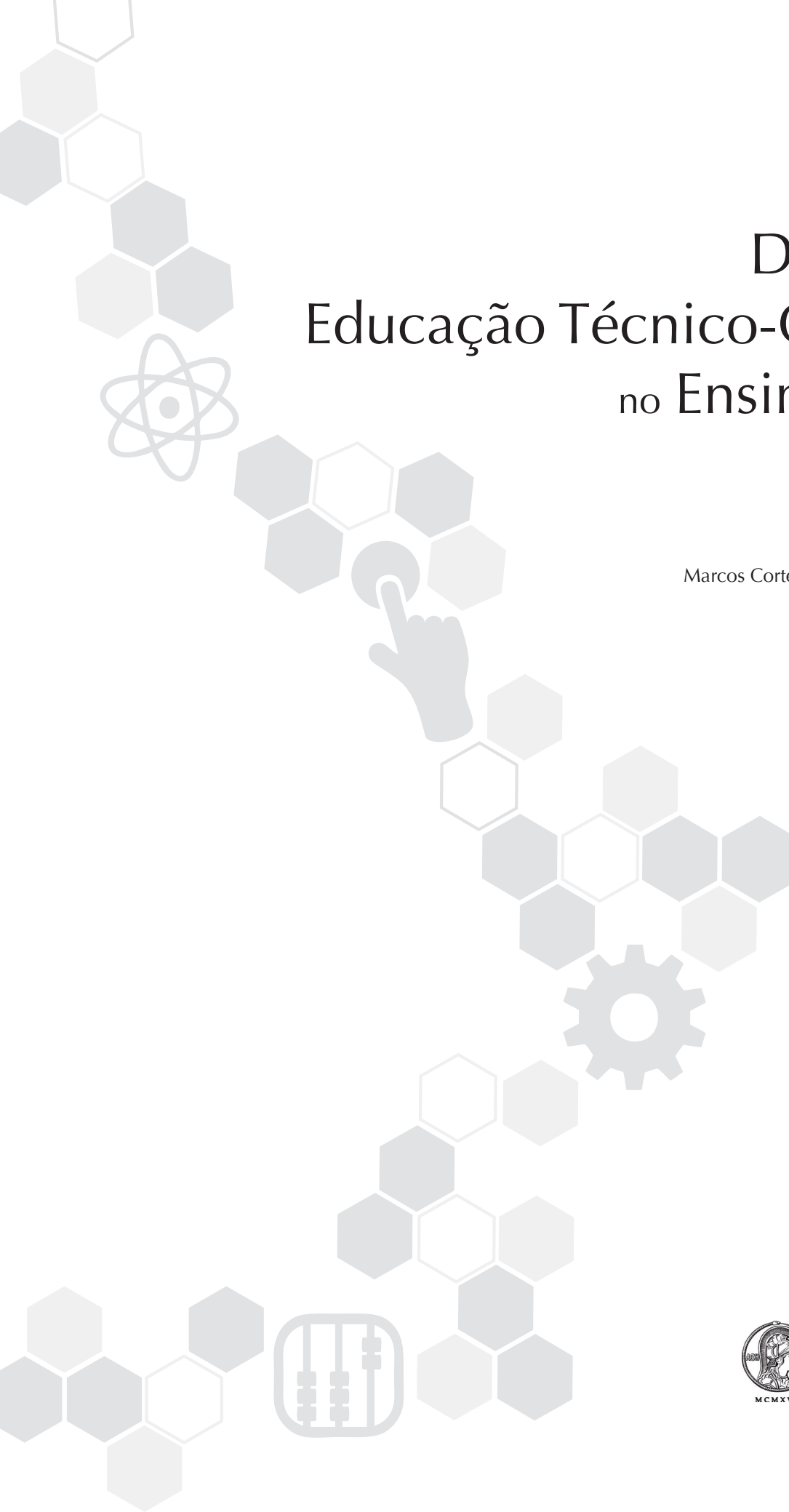


Desafios da Educação Técnico-Científica no Ensino Médio



A decorative graphic on the left side of the page consists of a vertical path of hexagons. Some hexagons are solid gray, while others are white with gray outlines. Interspersed among these hexagons are several scientific and technical icons: an atomic model with a central nucleus and three elliptical orbits, a hand with the index finger pointing at a small gray circle, a gear, and an abacus.

Desafios da Educação Técnico-Científica no Ensino Médio

A decorative background on the left side of the cover features a vertical arrangement of hexagons in various shades of gray. Interspersed among these hexagons are several scientific and technical icons: an atomic model with a central nucleus and three elliptical orbits, a hand with the index finger pointing at a circular button, a gear, and an abacus.

Desafios da Educação Técnico-Científica no Ensino Médio

Organizadores:

Débora Foguel

Marcos Cortesão Barnsley Scheuenstuhl

Rio de Janeiro
2018



© Direitos autorais, 2018, de organização, da
Academia Brasileira de Ciências
Rua Anfilóbio de Carvalho, 29 - 3º Andar
20030-060 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil
Tel: (55 21) 3907-8100
Fax: (55 21) 3907-8101
www.abc.org.br

Direitos de publicação reservados por
Academia Brasileira de Ciências

Isenção de Responsabilidade: As opiniões aqui publicadas
são de inteira responsabilidade de seus autores e não
refletem, necessariamente, o posicionamento da Academia
Brasileira de Ciências.

Colaboradores

Juliana Salles
Vitor Vieira de Oliveira Souza

Revisão

Lívia Botelho

Projeto Gráfico e Diagramação

Sandra Frias Design Gráfico

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

A168d Desafios da Educação Técnico-Científica no Ensino Médio / Débora Foguel, Marcos
Cortêsão Barnsley Scheuenstuhl (organizadores). – Rio de Janeiro: Academia
Brasileira de Ciências, 2018.

216 p.

ISBN: 978-85-85761-46-2

1. Ensino médio – Brasil. 2. Educação técnico-científica. 3. Ensino médio –
experiências internacionais I. Foguel, Débora. II. Scheuenstuhl, Marcos Cortêsão
Barnsley. III. Título.

CDD 372.35

APRESENTAÇÃO

A temática educacional está intrinsicamente ligada à própria história da Academia Brasileira de Ciências (ABC). Já na década de 1920, a ABC se debruçava sobre o tema, tendo contribuído de forma significativa para a criação da Associação Brasileira de Educação. Em 1932, quando do lançamento do *Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova*, marco de referência na história da educação brasileira, foram vários os membros da Academia que subscreveram o documento.

Nas décadas seguintes, a questão educacional seguiu presente na agenda da ABC. Através de seus membros, a Academia esteve envolvida na criação de várias das principais universidades brasileiras. De forma semelhante, por intermédio do Instituto Nacional de Cinema Educativo, dirigido em seus anos iniciais por um membro da ABC, diversos acadêmicos se dedicaram à produção de filmes educativos para uso nas escolas do país. Tal iniciativa tinha por base a ideia de se utilizar o cinema como uma ferramenta ampla de educação popular.

