentar esta realidade da educação pública é a tarefa que se impõe prioritariamente no Brasil.

197

Os motivos mais alardeados e óbvios para essa situação são a lastimável remuneração dos professores e o nível de investimento financeiro do País em educação. São questões essenciais, de fato, e sua persistência inviabiliza qualquer tentativa de solução. No entanto, existem três outros pontos igualmente importantes.

O primeiro trata da visão de diversos grupos que atualmente definem parâmetros educacionais no País, que desvaloriza a *informação* – em particular a informação científica – no processo de aprendizagem dos alunos, tratando-a como objeto acessório ao invés de essencial. Isso ocorre exatamente no momento em que vivemos em uma sociedade de informação. A prática da desqualificação da informação em muitas escolas brasileiras tem tido resultados desastrosos para nossos estudantes, privados de informações que muitas vezes poderiam lhes assegurar, por exemplo, uma vaga em uma universidade pública. Todos sabemos que não haverá inclusão científica sem o compromisso com a informação científica e sua transferência aos nossos jovens e crianças.

O segundo diz respeito à falta de uma convicção nacional de que devemos oferecer uma educação de qualidade a todos os estudantes, principalmente aos oriundos das classes menos privilegiadas. Alguns setores consideram que não vale a pena investir na qualidade do ensino, o científico em particular, nas classes mais pobres, tendo em vista as poucas possibilidades de mobilidade social ou sucesso profissional de estudantes oriundos dessas classes. A experiência que a Sociedade Brasileira de Matemática tem tido em seus projetos destinados às escolas públicas, leva a acreditar exatamente no contrário: verificamos que jovens talentos de todas as classes sociais estão por aí à espera de um bom sistema educacional que os detecte e encaminhe para o seu desenvolvimento adequado. A indiferença com que nosso sistema educacional vem tratando esses talentos é um desperdício inaceitável em um país como o Brasil que precisa urgentemente de desenvolvimento e inovação científicos. O ensino de qualidade – um direito de todos – é fundamental para oferecer aos jovens a possibilidade de um futuro interessante e produtivo, e, em particular, de serem partícipes do desenvolvimento científico e tecnológico do nosso País.

O terceiro é a péssima formação que vem sendo dada à grande parte dos professores, que em sua maioria não domina os conteúdos que tem que ensinar em sala de aula – afirmo que esse é o caso de aproximadamente 80% dos professores recém-formados em Matemática. Essa situação está bem registrada em indicadores nacionais de avaliação (como o extinto Provão), e atinge não só os professores recém-formados, mas também uma grande massa de professores em exercício, criando um perverso círculo vicioso, que reproduz em grande escala a formação deficiente de licenciados. Resultados tão desastrosos mostram muito mais do que a má-formação de uma geração de professores e estudantes: evidenciam o pouco valor dado ao conhecimento científico e a ignorância em que se encontra esmagadora maioria da população. É preciso registrar, no entanto, que não são os professores que optaram por receber salários

aviltantes e péssima formação; essa é a única opção que nosso País vem oferecendo à maioria daqueles que são responsáveis pela educação de nossos jovens e crianças.

Melhorar a qualidade da educação em um país de população continental, não é tarefa fácil. Para começar, será preciso formar mais e melhores professores e também mais cientistas – o número desses profissionais no País é ainda insuficiente para o grande desafio que temos que enfrentar. Apesar desse quadro de necessidade de formação superior qualificada, ainda encontramos o discurso – tão equivocado quanto simplista – que contrapõe o ensino básico ao ensino superior público, como se a qualidade de um só fosse possível em detrimento da do outro. Sobre esse tema, escreveu com muita propriedade o físico Alaor Chaves em documento publicado no *Jornal da Ciência, online* em 20 de junho de 2005.

199

Apesar das enormes dificuldades a serem enfrentadas, não faltam algumas boas notícias como a crescente conscientização nacional da importância da educação científica para o nosso povo e as diversas iniciativas nesse sentido que têm surgido, tanto nas esferas governamentais quanto na sociedade civil. É preciso acreditar que o Brasil tem chances de reverter o quadro de analfabetismo científico em que vive grande parte de seu povo. Temos a certeza de que contamos com uma enorme população de professores, jovens e crianças ávidos por conhecimento, por oportunidades e por atenção. Um exemplo dignificante que ilustra essa certeza é a inscrição voluntária na Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas de 2005 (OBMEP 2005) de 10,5 milhões de estudantes de 52% das escolas públicas e 92% dos municípios do País. Vale registrar o entusiasmo de milhares de alunos que no momento se preparam, com auxílio de seus professores, para a OBMEP 2005 e a pronta resposta das escolas que usaram de todos os meios para garantir a inscrição de seus alunos: a Internet, os orelhões, os telefones de armazéns e padarias, a via postal.

O desafio da inclusão científica no Brasil é enorme, mas pode ser vencido desde que consigamos recuperar o tempo perdido; não podemos miraculosamente saltar do presente para o futuro. Para isso, precisamos assumir algumas premissas, tais como:

- ciência é um componente essencial à educação dos nossos jovens e crianças;
- todos os cidadãos deveriam estar aptos a usar tecnologia básica, aquela que melhora a qualidade de vida do cotidiano;
- a escola é o principal agente responsável pela educação científica dos nossos jovens e crianças;
- ciência começa com curiosidade, por isso é preciso dotar os professores de uma cultura científica que lhes permita satisfazer e encorajar a curiosidade pela ciência em nossos estudantes;
- cabe às instituições científicas, museus e centros de ciências criar um ambiente que valorize a ciência e esclareça os seus benefícios;
- a educação científica ideal é aquela que enriquece a experiência escolar, incentiva o talento e propicia a todos os estudantes um nível de cultura científica que lhes permita entender a utilidade de inovações tecnológicas.

Qualquer iniciativa destinada à transmissão objetiva de conhecimento da comunidade científica a segmentos desprivilegiados da nossa população trará como consequência benéfica uma contribuição ao processo de inclusão social. A educação de qualidade – um direito do cidadão – permite melhorar a perspectiva de vida oferecendo um leque maior de oportunidades profissionais. Entendemos que o esforço pela inclusão social objetiva colocar nas mãos dos menos privilegiados as ferramentas necessárias para a tarefa de interferir positivamente tanto na sua própria vida quanto no ambiente que o cerca.

Finalmente, convém notar que a independência científica e tecnológica de um país depende substancialmente da criação de uma massa crítica de alta qualidade nos meios científicos. Lembrando que estamos no “país do futebol”, olhamos em volta e constatamos: em cada esquina há um campinho, uma bola, um técnico e uma porção de pequenos jogadores apaixonados. Assim criamos os grandes, os médios e os pequenos craques, assim criamos os comentaristas, os técnicos e os preparadores físicos, assim somos respeitados como um dos países que gera novidades e talentos no esporte. É esse mesmo princípio que temos que seguir na ciência e tecnologia, dotando cada escola de estrutura e estímulos necessários ao desenvolvimento da paixão pela ciência. Fazendo de cada cidadão um partícipe do seu tempo, capaz de aproveitar o progresso, fazer críticas embasadas em dados bem compreendidos e produzir conhecimento. Há também que encantar os jovens com as carreiras científicas, formar grandes professores e pesquisadores e a eles oferecer condições de vida digna e perspectivas salariais que ao menos não tornem, no imaginário social, o cientista e o professor apenas abnegados sonhadores. É urgente que essa visão seja modificada, fazendo das carreiras do magistério e científicas opções atraentes para o nosso jovem.

201

Há também que encantar os jovens com as carreiras científicas, formar grandes professores e pesquisadores e a eles oferecer condições de vida digna e perspectivas salariais que ao menos não tornem, no imaginário social, o cientista e o professor apenas abnegados sonhadores. É urgente que essa visão seja modificada, fazendo das carreiras do magistério e científicas opções atraentes para o nosso jovem.

BIBLIOGRAFIA

KRASILCHIK, M, MARANDINO, M. *Ensino de ciência e cidadania*. São Paulo: Ed.Moderna, 2004.

MATOS, C. (Org.). *Ciência e inclusão social*. São Paulo: Estação Ciência, USP, 2002.

.

Investimentos em educação, ciência e tecnologia

Ubiratan D'Ambrosio

.

Adequação de investimento

203

A quantidade do investimento não implica, necessariamente, a qualidade do investimento.

Há um clamor por maiores verbas para a educação e para a pesquisa. Obviamente, isso é necessário. O Brasil investe pouco, comparado a outros países em grau de desenvolvimento semelhante ao seu, particularmente se considerarmos a justificada ambição brasileira de competir no mercado internacional de produtos industrializados, de alta tecnologia. Sem investimento em pesquisa básica e em pesquisa orientada, dificilmente seremos competitivos. A pesquisa concretiza-se em produção e consumo.

A pesquisa necessita, para sua concretização, de uma população preparada para absorver a produção, de forma criteriosa e responsável, e isso implica a necessidade de uma boa educação básica.

Um equívoco freqüente é pensar em educação básica apenas como preparação para a educação superior e pesquisa. Mesmo com uma educação básica deficiente, as elites encarregam-se de prover uma boa educação básica para os seus futuros sucessores. Isso acontece no

modelo capitalista, como acontecia nas monarquias. Mas, com isso, o quadro de desigualdades sociais mantém-se. Tanto que, após a Revolução Francesa, um dos grandes desafios foi manter o alto nível de educação da aristocracia, mas agora universalizada para toda a população. A educação básica pública para todos é o que pode criar oportunidades de acesso para as várias classes sociais.

Resumindo, a educação básica tem objetivos sociais em duas vertentes: preparação para o consumo e oportunidade de acesso aos cargos de decisão.

Mas não se trata apenas de ter mais verbas. A qualidade do investimento é o ponto nevrálgico da questão. Isto é muito bem colocado por Seymour Papert (2001), quando ele diz que

204

Nas escolas estamos longe de mobilizar o potencial de aprendizagem dos alunos e muito, muito longe de mobilizar o potencial global de aprendizagem do mundo. No meio dessa explosão de mudanças, a instituição escola continua do mesmo modo em todos os países. Bilhões de dólares são desperdiçados.

Entre esses bilhões desperdiçados estão os gastos com sofisticados programas de avaliação, realizando pesquisas quantitativas preconceituosas e predispostas. Nada acrescentam à qualidade da educação. O mesmo se pode dizer da versão quantitativa da análise de progresso científico, a chamada cientometria.¹

O investimento é atrelado aos resultados de avaliações que, supostamente, dão informações sobre o aproveitamento e o rendimento escolar. Em primeiro lugar, deve-se notar que o aproveitamento escolar está diretamente ligado a condições físicas e emocionais do educando.

O investimento em escola não pode ficar limitado a uma ação pedagógica na sala de aula. Mais importante que bons prédios, bons professores, bons livros e equipamentos, são as condições do educando fora da escola. Um educando passa pouco mais de 10% do ano na

¹ Ver o excelente livro de Loet Leydesdorff: LEYDESORFF, L. *The Challenge of Scientometrics: the development, management, and self-organization of scientific communications*. Leiden: DSWO Press, The University of Leiden, 1995.

escola. As poucas horas de presença na escola só fazem sentido se complementadas por um período considerável de atividades escolares extramuros.

Investimento em educação significa atenção também para as atividades fora da escola. Torna-se, portanto, essencial que a família participe efetivamente nas atividades escolares dos filhos, colaborando e criando condições adequadas para a realização das tarefas escolares. O investimento em educação deve contemplar essas condições. Muitos afirmam que isso implica uma multiplicação dos gastos, já escassos, com a educação. Mas é possível, praticamente sem custo adicional, obter o resultado, absolutamente prioritário, de integrar a família na ação da escola, simplesmente mudando estilos e os programas escolares. É muito interessante o projeto de uma escola em Araraquara, no Estado de São Paulo, criando atividades para integrar as famílias na ação pedagógica. O método é, essencialmente, ensinar usando coisas comuns no dia-a-dia das crianças.²

205

Resumidamente, trata-se de quebrar as barreiras entre a criança e os pais, causadas, principalmente, por uma desconfiança mútua, na verdade, que os pais sejam capazes de entender os conteúdos tratados na escola. Isso pode ser resolvido com uma prática de ter “a voz da família” trazida à escola pelos alunos. Um exemplo: ao abordar o tema “transporte”, o professor não explica sobre transporte, mas anuncia “na próxima aula estudaremos transporte” e pede, como lição de casa que os alunos entrevistem os pais sobre algumas questões básicas sobre transporte. O professor inicia a aula seguinte comentando a opinião dos pais, com todo o cuidado para não intimidar a exteriorização de idéias. E ele também se submete à entrevista, expondo as idéias do professor, isto é, ensinando qual a posição acadêmica sobre transporte. É certo que, ao chegar em sua casa, o aluno contará a reação do professor e com isso estabelece um diálogo entre a criança e os pais sobre o tema estudado. O ganho efetivo está no estabelecimento de diálogo entre a criança e seus pais a partir da experiência escolar.

² Disponível em: <<http://www.desafios.org.br/index.php?Edicao=10&pagina=noticias&idNoticia=76>>.

O estímulo a propor o novo choca-se com a ênfase dada à avaliação, que privilegia a mesmice. Isso não se dá apenas nas avaliações de resultados acadêmicos, como nos chamados “provões” ou nos sofisticados projetos internacionais comparativos, como o Pisa (*Programme for International Student Assessment*). Os alunos são preparados para satisfazerem o que lhes é solicitado nos testes, mesmo que se retire desses testes uma padronização evidente. A mera subordinação a um teste definido em um contexto que sugere avaliação é intimidadora, conseqüentemente estimulando a criação de modelos de preparação para o sucesso nos testes.

Ao examinarmos estruturas educacionais, como uma universidade ou um sistema educacional (rede de escolas), mediante variados critérios de credenciamento, nota-se que a inovação é desestimulada. É mais seguro ir por caminhos já trilhados que procurar novos caminhos. Estimula-se a mesmice.