Nos anos mais recentes, tem sido diversa a atuação da ABC na área educacional. Desde 2001, a partir de um convênio de colaboração assinado com a Academia de Ciências da França, a Academia Brasileira de Ciências promove o Programa ABC na Educação Científica – Mão na Massa. Esta atividade, desenvolvida por polos em diferentes cidades do país, faz parte de um esforço mais amplo da Academia de estimular a educação em ciências no Brasil, dentro de sua missão mais geral de promover a educação, a qualidade científica e o avanço da Ciência brasileira.

A ABC também lançou, nos últimos anos, documentos importantes que ajudam nas reflexões sobre os problemas e desafios para a educação e o ensino de ciências no Brasil, nos seus diferentes níveis: *Subsídios para a Reforma do Ensino Superior* (2004), *O Ensino de Ciências e a Educação Básica - Propostas para Superar a Crise* (2008), *Aprendizagem Infantil - uma abordagem da neurociência, economia e psicologia cognitiva* (2014) e *Repensar a Educação Superior no Brasil - análise, subsídios e propostas* (2018). Estes volumes encontram-se à disposição no portal da ABC, onde podem ser baixados gratuitamente.

O presente volume é fruto de um esforço recente da Academia, que estruturou um grupo de estudos para refletir sobre o ensino nas áreas de Matemática, Química, Física, Biologia e Tecnologia (conjunto referido na língua inglesa pela sigla “STEM” – correspondendo às iniciais de Science, Technology, Engineering, e Mathematics). O passo inicial foi a realização do simpósio internacional “Desafios da Educação Técnico-Científica no Ensino Médio”, que teve por desafio traçar um diagnóstico e formular propostas para o fortalecimento do ensino técnico-científico no Brasil.

Participaram desse simpósio especialistas da Austrália, China, Estados Unidos, México e, evidentemente, do Brasil. A presença de autoridades governamentais da área educacional, de representantes da sociedade civil, de cientistas e educadores permitiu um olhar múltiplo para o problema, propiciando uma discussão aprofundada e abrangente.

Não tenho como deixar de registrar um agradecimento especial à BG-Brasil, que, nos anos finais de sua operação no Brasil, foi membro institucional da ABC, nos proporcionando recursos que ajudaram a viabilizar os trabalhos que resultaram nesse livro.

Além disso, foram promovidas várias reuniões do grupo de estudos com especialistas brasileiros. O simpósio e essas reuniões deram origem a este livro, que estimula a reflexão e o contraditório em uma área ao mesmo tempo complexa, controversa e essencial para o desenvolvimento do Brasil. Esperamos que essa publicação estimule o debate, instigando os educadores, o governo e a sociedade brasileira a abraçarem, de forma vigorosa, o desafio urgente de mudarmos o Brasil através da educação.

Luiz Davidovich
Presidente
Academia Brasileira de Ciências

APRESENTAÇÃO

A educação tem por propósito maior a preparação dos indivíduos para a vida, capacitando-os para a realização pessoal e preparando-os para uma existência digna. O futuro de cada país – ou seja, a sua capacidade de criar uma sociedade justa e de promover o desenvolvimento social e econômico, sempre atrelado à preocupação com a preservação do meio ambiente – depende, em grande parte, do provimento de educação de qualidade para a totalidade das crianças em idade escolar. Embora o país tenha, para quase todos os níveis da educação básica, universalizado seu acesso, a oferta de educação de qualidade ainda não é realidade nas escolas brasileiras, sendo esta a grande meta que temos perseguido. Infelizmente, de forma geral, nosso progresso qualitativo tem sido diminuto, à exceção de algumas redes de ensino estaduais e municipais que têm se destacado no cenário nacional. Certamente, deveríamos concentrar nossos olhares e foco de interesse para aprender com elas, dimensionar suas ações e reproduzir o que lá deu certo. Mas essas experiências estão aí para nos lembrar que somos capazes de oferecer boa educação às crianças e aos jovens brasileiros!

Cabe destacar, no entanto, que é o ensino médio brasileiro o segmento que nos oferece os maiores desafios. Dentre estes estão a alta evasão, a alta defasagem idade-série e o grande desinteresse dos estudantes por aquilo que se ensina, talvez a origem de todos os demais problemas. No momento, o país aguarda pela reforma do ensino médio, que promete tornar este nível de ensino mais atraente, bem como pela aprovação da base nacional curricular comum, que visa orientar e homogeneizar os conteúdos do currículo.

É neste cenário de grandes desafios e incertezas que se insere o presente livro, fruto de debates ocorridos na ABC e de um simpósio realizado em 2015, na sede da Academia. Neste simpósio, reuniram-se muitos dos grandes estudiosos deste tema, brasileiros e estrangeiros, e o principal resultado foi a confecção deste livro, que está dividido em três Capítulos.

No Capítulo 1, é feita uma análise detalhada sobre os maiores desafios do ensino médio, da formação profissional ofertada aos nossos jovens, da formação de professores de ciências e da divulgação da ciência, sempre se fazendo proposições e sugestões para a superação desses gargalos.

No Capítulo 2, contamos com a visão crítica de várias das sociedades científicas brasileiras no que concerne ao ensino da sua disciplina específica no ensino médio. Por fim, no Capítulo 3, estão contidas as reflexões de pesquisadores e gestores estrangeiros (Austrália, China, EUA e México) sobre o de ciências em seus respectivos países.

Em suma, sabemos que os desafios da contemporaneidade são muitos e cada dia mais complexos, requerendo para sua solução conhecimentos interdisciplinares, a combinação de saberes e a parceria entre diferentes profissionais. Dessa forma, a educação que deveríamos oferecer hoje nas nossas escolas precisaria levar em conta esses aspectos e preparar os jovens para enfrentar problemas complexos, muitos dos quais sequer podem ser enunciados no presente.

Foi neste contexto que a Academia Brasileira de Ciências decidiu compartilhar suas reflexões e contribuições para este importante debate nacional. Melhorar a qualidade da educação brasileira, em especial a do ensino médio, é, certamente, um dos maiores, se não o maior, de nossos desafios!

Boa leitura!

Débora Foguel
Membro Titular
Academia Brasileira de Ciências

Marcos Cortesão B. Scheuenstuhl
Assessor Técnico
Academia Brasileira de Ciências

ÍNDICE

11 CAPÍTULO 1

EDUCAÇÃO TÉCNICA NO BRASIL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS

- 12 **Formação e trabalho em CTEM no Brasil**
Simon Schwartzman
- 21 **Educação profissional, competitividade e inovação**
Rafael Lucchesi
- 33 **Por uma pedagogia para o Ensino Médio**
Guiomar Namó de Mello
- 44 **Contribuições para um diagnóstico do Ensino Médio no país**
Marta Feijó Barroso
- 66 **Desafios e soluções para o Ensino Médio no Brasil**
Mozart Neves Ramos
- 77 **Reformas educacionais e a formação de professores de ciências**
Nelio Bizzo
Cássio Cavalcante Andrade
- 96 **Bases curriculares de ciências: o que dizem as evidências e melhores práticas**
João Batista Araújo e Oliveira
- 112 **Há muita gente lá fora! A divulgação científica e o envolvimento dos brasileiros com a C&T**
Ildeu de Castro Moreira
- 126 **Ciência para educação – hora de conectar**
Roberto Lent

129 CAPÍTULO 2

O ENSINO DE CIÊNCIAS NO ENSINO MÉDIO: A VISÃO DAS SOCIEDADES CIENTÍFICAS

- 130 **Matemática no Ensino Médio: desafios e iniciativas**
Marcelo Viana
- 141 **O Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física: uma experiência em larga escala no Brasil**
Marco Antônio Moreira
- 145 **A importância dos conceitos e do contexto no ensino de Química**
César Zucco
Maria Joana Zucco
Maria Domingues Vargas
Jailson B. de Andrade
- 154 **Computação: o vetor de transformação da sociedade**
Avelino Francisco Zorzo
André Luís Alice Raabe
Christian Brackmann

165 CAPÍTULO 3

DESAFIOS DA EDUCAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA: PERSPECTIVAS INTERNACIONAIS

- 166 **Ensino de ciências baseado na investigação: lógica e implicações**
Wynne Harlen
- 176 **Importância de uma abordagem sistêmica para sustentar e ampliar programas de ensino de ciências**
Guillermo Fernandez de la Garza
- 185 **Os desafios da educação STEM: uma perspectiva australiana**
Russell Tytler
- 196 **Integração STEM e aprendizado no século XXI: criar autenticidade no ensino e aprendizado K-12**
Stephen M. Uzzo
- 206 **O desenvolvimento do projeto 'Aprender Fazendo' ao longo de quinze anos na China e a contribuição da neuroeducação**
Yang Yuankui
Liang Zongbao
Wei Yu

CAPÍTULO 1

Educação Técnica no Brasil: Desafios e Perspectivas



FORMAÇÃO E TRABALHO EM CTEM NO BRASIL

Simon Schwartzman

Instituto de Estudos do Trabalho e Sociedade (IETS)

A formação em ciência, tecnologia, engenharia e matemática (CTEM) tem sido um tema constante no Brasil por pessoas preocupadas com o desenvolvimento da economia e com o sistema educacional. A ideia é que a economia, para melhorar sua produtividade e crescer, precisa de pessoas tecnicamente capacitadas e que o sistema educacional tem a responsabilidade de formar pessoas com estas competências profissionais. No entanto, o que se observa é que as atividades de CTEM ocupam uma parte pequena da força de trabalho qualificada, que só uma pequena parte do sistema educativo forma pessoas com estas qualificações e que muitas pessoas dentre as formadas nestas áreas terminam trabalhando em outro tipo de atividades. Neste texto, examinaremos os principais dados sobre o mercado de trabalho e o sistema educacional brasileiro nos diversos níveis, na perspectiva de trabalho e formação de natureza técnica, científica e profissional.

MERCADO DE TRABALHO DE NÍVEL SUPERIOR E TÉCNICO

A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios do IBGE de 2014 registrou a presença de cerca de 159 milhões de pessoas de 15 anos e mais, das quais 99 milhões economicamente ativas. A distribuição destas pessoas por nível educacional e tipo de ocupação dá-nos um quadro importante sobre a situação do mercado de trabalho no país, do ponto de vista da qualificação das pessoas (Tabela 1).

Dos 16,6 milhões com 15 anos ou mais de estudos, que corresponde à educação superior completa, 3,3 milhões não trabalhavam, 6,7 milhões trabalhavam como profissionais das ciências e das artes, e outros dois milhões em atividades de direção de empresas ou no setor público ou nas forças armadas, que também podem ser consideradas atividades de nível superior. Outros 4,6 milhões, aparentemente, trabalhavam em atividades que não requerem forma-

ção superior – técnicos de nível médio, trabalhadores do setor de serviços e em outros tipos de atividade. Em outras palavras, 35% não exerciam profissões típicas de nível superior. Por outro lado, entre os 46 milhões com educação média ou superior incompleta, 14% ocupavam atividades de direção ou de profissionais das ciências e das artes. Outro dado importante deste quadro é o pequeno número de pessoas trabalhando em atividades de tipo intermediário, ou técnico – 7 milhões – em comparação com os que se dedicam a atividades de nível superior ou de direção, por um lado, e de baixa qualificação por outro. O esperado, em uma sociedade desenvolvida, seria que houvesse um grande número de pessoas de qualificação intermediária apoiando e aumentando a produtividade dos de nível superior, mas o que encontramos é uma pequena elite de nível educacional mais alto e um grande número de trabalhadores de baixa qualificação, o que nos ajuda a entender algo da baixa produtividade da economia brasileira.

Tabela 1. Ocupações por nível educacional (anos de estudo)

OCUPAÇÕES POR NÍVEL EDUCACIONAL (ANOS DE ESTUDO)						
	Sem instrução (0 a 3)	Fundamental I (4 a 7)	Fundamental II (8 a 10)	Médio e Superior Incompleto (11 a 14)	Superior (15+)	Total
Membros das forças armadas	6,977	9,663	59,081	538,029	193,745	807,495
Dirigentes em geral	167,635	409,762	488,246	2,212,526	1,845,659	5,123,828
Profissionais das ciências e das artes	96,310	176,418	214,026	2,263,687	6,677,588	9,428,029
Técnicos de nível médio	95,836	276,064	567,608	4,536,061	1,464,328	6,939,897
Trabalhadores de serviços administrativos	135,618	433,515	1,267,424	6,335,778	1,474,729	9,647,064
Trabalhadores dos serviços	3,657,512	6,890,900	6,563,337	10,872,825	1,012,066	28,996,640
Trabalhadores agrícolas	6,054,038	4,738,925	1,811,811	1,447,033	206,356	14,258,163
Trabalhadores de produção e serviços industriais	2,777,315	5,818,780	4,604,475	6,022,939	339,214	19,562,723
Trabalhadores de indústrias de processos contínuos	244,127	476,107	439,231	771,719	39,858	1,971,042
Trabalhadores de reparação e manutenção mecânica	211,071	611,239	599,156	966,686	57,997	2,446,149
Total ocupados	13,446,439	19,841,373	16,614,395	35,967,283	13,311,540	99,181,030
Total de 15 anos e mais	28,029,368	34,265,141	29,537,213	50,368,631	16,629,087	158,829,440
Inativos	14,582,929	14,423,768	12,922,818	14,401,348	3,317,547	59,648,410

(Fonte: PNAD 2014).

Um exame mais detalhado das ocupações das pessoas de nível superior, considerando as diferenças de gênero, permite visualizar melhor o que ocorre (Tabela 2). A primeira observação é que a maioria das pessoas neste nível são mulheres e elas são fortemente majoritárias nas atividades de ensino, ciências da saúde e ciências sociais e humanas, assim como em atividades de nível médio de serviços e de atendimento ao público. Os homens só predominam nas atividades de CTEM, tanto de nível técnico quanto superior, assim como em posições de gerência, evidenciando que ainda existem questões de gênero que limitam o acesso de mulheres a estes setores. A outra observação é que a área de CTEM corresponde a menos de 10% do total de formados de nível superior no país, um número semelhante ao de profissionais nas áreas de ciências biológicas e de saúde. O maior grupo, de profissionais do ensino com nível superior, inclui tanto professoras de nível universitário quanto de nível médio, cujo

papel é certamente importante, mas é uma indicação também de que a principal atividade dos profissionais de nível superior é sua própria reprodução.