Há riscos no novo? Claro que os há. Não se avalia o novo? Claro que se avalia. Mas a avaliação só faz sentido pelo agente, como regular da continuidade da ação. Metaforicamente, cada exercício de inalação é avaliado e orienta os exercícios seguintes, o que produz o complexo de ações que denominamos respiração.

Não se trata de priorizar, mas sim de integrar o investimento. O grande objetivo é o desenvolvimento no sentido amplo: a busca do bem comum, conceito maior da cidadania, e da criatividade na busca de soluções novas para problemas novos.

Educação para desenvolvimento e empregabilidade

Temo que uma grande ênfase na educação elementar, entendida como fundamental e média, inegavelmente necessária, mas sem igual ênfase na educação superior, entendida como graduação e pós-graduação, e na pesquisa, podem enfraquecer o ciclo, dificultando o ciclo do desenvolvimento: invenção/produção/comercialização.

Desenvolvimento depende de ciência e de tecnologia. Mas educação por si não é garantia de desenvolvimento. Sobre a empregabilidade, a educação para o trabalho é ilusória, como bem explica Viviane Forrester (1997, p. 80-81):

A diversidade das disciplinas, seus conteúdos, não são postos em questão aqui, ao contrário. Já que o caminho dos empregos se fecha, o ensino poderia pelo menos adotar como meta oferecer a essas gerações marginais uma cultura que desse sentido à sua presença no mundo, à simples presença humana, permitindo-lhes adquirir uma visão geral das possibilidades reservadas aos seres humanos, uma abertura sobre os campos de seus conhecimentos. E, a partir daí, razões de viver, caminhos a abrir, um sentido para seu dinamismo imanente. Mas, em vez de preparar as novas gerações para um modo de vida que não passaria mais pelo emprego (que se tornou praticamente inacessível), há um esforço contrário para fazê-las entrar nesse lugar obstruído que as recusa, tendo como resultado convertê-las em excluídas daquilo que nem sequer existe mais. Em infelizes. ... A tendência, pelo contrário, é considerar que eles não são bem preparados — não diretamente — para entrar em empresas que não querem saber deles, às quais eles não são necessários, mas para as quais se quer 'formá-los', e para nada mais.

207

Há um equívoco em se concentrar os limitados recursos disponíveis tentando resolver o problema da educação elementar, acreditando que assim estaremos semeando para boa ciência e tecnologia. Metaforicamente, semear não depende apenas de uma boa semente, mas também do solo e dos cuidados quando as sementes começam a germinar. Mas só atingem objetivos maiores com a colheita e com o destino dado ao produto. A colheita e, principalmente, o destino do produto é que vão gerar os recursos para uma nova semeadura. Desenvolvimento só pode ser entendido como um ciclo: invenção/produção/comercialização.

Há um grande passo da preparação básica à invenção. E um passo ainda maior da invenção à produção. A produção só faz sentido pela sua colocação no mercado. Dou como exemplo o sucesso comprovado no ciclo do desenvolvimento tecnológico que representou a criação do

Centro Tecnológico de Aeronáutica de São José dos Campos, no final da década de 40. A criação do ITA, cujo objetivo era a criação de recursos humanos para um projeto industrial de desenvolvimento, foi acompanhado por um centro de produção, do qual resultou a Empresa Brasileira de Aeronáutica S. A. (Embraer), e garantiu-se um mercado para essa produção, que era a Força Aérea Brasileira. A conjugação das três vertentes, que caracterizaram o Centro Técnico de Aeronáutica, é um excelente exemplo de planejamento integrado. A partir desse início, o sistema criou uma dinâmica própria e resultou em um complexo de produção industrial internacionalmente competitivo.

208

A questão da empregabilidade é dominante nas reflexões sobre educação, em particular sobre educação superior. É falado e repetido que, quanto mais educação, maior a possibilidade de emprego. Não se nega. Mas que educação?

No seu estudo sobre o mercado de trabalho do futuro, Robert B. Reich (1992, p. 226-227), secretário do Trabalho no primeiro mandato de Bill Clinton e professor da Escola de Direito de Harvard, analisa a educação americana e coloca, como um dos maiores obstáculos a uma melhoria da mesma, a crescente dependência nos testes padronizados. Em uma referência óbvia à escola organizada em classes homogêneas cumprindo um programa rígido, diz que

Algumas pessoas, que se autodenominam 'educadores' sugerem que o currículo padrão deve se tornar ainda mais uniforme em toda a nação e que os testes padronizados deveriam se tornar ainda mais indicadores do que foi despejado nas jovens cabeças uniformes enquanto elas foram sendo movidas ao longo de uma esteira de montagem.

A boa educação, em todos os níveis, deve liberar o jovem dessa prática ineficiente e constrangedora. Ineficiente, pois não o prepara para o mundo moderno, e constrangedora, por submeter o aluno à pressão permanente para aceitar aquilo que está, evidentemente, desatualizado.

Volto a criticar os testes padronizados, chamados no Brasil, “provões”, pois testam e premiam o inútil, o desatualizado. Não me refiro apenas aos conteúdos, mas à atitude intrínseca a esses instrumentos, em total descompasso com o mundo moderno.

Pode-se pensar o novo. No seu livro, Reich fala sobre como vê os empregos do futuro, identificando-os em três grandes categorias: serviços de produção rotineira, serviços pessoais e serviços simbólico-analíticos. Prevê uma crescente demanda nessa última categoria. O indivíduo, para ter um bom desempenho nessa categoria, deverá ter capacidade de abstração, de pensamento sistêmico, de experimentação e de colaboração. Claro, deverá ser capaz de ler e interpretar, escrever e redigir, contar e avaliar, mas apenas isso é insuficiente. Minha proposta de uma organização curricular focalizando os instrumentos comunicativos (literacia), analíticos (materacia) e materiais (tecnoracia), responde à necessidade de formação ampla que será necessária não só para o novo mercado de trabalho que se delineia, mas igualmente para a cidadania plena (D’Ambrosio, 1999).

209

A certificação profissional é um outro elemento que interfere com a educação. Não sei situar o momento histórico em que a sociedade atribuiu à universidade a responsabilidade de certificação profissional associada ao diploma. Mas um diploma universitário jamais deve ter a característica de conferir credibilidade profissional, sob o risco de subordinar a orientação acadêmica a critérios tradicionais que pautam o exercício de uma profissão. As universidades têm uma dupla função: estimular o novo e preparar para o exercício profissional. A satisfação dessa última função dá aos sistemas nacionais de avaliação e credenciamento uma força que privilegia o aprimoramento da mesmice,

A boa educação, em todos os níveis, deve liberar o jovem dessa prática ineficiente e constrangedora. Ineficiente, pois não o prepara para o mundo moderno, e constrangedora, por submeter o aluno à pressão permanente para aceitar aquilo que está, evidentemente, desatualizado.

desestimulando o novo. O exercício profissional vem de práticas já consagradas, não havendo espaço para o novo. E, socialmente, essa função acaba sendo a dominante. A consequência mais grave é a repressão ao novo.