A PÓS-GRADUAÇÃO

A Tabela 3 mostra as principais informações sobre a pós-graduação no Brasil. Chama a atenção, deste logo, a anomalia que é a existência de um grande “mestrado acadêmico”, que concentra a maior parte de matrículas e graduados. Em todo o mundo, os mestrados são cursos de aperfeiçoamento profissional para o mercado de trabalho, e não de pós-graduação acadêmica, que se dá normalmente em cursos de doutorado. Os estudantes que se destinam aos doutorados vêm diretamente dos cursos de graduação, sem precisar passar por uma etapa intermediária de mestrado. Os mestrados acadêmicos no Brasil foram criados para dar uma titulação intermediária

Tabela 2. Principais ocupações de nível superior (por sexo)

PRINCIPAIS OCUPAÇÕES DE NÍVEL SUPERIOR (POR SEXO)		
	% mulheres	Total
Profissionais do ensino com nível superior	77.1%	2,631,271
Gerentes	42.8%	1,236,538
Escriturários	65.2%	1,206,739
Profissionais das ciências biológicas e da saúde	64.5%	1,199,366
Profissionais das ciências sociais e humanas	60.4%	1,026,088
Profissionais de CTEM	23.0%	847,348
Técnicos de nível médio em administração	46.2%	730,391
Profissionais das ciências jurídicas	46.2%	718,846
Vendedores e serviços de comércio	57.6%	508,847
Trabalhadores dos serviços	62.1%	503,219
Dirigentes do setor privado	45.1%	487,120
Trabalhadores do atendimento ao público	75.9%	267,990
Comunicadores, artistas e religiosos	51.4%	248,579
Técnicos em CTEM	21.4%	246,631
Outros	60.7%	1,452,567
Total	55.5%	13,311,540

(Fonte: PNAD 2014).

Tabela 3. Distribuição das matrículas nos cursos de pós-graduação, 2013

DISTRIBUIÇÃO DAS MATRÍCULAS NOS CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO, 2013							
Grande área	Doutorado matriculados	Doutorado titulados matriculados	Mestrado Acadêmico matriculados	Mestrado Acadêmico titulados	Mestrado Profissional matriculados	Mestrado Profissional titulados	Total
Total	87,906	15,287	113,881	45,067	18,200	5,074	285,415
Ciências agrárias	10,112	2,054	11,604	5,192	602	185	29,749
Ciências biológicas	8,473	1,524	7,455	3,548	337	100	21,437
Ciências da saúde	14,370	2,918	16,030	6,794	2,627	974	43,713
Ciências exatas e da terra	9,697	1,456	10,830	3,995	717	111	26,806
Ciências humanas	14,910	2,628	19,562	7,763	1,453	367	46,683
Ciências sociais aplicadas	7,836	1,321	15,055	6,044	3,757	1,188	35,201
Engenharias	10,600	1,568	14,900	4,886	2,909	705	35,568
Linguística, letras e artes	5,465	904	7,625	3,009	969	15	17,987
Multidisciplinar	6,443	914	10,820	3,836	4,829	1,429	28,271

(Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia).

para professores universitários quando não havia no país número suficiente de cursos de doutorado, mas a prática não foi interrompida, e as tentativas de criar mestrados profissionais não foram muito longe, como se pode ver pelo número pequeno de inscritos e formados nesta modalidade. Essa anomalia está sendo suprida, em parte, por cursos de especialização “*latu sensu*”, como os MBAs em administração, que não são regulados nem entram nas estatísticas do MEC ou do MCT. A PNAD de 2014 identificou 363 mil estudantes de pós-graduação no Brasil, dos quais 174 mil em instituições privadas, a maioria dos quais, provavelmente, caem nesta categoria. A PNAD também mostra que a idade média dos alunos de pós-graduação é de 34 anos, o que indica que estes cursos são, sobretudo, de titulação e educação continuada para profissionais já estabelecidos e não para jovens em processo de formação. O Censo da Educação Superior do Ministério da Educação não inclui dados

dos cursos de pós-graduação, o que dificulta um entendimento mais preciso do que está ocorrendo.

Uma outra fonte, a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho, identificou 363 mil pessoas no Brasil com títulos de mestrado e doutorado em dezembro de 2014, dentre as quais, cerca de metade trabalhava em educação e cerca de um terço na administração pública. A distribuição das atividades de mestres e doutores é similar e aponta na mesma direção: eles se dedicam, predominantemente, em atividades educativas e de administração pública nos diversos setores. O número de pós-graduados que se dedicam à pesquisa neste quadro é muito pequeno, embora muitos dos que aparecem nos setores de ensino e administração podem ser também pesquisadores. O setor produtivo privado ocupa um número muito pequeno de pessoas altamente qualificadas, com predomínio da área de saúde.

Tabela 4. Setores de atividades de mestres e doutores, 2014

SETORES DE ATIVIDADES DE MESTRES E DOUTORES, 2014			
	Mestres	Doutores	Total
Total	275,235	88,203	363,438
Educação	120,475	56,584	177,059
Administração Pública	96,271	12,991	109,262
Atividades de organizações associativas	5,744	3,401	9,145
Atividades de atenção à saúde humana	4,249	1,860	6,109
Pesquisa e desenvolvimento científico	2,775	3,268	6,043
Comércio varejista	2,671	1,733	4,404
Comércio por atacado, exceto veículos	2,744	754	3,498
Atividades de serviços de informação e comunicação	2,544	403	2,947
Atividades de serviços financeiros	2,590	314	2,904
Serviços de escritório e apoio administrativo	2,109	592	2,701
Captação, tratamento e distribuição de água	2,367	89	2,456
Fabricação de coque, produtos derivados do petróleo e biocombustíveis	1,905	351	2,256
Fabricação de produtos alimentícios	1,327	225	1,552
Agricultura, pecuária e produtos relacionados	1,061	405	1,466
Fabricação de produtos químicos	1,084	353	1,437
Outras atividades	25,319	4,880	30,199

(Fonte: Ministério do Trabalho, Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), vínculos ativos em 31/12/2014).

A EDUCAÇÃO SUPERIOR

O Censo da Educação Superior do Ministério da Educação mostra de que maneira os estudantes estão distribuídos pelas diversas áreas de formação (Tabela 5). Cerca de 40% dos alunos estão nas chamadas

mais reduzida e orientados mais diretamente para o mercado de trabalho (que recebem a denominação de “tecnológicos”), o número de estudantes nesta categoria é diminuto, embora venha aumentando

Tabela 5. Alunos de graduação, por grande área de formação (2013)

ALUNOS DE GRADUAÇÃO, POR GRANDE ÁREA DE FORMAÇÃO (2013)				
	Federal	Estadual	Privada e Municipal	Total
Educação	332,232	241,768	808,544	1,382,544
Humanidades e Artes	41,104	18,932	104,989	165,025
Ciências Sociais, Negócios e Direito	222,352	118,259	2,633,787	2,974,398
Ciências, Matemáticas e Computação	120,435	52,526	271,190	444,151
Engenharia, Produção e Construção	195,737	76,171	751,184	1,023,092
Agricultura e Veterinária	72,737	27,860	77,816	178,413
Saúde e Bem-estar social	130,515	60,973	794,118	985,606
Serviços	20,753	8,135	138,660	167,548
Total	1,135,865	604,624	5,580,288	7,320,777

(Fonte: Censo do Ensino Superior 2013).