É exemplar o fato de alguns setores não verem no diploma o equivalente a um certificado profissional, e criarem seus próprios instrumentos de acreditabilidade e de certificação. Assim, um sistema escolar, por exemplo, uma rede municipal, deve ter seus critérios de aceitação de profissionais. Isso é comum nas indústrias. No caso de serviços prestados a toda uma sociedade, os setores responsáveis pelas atividades que servem um objetivo social, visando ao bem-estar da população, devem fornecer ao usuário uma identificação de credibilidade do prestador de serviço. Como faz a Ordem dos Advogados do Brasil. O modelo da OAB, devidamente modificado para evitar corporativismo e incluir representatividade dos usuários dos serviços profissionais, deveria ser imitado pelas demais profissões. Lamentavelmente, outros órgãos de credenciamento profissional, como os conselhos de Medicina e de Engenharia, subordinam a certificação à rigidez programática das escolas. Esse modelo não só ignora a motivação e a preparação do indivíduo para o exercício uma atividade de interesse social, mas, sobretudo, impede as universidades de implementar propostas inovadoras.

Um dos graves problemas que vejo na educação é a importação de um conceito de qualidade de produção para a educação. Não se pode confundir o resultado de um processo educacional com a qualidade de um produto, mesmo quando se adotam critérios aparentemente voltados para o comportamento humano. É interessante destacar quão complexo é o conceito de qualidade na educação.³ Há uma grande ênfase em quantificar qualidade em educação, o que vejo como um absurdo. Uma das mais interessantes reflexões que conheço sobre a

3 Menciono a interessante reflexão que Robert M. Pirsig (2000) faz sobre educação.

avaliação das universidades deve-se a Luiz Felipe Perret Serpa (1995, p. 18-19), ex-reitor da Universidade Federal da Bahia:

O problema mais urgente é a qualificação da qualidade. Para qualificar a qualidade, entendo, é necessário referenciar cada universidade a uma singularidade, à sua formação histórica e às peculiaridades econômicas, sociais e culturais da região em que se insere. Para qualificar a qualidade, é necessário que cada instituição seja capaz de definir um perfil e um projeto próprios, a partir das potencialidades e dos problemas da região em que está inserida. Para qualificar a qualidade é necessário vivenciar a diferença, e a partir da diferença construir os parâmetros de avaliação de desempenho que se vai utilizar. Se compreendermos que os valores e os parâmetros universais foram produzidos a partir das vivências locais e posteriormente generalizados; se compreendermos que toda vez que submetemos a diferença a um valor geral, teremos como resultado ou uma hierarquização insuperável ou uma homogeneização indesejável; se compreendermos, finalmente, que a diferença só é mensurável dentro dela mesma, estaremos aptos a investir no diagnóstico da instituição e no seu entorno, e a deliberar sobre a definição das políticas, das diretrizes, das metas e das ações compatíveis com a sua especificidade. É esse diagnóstico contextualizado e essa definição de política que produzem o Projeto de Universidade.

211

Uma proposta de universidade como resgate de dívida social

Há, efetivamente, um grande desequilíbrio de oportunidades na população brasileira. O mesmo se passa em outros países. A maioria das propostas que estão sendo discutidas criam sistemas de privilégios resultantes de erros do passado. São medidas totalmente ineficientes, que na verdade agravam as desigualdades hoje notadas. Sobretudo por tentarem conciliar um sistema enrijecido por modelos de credenciamento, baseados em uma falsa meritocracia, com a abertura de reais oportunidades a quem delas necessita.

Respondo a esse modelo perverso de resgate de dívida social com uma proposta de Universidade Extramuros. Embora focalizando o

ensino superior, a mesma proposta aplica-se, devidamente modificada, a todos os níveis de educação.

O oferecimento de oportunidades de acesso à universidade pode ser uma forma insidiosa e sutil de discriminação. Ao atingir a maioridade, muitos jovens deixam de ingressar na universidade, por razões as mais diversas. Falta de recursos, insegurança em dar esse passo reconhecendo sua formação deficiente e, o que é muito comum, falta de motivação. A perspectiva de despesas associadas à vida universitária, embora aliviada por uma bolsa irrisória, não permite ao jovem adulto realizar projetos que, desde criança, alimenta. Por outro lado, as possibilidades de emprego aos portadores de diploma de ensino médio são atrativas, e muitos decidem ingressar no setor de produção. Ali as oportunidades de ascensão são mais rápidas e muitos chegam a atingir posições de decisão e destaque. Porém, a falta de um diploma universitário, aliado a certa fragilidade da base teórica sobre a qual repousa sua prática, muitas vezes impede o acesso profissional e social. Alguns, apesar de terem sido responsáveis por construir as bases de uma empresa, chegam à situação embaraçosa de serem comandados por um jovem, recém-formado, que tem como credencial maior o diploma universitário. A empresa e a sociedade em geral, ignoram a dívida que têm com esses indivíduos que ajudaram a construir a riqueza da empresa, das comunidades e da nação.

A história recente nos oferece inúmeros exemplos de situações que evidenciam essa observação, envolvendo trabalhadores da educação, da imprensa, da saúde, das indústrias, e mesmo do Legislativo e Executivo. Lembro, como exemplo, que, com a regulamentação da exigência de licenciatura para lecionar, inúmeros professores experientes e capazes foram ameaçados de serem substituídos por jovens licenciados. O mesmo se passa com jornalistas e com servidores da saúde.

Para aliviar a situação ameaçadora ao trabalhador e para viabilizar a continuidade da empresa, sejam escolas, hospitais ou indústrias,

criam-se expedientes inidôneos para resolver a situação, tais como capacitação em serviço, faculdades de fim de semana (hoje funcionando em outros esquemas), enfim, recursos emergenciais para resolver dificuldades e problemas vários, muitos criados por uma legislação precipitada e, muitas vezes, demagógica. Não se paga uma dívida social com medidas do gênero. Isso não implica que todas as propostas do gênero estejam sujeitas a essa crítica. Há soluções emergenciais excelentes. Lembro-me de um excelente projeto, do Ministério de Educação, da década de 50, chamado Campanha de Aperfeiçoamento de Docentes de Ensino Secundário (Cades). Dava um registro definitivo aos professores de ensino secundário que tivessem alguns anos de exercício, mediante um curso de dois meses, com duas disciplinas, uma lidando de conteúdo e outra de didática. Lecionei nesse programa algumas vezes e guardo a melhor das impressões. A lição que tirei é que não importa se for um curso de curta, ou curtíssima, duração. Com boa motivação e um comportamento docente *respeitoso* com os alunos, sobretudo com a experiência acumulada na prática de vários anos de profissão, o programa dá bons resultados.

213

A situação que se apresenta é mais complexa. Trata-se de uma competição por promoção e empregos, para os quais os trabalhadores em atividade sem diploma devem competir com recém-formados portadores de diploma. Pode-se pensar em algo mais arrojado que o modelo Cades.

Sim, o diploma é importante. Muitas vezes barra o acesso a boas oportunidades profissionais e discrimina. Devido a isso assistimos a uma enorme busca, por profissionais adultos, de cursos com características especiais para facilitar o matriculado (por exemplo, flexibilidade de horário, pouca demanda acadêmica, custo acessível). O desgaste familiar com essa carga adicional é grande, e o desgaste moral para o aluno é considerável. Assim, prolifera a expansão da rede universitária, muitas vezes com nível acadêmico muito baixo, e a busca de credenciamento nos órgãos federais, o que muitas vezes estimula ações eticamente reprováveis.

Uma nova universidade deve estender sua ação para atingir a população que não teve a primeira oportunidade e, ao ingressar no setor produtivo, foi e é responsável pelo progresso econômico, que é, em última instância, o sustentáculo do sistema universitário. Há uma dívida social com essa população. A minha proposta tem como um objetivo maior o resgate dessa dívida.

Ao falar em extramuros penso na universidade que vai de encontro à clientela. Há necessidade de uma nova concepção organizacional, que utilizará, com um mínimo de custo adicional, os recursos humanos e materiais das universidades tradicionais existentes. Mas, sobretudo, de uma nova postura conceitual sobre conhecimento.

Resumindo:

214

- o corpo discente da universidade extramuros é formado por profissionais em serviço, com 2º grau completo, e que não se afastam, durante os estudos, das suas atividades profissionais;
- as atividades dos alunos são aulas práticas, monitoradas pelos docentes, no próprio ambiente de trabalho, aulas teóricas, na sua residência, na modalidade ensino a distância, e encontros presenciais, com a participação dos docentes, no ambiente de trabalho;
- o corpo docente é formado por professores das universidades tradicionais conveniadas com a universidade extramuros;
- o *campus* da universidade extramuros é formado pelas indústrias e empresas conveniadas, que oferecem e adaptam espaços adequados para o exercício docente;
- os laboratórios são as próprias oficinas de trabalho;
- a biblioteca é constituída pelos textos adequados para o currículo e enriquecida por trabalhos, CDs, acesso a *Web*, e outros materiais fornecidos pelo professor.

O custo operacional é baixo. Com relação a corpo docente, reduz-se a uma compensação financeira ao professor e à universidade conveniada. Com relação ao *campus*, são cedidos, pela indústria ou empresa conveniada, o espaço e a infra-estrutura necessários para a operação. Um custo adicional é a garantia de algum tempo cedido pela indústria ou empresa ao operário matriculado para as aulas práticas e presenciais. O grande benefício para a indústria é contar com a presença, nas suas facilidades, de especialistas do mundo acadêmico que, de alguma forma, vai representar uma assessoria. Outro custo adicional é a garantia, aos alunos matriculados, de acesso à Internet.

Como fica claro na proposta, não há corpo docente da universidade extramuros. Todos os docentes são de universidades convencionais conveniadas. O pessoal da universidade extramuros é administrativo, capacitado para a gestão dessa nova forma organizacional de uma instituição de ensino.

215

Usei como exemplo o resgate com operários que, ao atingir a maioridade, empregaram-se na indústria. O modelo aplica-se, igualmente, a prestadoras de serviços, a empresas, a hospitais e casas de saúde, a escolas, enfim a qualquer ambiente de trabalho. E também às várias casas legislativas. Afinal, quatro anos de mandato poderiam muito bem ser a oportunidade de um curso superior de políticas públicas.

Não tenho qualquer dúvida que esse modelo é uma alternativa viável às universidades convencionais e responde, pela sua própria concepção e pela operação, ao imperativo de resgate de uma dívida que a sociedade tem com aqueles que perderam a oportunidade de ingressar no ensino superior na época devida e encaminharam-se para o setor de produção e foram instrumentais na construção da riqueza nacional.

Mas, embora a principal motivação da proposta seja o resgate da dívida social, estou convencido que, conceitualmente, a universidade extramuros representa um avanço em relação à universidade convencional.

Um modelo semelhante foi posto em prática, a partir de 1970, pela UNESCO, em um programa de capacitação em serviço, mediante a obtenção de um doutorado *sur place*, dos professores da *École Normale Supérieure de Bamako*, na República do Mali. Conhecido como *Projet Mali-1*, o programa criou o *Centre Pédagogique Supérieur de Bamako*. Participaram, como conveniadas, universidades de vários países. Lembro, em particular, a *Université de Lyons* e a *Université de Nancy*, na França, a *University of California in Los Angeles* e a *State University of New York at Buffalo*, dos Estados Unidos, e várias outras de outros países. Nesse período, eu era professor da *State University of New York at Buffalo* e tive o privilégio de ser um dos docentes do programa e de ter orientado o doutorado de alguns professores malianos. O modelo do programa é, basicamente, o que proponho acima. Naturalmente, as dificuldades eram consideráveis. Por exemplo, o acesso dos docentes das universidades convencionais conveniadas a Bamako exigia, em média, dois dias de viagem aérea. A modalidade ensino a distância praticava-se mediante o uso de correspondência regular, ligeiramente acelerada pela utilização de mala diplomática, e por telex. A reprodução de trabalhos de revistas especializadas fazia-se com maior dificuldade, pois o xérox ainda era precário. Apesar das dificuldades, o programa foi um grande sucesso. O custo de cada doutor formado nessas condições foi consideravelmente menor que o custo de concessão de uma bolsa tradicional. E a qualidade foi pelo menos equivalente à dos doutorados das universidades européias.

Um programa como esse foi possível graças à vontade nacional, que solicitou apoio à UNESCO. A criatividade do diretor do projeto, o poeta e educador Felix Tchicaya U'Tamsi, permitiu que o projeto fosse implementado. A preocupação com o credenciamento foi superada pelo resultado de atingir os objetivos desejados, com um reconhecido padrão internacional. O caminho para atingir o objetivo, livre de preocupações de avaliação *a priori*, pode ser não-convencional e altamente original.

A reação à proposta dessa natureza é, muitas vezes, de incredulidade. Alguns a vêem como uma ilusão ingênua. Mas a idéia de aprimoramento da prática mediante uma reflexão teórica, encontra-se nos primórdios do Renascimento, quando se lançam as bases do que viria a ser a Revolução Científica. O filósofo Dominicus Grandissalinus observa, no século XV, que “seria vergonhoso para alguém exercer qualquer arte e não saber o que ela é, de qual assunto ela trata e as outras coisas que dela são prometidas”.

BIBLIOGRAFIA

D'AMBROSIO, U. *Educação para uma sociedade em transição*. Campinas: Editora Papirus, 1999.

FORRESTER, V. *O horror econômico*. São Paulo: Editora da Unesp, 1997. 217

PAPERT, S. UNESCO'S International Institute of Technology in Education. *IITE Newsletter*, Jan./Mar., 2001.

PIRSIG, R. M. *Zen e a arte da manutenção de motocicletas: uma investigação sobre valores*. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

REICH, R. B. *The Work of Nations*. New York: Vintage Books, 1992.

SERPA, L. F. P. *Discursos, 1994-1995*. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 1995.

.....

Nota sobre os autores

.....