“profissões sociais” (ciências sociais, negócios e direito) e outros 10% em educação. As duas áreas mais técnicas, de CTEM, ocupam 14%, e, ao contrário do que muitas vezes se pensa, também predominam no setor privado.

Este número relativamente pequeno de pessoas em atividades de CTEM não é uma anomalia, dadas as características do mercado de trabalho brasileiro, no qual predominam as atividades de serviços. O que é anômalo é a inexistência de mais diferenciação das carreiras de nível superior, como por exemplo nos Estados Unidos, local em que a grande maioria dos estudantes vai inicialmente para os *colleges* de dois ou quatro anos e só então se dirigem ou não para cursos mais avançados; ou como no modelo de Bologna adotado pela União Europeia e outros países, no qual existe um nível inicial de três anos, de amplo acesso, seguido de uma especialização profissional de 2 anos, tipo mestrado, e cursos mais avançados de doutorado ou especializações mais aprofundadas como em medicina. Embora a legislação brasileira preveja a existência de cursos superiores de duração

ultimamente, de 162 mil em 2010 para 206 mil em 2014, sobretudo no setor privado.¹ Ainda que não seja no papel, o ensino superior no Brasil é, na prática, fortemente diferenciado e estratificado, com carreiras altamente disputadas e de alto rendimento, e outras com remuneração muito mais baixa.

A Tabela 6 mostra os rendimentos das pessoas com educação superior de graduação em 2014, com dados da RAIS, por ocupação e área de atividade das instituições em que trabalham. O total, de cerca de 10 milhões, é menor do que o detectado pela PNAD (Tabela 1), porque exclui os que estão no mercado informal ou trabalham de forma independente, sem empregados. Pouco menos da metade trabalha como profissional das ciências e das artes e os dois grupos seguintes em tamanho são de ocupações administrativas e de nível médio. A principal área de

1 Censo da Educação Superior Principais Resultados, http://portal.inep.gov.br/visualizar/-/asset_publisher/6Ahj/content/dados-apontam-aumento-do-numero-de-matriculas?redirect=htp%3a%2fportal.inep.gov.br%2f, acessado em 20/12/2014.

atividade é a da administração pública, seguida da de educação. As ocupações mais rentáveis são nos altos escalões do serviço público e também na produção de bens e serviços, que emprega, no entanto, um número relativamente pequeno de pessoas e as atividades mais rentáveis são as de serviços financeiros e comércio

por atacado. As atividades de educação estão entre as de renda mais baixa, mas ainda superior à de comércio varejista, organizações associativas e atividades jurídicas, de contabilidade e auditoria (muitos dos formados em direito, no entanto, podem estar classificados em outras áreas de atividade).

Tabela 6. Remuneração média anual de pessoas com educação superior, 2014(*)

REMUNERAÇÃO MÉDIA ANUAL DE PESSOAS COM EDUCAÇÃO SUPERIOR, 2014(*)			
	Média	Mediana	Número de pessoas
a) POR OCUPAÇÃO			
Profissionais das ciências e das artes	4,662.73	3,098.35	4,572,675
Técnicos de nível médio	3,708.53	2,711.32	1,659,712
Trabalhadores de serviços administrativos	3,792.32	2,489.92	1,606,935
Membros superiores do poder público, dirigentes de organizações de interesse público e de empresas e gerentes	7,853.16	4,797.51	1,075,943
Trabalhadores dos serviços, vendedores do comércio em lojas e mercados	2,918.82	1,673.12	396,227
Industriais	3,002.94	2,004.68	156,926
Forças Armadas, Policiais e Bombeiros Militares	5,580.13	3,856.83	147,951
Industriais	6,482.21	3,192.65	68,009
Trabalhadores de Manutenção e Reparação	4,789.20	3,538.00	35,423
Pesca	3,383.66	2,386.82	9,567
Total	4,637.09	2,989.15	9,729,368
b) POR PRINCIPAIS ATIVIDADES (100 MIL OU MAIS)			
Administração pública, defesa e seguridade social	4,309.11	2,878.61	4,170,920
Educação	3,708.30	2,267.92	1,047,269
Atividades de serviços financeiros	6,665.73	4,890.40	444,078
Atividades de atenção à saúde humana	4,435.71	3,223.95	438,182
Comércio varejista	3,007.54	2,080.82	363,836
Comércio por atacado, exceto veículos automotores e motocicletas	5,702.84	3,441.11	226,427
Atividades de organizações associativas	3,231.86	2,189.72	216,689
Serviços de escritório, de apoio administrativo e outros serviços prestados às empresas	4,555.06	2,425.80	194,523
Atividades dos serviços de tecnologia da informação	5,458.97	3,826.04	194,214
Fabricação de produtos alimentícios	4,234.43	2,411.27	140,264
Atividades jurídicas, de contabilidade e de auditoria	2,829.44	1,995.42	112,219

(*) com vínculos de trabalho ativos em 31 de dezembro de 2014. Exclui mestres e doutores.

(Fonte: Ministério do Trabalho, RAIS - tabulação própria).

O ENSINO MÉDIO

O acesso ao ensino médio no Brasil cresceu rapidamente até 2004, quando então quase estacionou. Em 1992, somente 18,3% dos jovens de 15 a 17 anos estavam no ensino médio; em doze anos, 2004, a proporção passou para 45,7%, chegando a 56,5% em 2014. Dos restantes, muitos já haviam abandonado a escola e outros estavam retidos nos anos anteriores. (Figura 1). Aos 25 anos, em 2014, 65% dos jovens haviam concluído o ensino médio em algum momento, com os demais ficando para trás.

lar, em cursos de tempo integral, a grande maioria dos que buscam esta formação fazem isso em estabelecimentos privados depois de terminar o ensino médio regular, de proveito duvidoso. O censo escolar de 2014 identificou 9,2 milhões de matrículas no ensino médio geral, dos quais 340 mil em cursos técnicos integrados e 329 mil em cursos concomitantes em outras instituições. Além destes, haviam um milhão de pessoas em cursos técnicos subsequentes. A tabela 7 mostra a distribuição dos alunos do ensino técnico

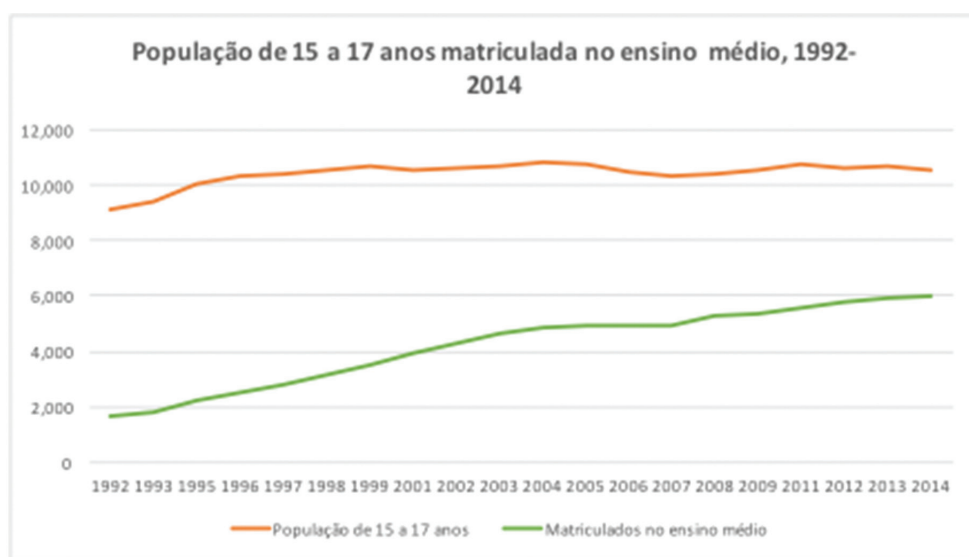


Figura 1. População de 15 a 17 anos matriculada no ensino médio, 1992-2014

(Fonte: PNAD 1992-2014, elaboração IETS)

O ensino médio brasileiro foi organizado na década de 1940, como um curso preparatório para uma pequena elite que se destinava aos estudos universitários, seja em algumas poucas escolas públicas altamente seletivas ou em escolas particulares, sobretudo religiosas, ou cursos normais para a formação de professoras. Apesar da massificação e de muitas modificações da legislação nos anos posteriores, a concepção tradicional do ensino médio quase não se alterou desde então e, a partir da Lei de Diretrizes e Bases de 1996, ficou estabelecido que o ensino técnico de nível médio só poderia ser feito de forma complementar ao currículo tradicional e não como uma alternativa, como ocorre na grande maioria dos países.

Hoje, embora algumas instituições públicas ofereçam ensino técnico de forma integrada ao regu-

pelos eixos principais de formação e provedores.

O que se observa é que a grande maioria destes cursos é da área de serviços, mas existe também um número considerável de pessoas em cursos de natureza mais técnica, como em controle e processos industriais, informação e comunicação e outros. Cerca de um terço das matrículas é dada pelo setor privado, seguido pelos estados (dentre os quais se sobressai o sistema Paula Souza da Secretaria de Ciência e Tecnologia de São Paulo). O setor federal, com seus Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia atende a somente cerca de 15% das matrículas. O Sistema S (Sesi, Senai, Senac, Sesc e outros) atende também a cerca de 15% das matrículas, sendo importante notar, no entanto, que sua atuação principal dá-se no nível da formação inicial e continuada, fora da educação formal.

Tabela 7. Eixos de educação técnica média, por provedor

EIXOS DE EDUCAÇÃO TÉCNICA MÉDIA, POR PROVEDOR								
	Federal	Estadual	Municipal	Privada	ONG	Sindicato	Sistema S	Total
Saúde e meio ambiente	17,779	82,018	4,265	271,803	1,189	4,208	35,275	416,537
Controle e processos industriais	67,017	69,440	5,012	105,166	157	5,376	85,054	337,222
Gestão e negócios	19,429	168,360	9,496	77,202	1,067	2,912	41,707	320,173
Informação e comunicação	43,615	96,123	5,081	73,706	339	1,205	21,387	241,456
Segurança do trabalho	8,439	18,299	1,249	75,559	508	1,492	31,468	137,014
Recursos naturais	38,043	37,474	1,348	11,604	1,408	3,489	1,608	94,974
Infraestrutura	25,488	19,169	1,698	30,030	89	766	7,335	84,575
Produção cultural e Design	3,834	12,965	1,229	18,241	100	907	10,059	47,335
Turismo e lazer	6,295	13,788	447	15,697	2	153	2,363	38,745
Produção Industrial	5,619	4,435	72	5,985	32	560	8,828	25,531
Produção de alimentos	11,488	7,141	0	3,496	0	57	2,659	24,841
Apoio Educacional	2,041	7,332	52	4,888	59	113	702	15,187
Militar	519	134	109	557	0	0	34	1,353
Total	249,606	536,678	30,058	693,934	4,950	21,238	248,479	1,784,943

(Fonte: Censo Escolar 2014).

CONCLUSÕES

A educação brasileira vem expandindo, ao longo dos anos, tanto no nível superior quanto médio, de forma perversa, sem criar alternativas claras de formação para um público cada vez mais diversificado que busca aumentar seus conhecimentos e suas qualificações formais. No nível médio, todos devem seguir os mesmos cursos tradicionais e a qualificação profissional só pode ser feita como formação adicional, embora grande maioria nunca chegue ao ensino superior; no nível superior, todos cursos são considerados igualmente “universitários”, submetidos a exigências de pós-graduação e de pesquisa semelhantes e proporcionando diplomas de mesma validade em todo o país, embora a grande maioria dos cursos seja, na prática, dedicada exclusivamente à formação profissional. Isso é feito em nome de valores igualitários – o temor de que a criação de alternativas de formação de nível médio e superior pudesse levar a cursos e instituições de segunda classe, que diplomassem estudantes e profissionais sem a necessária formação crítica e científica que

seriam, supostamente, necessárias para a formação de todos. O resultado, na prática, é que a educação se tornou altamente discriminatória, excluindo ou prejudicando os que não têm condições ou não têm acesso às instituições e carreiras mais privilegiadas, como se pode ver pelo grande número dos que não completam a educação média, não atingem as notas mínimas de desempenho no ENEM e terminam com títulos vazios de conteúdo e de pouco valor no mercado de trabalho.

Para compensar a rigidez e as limitações do sistema educacional, a sociedade brasileira vem desenvolvendo, desde os anos 40, uma série de outras alternativas de formação fora do sistema educacional regular, sobre o qual inexistem informações sistemáticas. Ele inclui os cursos de formação profissional de curta duração dados pelo Sistema S e por escolas profissionais livres, e cursos e treinamento proporcionados por empresas e organizações governamentais e não-governamentais, sindicatos e associações, que se estima que atinjam a 27 milhões de pessoas em um dado ano. A existência

deste setor invisível é salutar, e sua informalidade pode ser uma vantagem, mas isto não é razão para permitir que o setor formal da educação, que proporciona os certificados legalmente reconhecidos e utilizados por todos, continue com as atuais distorções.

No conjunto da educação brasileira, o setor de ciência, tecnologia, engenharia e matemática – CTEM – é relativamente pequeno, e não poderia ser muito diferente, dadas as características do mercado de trabalho e da inserção do país na economia internacional, que leva ao predomínio do setor de serviços. Mas a relação entre o sistema econômico e o setor educacional não é mecânica, e, na medida em que o país consiga formar um número mais significativo de pessoas com boa capacitação em CTEM, cria também oportunidades para o desenvolvimento de uma economia mais sofisticada em todos os setores em que as atividades de rotina estão sendo ocupadas pelas máquinas e computadores e há uma demanda crescente de pessoas com ampla capacidade de entendimento e raciocínio, que inclui necessariamente as competências matemáticas e a familiarização com as novas tecnologias de informação e comunicação.