Alaor Silvério Chaves

Doutor pela University of Southern Califórnia; mestre e bacharel em Física pela Universidade Federal de Minas Gerais; professor emérito da UFMG; membro titular da Academia Brasileira de Ciências; grã-cruz da Ordem Nacional do Mérito Científico. Autor do livro *Física*, (4 v.) para engenheiros e cientistas; co-autor do livro *Aplicações da Física Quântica*: do transistor à nanotecnologia e editor científico do livro *Física para o Brasil*: pensando o futuro; foi pesquisador visitante da Bell Communications Research; professor titular visitante da Universidade de São Paulo e pesquisador titular visitante da Universidade de Brasília.

219

Anna Maria Pessoa de Carvalho

Doutora e livre-docente em Educação pela Universidade de São Paulo; licenciada e bacharel em Física também pela USP; é professora titular da Faculdade de Educação da USP; Membro da Academia Paulista de Educação; pesquisadora I-A do CNPq; coordenadora do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física, Faculdade de Educação da USP; diretora da Fundação de Apoio à Faculdade de Educação (Fafe); foi indicada pela Sociedade Brasileira de Física como representante brasileira da Internacional Commission on Physics Education, onde foi eleita secretária por duas vezes pela Assembléia Geral da International

Union of Pure and Applied Physics; foi indicada, também, como representante brasileira do Inter-American Council on Physics Education onde já foi presidente.

Antonio de Souza Teixeira Júnior

220

Doutor em Ciências, com homologação para Conselho Estadual de Educação; pós-graduado em Física pela Universidade de São Paulo e bacharel e licenciado em Matemática pela USP; vice-reitor da Universidade do Vale do Paraíba; vice-presidente da Fundação Valeparaibana de Ensino; pró-reitor de Integração Universidade Sociedade; foi pró-reitor de Extensão da Univap; coordenador do GT de Subprograma de Instrumentação – PADCT/MCT; secretário executivo do MEC; diretor do Finep; chefe de Gabinete, secretário adjunto e secretário interino da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo; prefeito da Cidade Universitária; diretor executivo do Fundo de Construção da USP; coordenador geral da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências; presidente e vice-presidente da Associação Brasileira da Indústria Médico-odonto-hospitalar; professor de Física Geral; diretor da Faculdade de Filosofia de Santo André; professor de Instrumentação para o Ensino da Física da USP.

Aziz Nacib Ab'Sáber

Doutor; livre-docente; professor titular e professor emérito em Geografia pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP; licenciado e bacharel também em Geografia; professor honorário do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo; é membro da Academia Brasileira de Ciências; da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (da qual é presidente de honra) e da Academia de Ciência do Estado de São Paulo; foi presidente do Conselho de

Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico e Arqueológico do Estado de São Paulo (Condephaat) e diretor do Instituto de Biociências e Ciências Exatas (Ibille); redigiu e publicou diversos trabalhos, totalizando 320 títulos.

Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho

PhD em Física pela Universidade de Princeton; mestre e bacharel em Ciências pela Universidade Católica do Rio de Janeiro; professor titular licenciado do Instituto de Física da UFRJ; pesquisador-associado ao ICTP de Trieste; professor visitante da Universidade de Princeton; pesquisador-associado pelo CNRS Francês indo trabalhar na Universidade de Paris XI, em Orsay; pesquisador-associado pelo CERN em Genebra; é diretor de Inovação da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI); secretário geral da 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação; chefe do Escritório Regional da TWAS; foi diretor do Instituto de Física na Universidade Federal do Rio de Janeiro; diretor do Centro Latino-Americano de Física; decano do Centro Técnico-Científico da PUC/RJ; coordenador de Pós-Graduação e diretor do Departamento de Física da PUC/RJ; entre suas condecorações, destaca-se a de grã-cruz da Ordem Nacional do Mérito Científico.

221

Crodowaldo Pavan

Graduado em História Natural pela USP; professor titular do Instituto de Biologia da Unicamp; presidente da Associação Brasileira de Divulgação Científica e coordenador do Núcleo José Reis-ECA/USP; foi presidente do CNPq; diretor-presidente da Fapesp; presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência; presidente do Comitê de Ciência e Tecnologia da OEA; membro da

delegação Brasileira no Comitê Científico para estudos dos Efeitos das Radiações Atômicas, Nações Unidas; coordenador geral do Programa Integrado de Genética do CNPq; presidente da Sociedade Brasileira de Genética; professor visitante da Universidade de Paris e Universidade de Orsay; professor titular do Instituto de Biociências da USP; professor contratado de Genética da Unicamp; professor do Departamento de Zoologia com vitaliciedade da Universidade do Texas, Austin; pesquisador da Divisão de Biologia, Oak Ridge National Laboratory; presidente do Comitê Interamericano de Ciência e Tecnologia; com mais de 130 trabalhos publicados e vários prêmios e condecorações; membro das Academias Brasileira de Ciências, de Ciência do Estado de São Paulo, Pontifícia de Ciências do Vaticano, de Ciências do Terceiro Mundo, Ciências de Lisboa, de Medicina de São Paulo, de Ciências do Chile, Paulista de Letras, além da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência e da Fisiográfica de Lund, Suécia.

Francisco César de Sá Barreto

PhD e mestre em Física pela University of Pittsburgh (USA); bacharel em Física pela UFMG; presidente da Comissão do Plano Nacional de Pós-Graduação e membro do Conselho Superior da Capes; professor titular aposentado; foi pró-reitor e reitor da UFMG; secretário de Educação Superior (MEC); pesquisador IA do CNPq; presidente da Sociedade Brasileira de Física; atuou como membro da Academia Brasileira de Ciências; do Conselho Nacional de Educação; do Conselho Superior da Capes; do Comitê Assessor de Física do CNPq; do Conselho Consultivo da Finep; do Conselho da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência; foi, ainda, professor visitante da Freiburg Universitat, Alemanha; Institut J. Stefan, Eslovênia; Harvard University, USA; University of Houston, USA.

Glaci Therezinha Zancan

Pós-doutorado na Universidade de Buenos Aires e na Universidade Católica de Louvain; doutora em Bioquímica pela Faculdade de Farmácia da UFRGS; livre-docente pela Faculdade de Farmácia da UFPR; professora titular aposentada do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da UFPR, com especialidade na área de Bioquímica de Microrganismos; foi coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Bioquímica e chefe do Departamento de Bioquímica da UFPR; vice-presidente e presidente da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular; foi, também, membro do Comitê Assessor BF do CNPq; membro do CD-CNPq; coordenadora da Escola Brasileiro Argentina de Biotecnologia; diretora do Centro Brasileiro-Argentino de Biotecnologia; secretária, vice-presidente e presidente da SBPC; vice-presidente da Associação Interciência; membro da Comissão Nacional de Biodiversidade do Ministério do Meio Ambiente; membro do Conselho de Desenvolvimento Econômico e Social; membro do Conselho Estadual de Educação do Estado do Paraná e membro do Conselho Superior da Capes.

223

Henrique Lins de Barros

Doutor em Física e pesquisador titular do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF/MCT), onde atua na área de Biofísica, História da Ciência e da Técnica e Divulgação de Ciência; chefe da Coordenação de Física Aplicada do CBPF; no período de 1992 a 2000, exerceu o cargo de diretor do Museu de Astronomia e Ciências Afins (Mast/MCT); ganhou, entre outras condecorações, a Comenda da Ordem do Mérito Científico; a Comenda Ordem do Mérito Aeronáutico e a Comenda do Mérito Santos Dumont.

Isaac Roitman

Doutor em Ciências (Microbiologia) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro com graduação em Odontologia pela PUC/Campinas; é assessor da Presidência do CNPq e presidente da Comissão Nacional de Avaliação de Iniciação Científica (Conaic); na UnB foi chefe de Departamento; coordenador de Pós-Graduação; decano de Pesquisa e Pós-Graduação; diretor do Centro Avançado Multidisciplinar; diretor do Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; na Universidade de Minas Gerais foi diretor de Pesquisa e Pós-Graduação; pró-reitor acadêmico e reitor; diretor de Avaliação da Capes/MEC; entre as experiências no exterior, podemos citar a University of Kent, Brighton e University of Canterbury, Canterbury, United Kingdom entre outras; é membro titular da Academia Brasileira de Ciências; professor emérito da Universidade de Mogi das Cruzes; membro da Ordem Nacional do Mérito Científico; membro honorário do Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras.

224

Iván Antonio Izquierdo

Doutor em Medicina e médico pela Universidade de Buenos Aires; é professor titular e diretor do Centro de Memória da PUC/RS; membro e diretor da Academia Brasileira de Ciências; membro de várias outras academias no País e no exterior, pesquisa os mecanismos básicos da memória, tema sobre o qual orientou mais de 70 teses e publicou mais de 530 trabalhos; foi professor titular nas Universidades de Córdoba, Argentina e na Federal do Rio Grande do Sul; é o pesquisador latino-americano mais citado; Prêmio da Academia de Ciências do Terceiro Mundo, já publicou três livros de ensaios e dois de contos em português e três de divulgação científica.

José Goldemberg

Doutor em Ciências Físicas pela Universidade de São Paulo, da qual foi reitor; secretário do Meio Ambiente do Estado de São Paulo; foi presidente da Companhia Energética de São Paulo (Cesp); presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência; secretário de Ciência e Tecnologia do Governo Federal; secretário do Meio Ambiente da Presidência da República e ministro de Estado da Educação do governo federal; Professor das Universidades de Paris (França) e de Princeton (Estados Unidos) e ocupante da “Cátedra Joaquim Nabuco” da Universidade de Stanford (Estados Unidos); membro da Academia Internacional do Meio Ambiente em Genebra (Suíça); consultor do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento; autor de inúmeros trabalhos técnicos e vários livros sobre Física Nuclear, Energia e Meio Ambiente.

225

José Mariano Amabis

Doutor e mestre em Biologia/Genética pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (Ibusp) e licenciado em Ciências Biológicas; foi coordenador de Educação dos Centros de Estudo do Genoma Humano da USP; professor do Departamento de Biologia do Ibusp, tendo lecionado em cursos de graduação e de pós-graduação; publicou diversos trabalhos científicos em revistas especializadas e livros didáticos de Biologia para o ensino médio; recebeu o prêmio Jabuti para Ciências Naturais em 1988.

Leopoldo de Meis

Doutor pela Universidade Federal do Rio de Janeiro com graduação em Medicina; professor titular em Bioquímica na UFRJ; foi membro do Instituto Nacional de Saúde de Fogarty, Bethesda, MD,

EUA; biólogo do Instituto Oswaldo Cruz; fundador e membro da Academia Latino-Americana de Ciências; vice-presidente e presidente da Sociedade Brasileira de Bioquímica e presidente do Comitê Educacional da União Internacional de Biomedicina e Biologia Molecular; participou em diversas palestras científicas e recebeu prêmios e títulos como doutor *honoris causa* da Universidade Católica de Louvain, Bélgica, e a Ordem Nacional do Mérito Educativo Classe Comendador, concedida pela Presidência da República; possui vários livros e artigos publicados.

Luís Carlos de Menezes

226

Doutor (PhD) pela Universitat Regensburg-RFA; livre-docente pela Universidade de São Paulo; mestre (M Sc) pela Carnegie-Mellon University (EUA) e graduado pela USP; professor do Instituto de Física e Orientador do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo; orientador do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação da USP; consultor eventual da UNESCO; consultor eventual do MEC; coordenador de Cooperação Universitária e de Atividade Especiais e diretor científico de Núcleo de Pesquisas sobre Ensino Superior da USP; autor, organizador e coordenador de livros, artigos e vídeos sobre física, educação, ensino de ciências, formação de professores e universidade brasileira.

Luiz Bevilacqua

PhD em Mecânica Teórica e Aplicada pela Universidade de Stanford; livre-docente da Cadeira de Resistência dos Materiais e Grafostática pela Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro; graduado em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia da UFRJ com Especialização em Estruturas pela T H Stuttgart, Alemanha; pesquisador do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC); coordenador da Comissão para Implantação da Universidade do ABC Paulista; coordenador da Comissão Científica do Projeto Geoma/AM; foi professor do Centro Técnico Científico PUC/RJ; professor titular do Programa de Engenharia Mecânica – Coppe/UFRJ; professor visitante TU Hamburg-Harburg-Alemanha; entre os diversos cargos de direção ocupados foi presidente da Agência Espacial Brasileira (AEB); diretor das Unidades de Pesquisa do CNPq e secretário geral do Ministério da Ciência e Tecnologia; tem 75 trabalhos publicados, recebeu vários prêmios e distinções, entre elas, membro da Third World Academy of Science (TWAS), membro da European Academy of Science, grã-cruz da Ordem do Mérito Científico.

227

Myriam Krasilchik

Doutora e livre-docente pela Faculdade de Educação da USP; graduada em História Natural pela Universidade de São Paulo; professora emérita da Feusp; presidente da Comissão com a incumbência de avaliar a possibilidade e a conveniência da implantação de atividade de ensino da USP na Zona Leste da cidade de São Paulo; membro do Conselho Universitário da USP; membro da Academia Paulista de Educação; membro da Commission of Biological Education; membro do Corpo de Pareceristas da *Revista Ciência & Educação* da Unesp; responsável pelas disciplinas Metodologia do Ensino Superior, Metodologia Especial – Ciências Biomédicas e Evolução do Currículo

de Ciências, em nível de pós-graduação da Feusp; membro da Coordenação do PEC/Formação Universitária da Feusp/SEE; membro da Coordenação do Programa de Capacitação dos Professores do Ensino Médio – SEE; exerceu vários cargos e funções, entre eles a de vice-reitora e diretora da Faculdade de Educação da USP; membro do Conselho da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC); membro da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação do MEC.