Para que isso possa ser feito, é indispensável que os estudantes tenham acesso a oportunidades educacionais compatíveis com seus interesses e competências e que não sejam forçados a estudar coisas que não lhes digam respeito. Para que isso ocorra, várias alterações no sistema educacional do país precisam ser introduzidas. No ensino médio, é preciso criar opções de especialização e aprofundamento, tanto para as diferentes áreas de formação superior – áreas de CTEM, de saúde, das ciências e profissões sociais – quanto para as diferentes modalidades de ensino técnico e profissional, reduzindo o número de matérias obrigatórias e alterando o ENEM para permitir avaliações das diferentes trajetórias. No ensino superior, é preciso fortalecer e expandir as oportunidades de formação tecnológica e profissional de curta duração; e, na pós-graduação, os mestrados acadêmicos precisam ou evoluir para doutorados plenos ou se transformar em mestrados profissionais. Os doutorados e o sistema CAPES de avaliação também precisam ser revistos, deixando de ser avaliados em termos exclusivamente acadêmicos e incorporando critérios de relevância social e econômica. E deve ser possível, a partir de

cada nível e opção, buscar novas trajetórias e alcançar níveis mais altos de formação, sem obstáculos formais dissociados das motivações e capacidade de estudo e trabalho de cada um. Não sabemos bem como fazer isso, será um longo aprendizado, mas é assim que ocorre no resto do mundo, e não podemos continuar sempre para trás.

REFERÊNCIAS

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)*. 2014. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/sinteseindicsoais2014/default_tab_xls.shtm>. Acesso em 26 de agosto de 2016.

INEP-Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Censo da Educação Superior*. 2013. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/informacao-da-publicacao/-/asset_publisher/6JYIsGMAMkW1/document/id/493780>. Acesso em 20 de novembro de 2016.

INEP-Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Censo da Educação Superior – Principais Resultados*. 2014. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/visualizar/-/asset_publisher/6AhJ/content/dados-apontam-aumento-do-numero-de-matriculas?redirect=http%3a%2f%2fportal.inep.gov.br%2f>. Acesso em 20 de dezembro de 2014.

INEP-Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Censo Escolar*. 2014. Disponível em: <<http://inep.gov.br/web/guest/resultados-e-resumos>>. Acesso em 07 de setembro de 2016.

MCTIC-Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. 2013. Disponível em: <<http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/index.html>>. Acesso em 03 de setembro de 2016.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. *Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)*. 2014. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br>>. Acesso em 03 de setembro de 2016.

EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, COMPETITIVIDADE E INOVAÇÃO

Rafael Lucchesi

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e Confederação Nacional da Indústria (CNI)

INTRODUÇÃO

A educação profissional coloca-se no centro da agenda das políticas públicas brasileiras tanto em períodos de expansão e crescimento, quando a oferta de profissionais se mostra insuficiente em relação à demanda quantitativa e qualitativa dos setores produtivos, quanto em momentos de crise econômica, quando há necessidade de minimizar seus efeitos, contribuindo para a permanência e reinserção de pessoas no mundo do trabalho. Para o setor produtivo, especialmente para o setor industrial, o crescimento, a adequação da oferta e os investimentos em educação profissional, são apontados como fatores-chave para a produtividade do trabalho. Em ambas as esferas, a educação profissional assume papel fundamental para a competitividade com sustentabilidade do país.

A crise econômica global que se iniciou em 2008 ampliou os desafios dos países e, em relação aos fatores que afetam a competitividade, ainda incluiu na agenda política os problemas decorrentes do desemprego, que afetam fortemente os jovens em todo o mundo. Mais recentemente, o Brasil vem enfrentando o agravamento de uma crise interna, que reverteu as expectativas positivas de crescimento

sustentável e fez reincidir problemas ligados à retração da atividade econômica. Um dos mais fortes resultantes desse momento é o crescimento da taxa de desemprego, especialmente entre os jovens.

Enquanto isso, a competitividade do país, impactada por fatores como a confiança nas instituições, o balanço das contas públicas, a capacidade de inovar e a qualidade da educação, vem perdendo sucessivas posições entre as economias mais desenvolvidas do mundo.

Nesse contexto, a educação profissional emerge como uma das principais questões dos debates globais. No Brasil, tem recebido tratamento especial nas políticas públicas, com a ampliação dos investimentos e da efetiva articulação com os demais níveis e modalidades de ensino. Não obstante, para permitir a formação de pessoas capazes de responder às necessidades do sistema produtivo, especialmente em matemática, ciências, engenharias e tecnologia, será necessário melhorar rapidamente a qualidade do ensino fundamental e médio do país. De forma geral, é imperativo rever a própria matriz educacional brasileira e priorizar a educação profissional, de forma a equacionar o déficit

de conhecimentos e habilidades entre os estudantes, fruto do atual modelo de educação geral e de baixa qualidade, modelo no qual as condições necessárias para a inserção no mundo do trabalho estão ausentes. Outra questão fundamental refere-se às mudanças que devem ser implementadas no próprio ensino profissional, de maneira a reforçar seu potencial para superar os momentos de crise e impactar positivamente a competitividade e o desenvolvimento.

O presente artigo discute a educação profissional e os fatores internos e externos que afetam a produtividade do trabalhador brasileiro e a nossa capacidade de inovar e competir no cenário global.

A MATRIZ EDUCACIONAL BRASILEIRA E SEUS EFEITOS NA QUALIDADE DA EDUCAÇÃO

A priorização dada pelo país à educação na última década, que acabou por se converter no lema da gestão do governo anterior, “Brasil, Pátria Educadora”, possibilitou avanços importantes. Em relação à universalização do acesso, o país tem hoje 97,1% da população de 6 a 14 anos matriculada no Ensino Fundamental. Entre as demais, 500 mil crianças que permanecem fora da escola predominam as de famílias mais pobres, com renda per capita de até $\frac{1}{4}$ de salário mínimo, negras, indígenas e com deficiência - grupos que demandam políticas públicas específicas e diferenciadas.

Deve-se notar que para universalizar o ensino fundamental e para garantir que as crianças

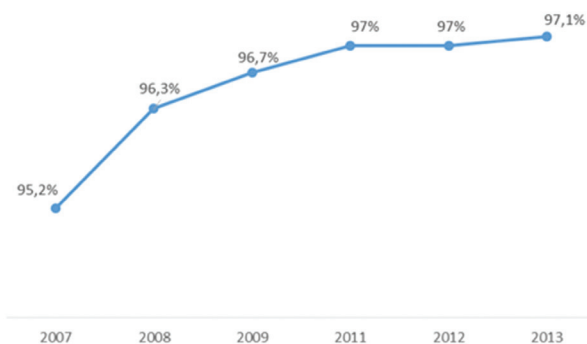


Figura 1. Percentual de crianças de 06 a 14 anos matriculadas na escola

(Fonte: MEC/Censo Escolar 2014. IBGE/PNAD/2013 - Não existem dados para 2010, pois nesse ano não foi realizada a PNAD, em função da realização do Censo Demográfico).

e jovens que estão hoje fora da escola e os alunos matriculados concluíam os nove anos de estudo na idade recomendada, serão necessárias mudanças estruturais, desde a educação infantil até os anos finais. Para atingir esse objetivo, as políticas públicas deverão ter como foco um ensino de melhor qualidade, sintonizado os interesses dos jovens, de maneira a garantir menores índices de reprovação e de evasão (MTE, 2013).

Em relação ao segmento do ensino médio, a situação é mais difícil. Aproximadamente 1,6 milhão de jovens de 15 a 17 anos, que deveriam estar cursando esta etapa de ensino, estão fora da escola, o que corresponde a 14,3% da população nessa faixa etária.