Roberto Boczko

228 Pesquisador e professor doutor em Astronomia no Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo; membro de Comissões Institucionais que procuram implantar e valorizar o trabalho de ensino em astronomia; autor e co-autor em diversos livros didáticos e em vários trabalhos científicos sobre astronomia; participou dos trabalhos de revisão de livros didáticos promovidos pelo MEC; ministra aulas de atualização e complementação científica para professores do ensino fundamental e médio; palestrante ativo para a divulgação da astronomia junto ao público leigo.

Roberto Dall'Agnol

Doutor pela Universidade Paulo Sabatier (Toulouse, França), especializado em Petrologia de Rochas Granitóides e Evolução Geológica do Cráton Amazônico com pós-doutorado no Centre des Recherches Pétrographiques et Géochimiques (CRPG, Vandoeuvre-Lès-Nancy, França) em Petrologia Ígnea; graduado em Geologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; professor e pesquisador do Centro de Geociências da UFPA; membro titular da Academia Brasileira de Ciências; pesquisador IA do CNPq; representante da área de Geociências da Capes.

Roberto Leal Lobo e Silva Filho

Doutor *honoris causa*, doutor e mestre pela Universidade de Purdue, USA; graduado em Engenharia Elétrica pela PUC do Rio de Janeiro; professor visitante do Instituto de Estudos Avançados da USP; membro do Conselho Deliberativo do Núcleo de Pesquisas sobre Ensino Superior da Universidade de São Paulo; sociodiretor da Lobo & Associados Consultoria; foi presidente do Projeto Alfa (Europa e América Latina); reitor da Universidade de Mogi das Cruzes; reitor e vice-reitor da USP; coordenador do projeto de implantação e diretor do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, do CNPq; diretor do CNPq; diretor do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas; diretor do Instituto de Física de São Carlos e professor titular da USP.

229

Suely Druck

Doutora pela PUC/RJ; mestre pelo Impa com bacharelado e licenciatura em Matemática pela UFRJ; professora adjunta 4 da Universidade Federal Fluminense e presidente da Sociedade Brasileira de Matemática; foi coordenadora de Pós-Graduação em Matemática na UFF; coordenadora do Ciclo Básico de Matemática e diretora interina do Departamento de Matemática da PUC/RJ; *maître assistant e maître de conférences* na Université Paris XI, Orsay (França); *maître de conférences* de I^{ère} Classe na Université Paul Sabatier, Toulouse (França); ex-consultora da Capes, Inep, SESu, Faperj, Math Reviews, MCT; membro do Conselho Deliberativo do Instituto Ciência Hoje; membro da Direção da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas e membro do Comitê Científico da 57ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência; participou de Comissões Nacionais no MEC.

Ubiratan D'Ambrosio

Doutor em Matemática pela Universidade de São Paulo; professor emérito da Universidade Estadual de Campinas/Unicamp; professor dos Programas de Pós-Graduação em Educação Matemática e em História da Geociência da PUC/SP; professor credenciado nos Programas de Pós-Graduação do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Unesp/Rio Claro e da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo; presidente da Sociedade Brasileira de História da Matemática e presidente honorário da Sociedade Brasileira de Educação Matemática; *fellow* da American Association for the Advancement of Science/AAAS e recebeu a *The Kenneth O. May Medal in the History of Mathematics* oferecida pela International Commission on History of Mathematics; foi diretor do Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação da Unicamp; chefe da Unidade de Melhoramento de Sistemas Educativos da Organização de Estados Americanos, Washington, DC; pró-reitor de Desenvolvimento Universitário da Unicamp; entre diversos livros publicados, podemos citar os mais recentes: *Etnomatemática e Educação para Uma Sociedade em Transição*.

.....

Lista de siglas

.....

AAAS	American Association for the Advancement of Science	
ABC	Academia Brasileira de Ciências	
ABCM	Associação Brasileira de Ciências Mecânicas	
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial	231
AEB	Agência Espacial Brasileira	
BSCS	Biological Science Curriculum Study	
C&T	Ciência e Tecnologia	
Cades	Campanha de Aperfeiçoamento de Docentes de Ensino Secundário	
Capemp	Coordenação de Aperfeiçoamento de Professores de Ensino Médio e Profissional	
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	
CBA	Chemical Bond Approach	
CBE	Commission of Biological Education	
CBPF	Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas	
CDCC	Centro de Divulgação Científica e Cultural	
CDs	Compact Discs	
Ceam	Centro Avançado Multidisciplinar	
Cecae	Coordenadoria Executiva de Cooperação Universitária	

CERN	European Organization for Nuclear Research
CESP	Companhia Energética de São Paulo
CFG	Ciclo de Formação Geral
CIC	Comissão Internacional de Ciências
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNRS	Centre National de La Recherche Scientifique
Cofecub	Comitê Francês de Avaliação da Cooperação Universitária com o Brasil
Conaic	Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación
Condephaat	Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico e Arqueológico do Estado de São Paulo
Coppe	Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
Crub	Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras
DDT	Declorodifeniltricloreto
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
Embraer	Empresa Brasileira de Aeronáutica
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA	Estados Unidos da América
Fafe	Fundação de Apoio à Faculdade de Educação
Faperj	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro
Fapesp	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
Febrace	Feira anual de ciências e engenharia
Feusp	Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

Finep	Financiadora de Estudos e Projetos
FMI	Fundo Monetário Internacional
Funbec	Fundação Brasileira para o Desenvolvimento de Ensino e Ciência
Fuvest	Fundação Universitária para o Vestibular
Gamm	Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik
Ibccc	Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
Ibille	Instituto Biociências e Ciências Exatas
Ibusp	Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo
ICJ	Iniciação Científica Júnior
ICTP	International Centre for Theoretical Physics, Trieste
IES	Instituições de Ensino Superior
Impa	Instituto de Matemática Pura e Aplicada
Inep	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
ISI	Information Systems Integration
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Iupap	International Union of Pure and Applied Physics
Iusb	International Union of Biological Science
LaPEF	Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física
LNCC	Laboratório Nacional de Computação Científica
Mast	Museu de Astronomia e Ciências Afins
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MEC	Ministério da Educação
Nupes	Núcleo de Pesquisas sobre Ensino Superior
OAB	Ordem dos Advogados do Brasil
Obmep	Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas
OCA's	Oficinas de Ciências e Artes

OEA	Organização dos Estados Americanos
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
PADCT	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Petrobras	Petróleo Brasileiro S/A
PG	Pós-graduação
PhD	Postgraduate and Doctoral Studentships
PIB	Produto Interno Bruto
Pibic	Programa Institucional de Iniciação Científica
Pisa	Programme for International Student Assesment
Premen	Programa de Expansão e Melhoria do Ensino
PSSC	Physical Science Study Committee
PUC	Pontifícia Universidade Católica
RFA	República Federativa da Alemanha
RJ	Rio de Janeiro
RS	Rio Grande do Sul
SBF	Sociedade Brasileira de Física
SBPC	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SP	São Paulo
TWAS	Third World Academy of Science
Ucla	University Califórnia Latin America
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

Unesp	Universidade do Estado de São Paulo
Unicamp	Universidade de Campinas
USA	United States of América
USP	Universidade de São Paulo

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)