No Brasil, cerca de 2,9 milhões de crianças e jovens (de 4 a 17 anos) não estão matriculadas regularmente nas redes de ensino. Nesse sentido, o desafio imposto pela Emenda Constitucional nº 59, de universalizar toda a educação básica (educação infantil, ensino fundamental e médio) até 2016, é extremamente desafiador, à medida que a recente melhora no fluxo escolar no ensino fundamental fez aumentar o número de matrículas do ensino médio, mas não garantiu a permanência dos alunos. Como o aluno chega mal preparado no ensino médio, o resultado é uma taxa de abandono de quase 10% na primeira série. Além disso, a alta taxa de repetência de cerca de 17% contribui para a distorção aluno-série ao longo dos três anos de duração dessa etapa, represando, logo de início, 27% do total de alunos, o que representa um grande fator: marginalização. As altas taxas de evasão e reprovação no ensino médio indicam que o modelo curricular presente na

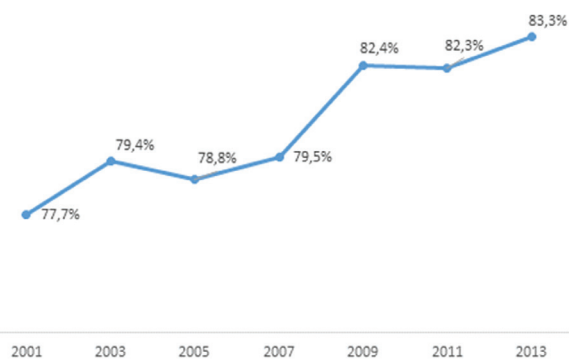


Figura 2. Percentual de jovens de 15 a 17 anos matriculados na escola

(Fonte: MEC/Censo Escolar 2014 e IBGE/PNAD/2013).

Tabela 1. Taxa de Rendimento Escolar; Ensino Médio 2014 |

ENSINO MÉDIO	Reprovação	Abandono	Aprovação
1º ano EM	17,0% 571.485 reprovações	9,5% 319.359 abandonos	73,5% 2.470.829 aprovações
2º ano EM	11,0% 286.815 reprovações	7,1% 185.126 abandonos	81,9% 2.135.462 aprovações
3º ano EM	6,4% 142.412 reprovações	5,2% 115.710 abandonos	88,4% 1.967.055 aprovações

(Fonte: Censo Escolar 2014, Inep).

matriz educacional brasileira, baseado em número excessivo de disciplinas e currículos desatualizados, está ultrapassado e torna-se desinteressante para o jovem do século 21.

A partir do ensino médio, a população de jovens brasileiros depara-se com um obstáculo, que dificulta fortemente sua inserção produtiva: o corte abrupto em relação à continuidade dos estudos no ensino superior, entre jovens com idades de 18 a 22 anos, exatamente no momento de sua incorporação ao mercado de trabalho. Dos 22,5 milhões de pessoas nessa faixa etária no Brasil, apenas 16,5% estão no Ensino Superior.¹

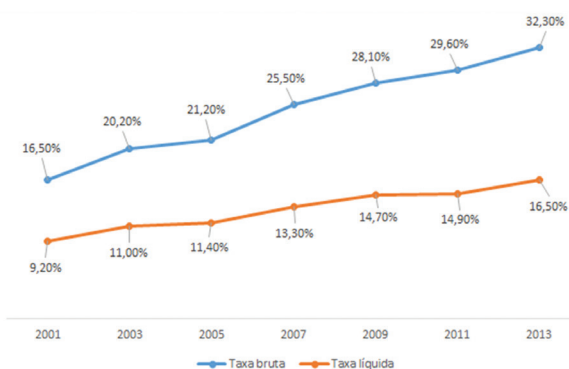


Figura 3: Taxa bruta e Taxa líquida de matrícula na Educação Superior 2001 – 2013

(Fonte: MEC/Censo da Educação Superior 2013).

1 A taxa bruta de matrícula é obtida dividindo-se o total de matrículas pela população com idade prevista para cursar o nível. Desse modo, para se obter, por exemplo, a Taxa de Matrícula Bruta referente ao Ensino superior, divide-se o total de matrículas nesse nível pela população de 18 a 22 anos. Ex.: TMB do Ensino Superior: Total de matrículas efetuadas x 100/ População de 18 a 22 anos. A taxa líquida de matrícula indica o percentual da população em determinada faixa etária que se encontra matriculada no nível de ensino adequado à sua idade.

Um conjunto de fatores inviabiliza o acesso e a permanência no ensino superior. Dentre eles, a qualidade da educação básica. Não obstante os avanços que obteve na última década, a educação brasileira está muito aquém do desempenho esperado. A proficiência dos alunos, medida por avaliações nacionais e internacionais, ainda patina. Em 2015, o Brasil ocupa a 60ª posição no ranking mundial de educação (OCDE, 2015), aferido entre 76 países. O ranking é encabeçado por países asiáticos (Cingapura, Hong Kong e Coreia do Sul, os três primeiros, respectivamente).²

As questões relacionadas à qualidade da educação básica impactam diretamente a capacidade de ingresso e permanência nos cursos superiores e restringem a possibilidade de os alunos desenvolverem o pensamento lógico e a criatividade nos patamares exigidos pelos cursos superiores das chamadas “ciências duras”: física, química, matemática, biologia e engenharia. Na edição de 2012 do Programa Internacional de Avaliação de alunos (PISA), foi incluída uma avaliação especial, focada especialmente na resolução criativa de problemas. Em relação a esse aspecto, o Brasil ficou na 38ª posição no ranking na avaliação realizada dentre um conjunto de 44 países. No teste, 47,3% dos alunos brasileiros apresentaram baixa *performance* em resolução criativa de problemas.³

2 Entre os países dos BRICs (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) analisados, a Rússia está aparece melhor, em 34ª posição. A África do Sul está em situação pior do que o Brasil, em 76º lugar. Imediatamente à frente do Brasil estão a Geórgia (59º), o Líbano (58º) e Barein (57º). A China e a Índia não estão na lista porque se recusam a participar da aferição da OCDE. Na América Latina, o país que se saiu melhor foi a Costa Rica, em 53º lugar, seguido do México, na 54ª colocação e do Uruguai, na 55ª posição.

3 O *Programme for International Student Assessment* (PISA) — Programa Internacional de Avaliação de Estudantes — é uma iniciativa de avaliação comparada, aplicada a estudantes

O sistema educacional brasileiro funciona como um funil: apenas 54,3% dos alunos que iniciam o ensino fundamental concluem o ensino médio aos 19 anos de idade. A outra metade fica pelo caminho. Não há nada mais estruturalmente excludente do que isso. Os demais vão para o mundo do trabalho com restritos conhecimentos de ciências e matemática e com pouca capacidade de ler e interpretar textos.

Um cenário dessa natureza repercute diretamente na produtividade do trabalho. Hoje, seja em ocupações manuais ou nas baseadas no conhecimento, poucos trabalhadores usam apenas ações repetitivas para realizar seu trabalho. Além do mais, de acordo com o Levantamento de Competências dos Adultos (PIAAC/OCDE, 2013), um em cada dez trabalhadores é confrontado a cada dia com mais problemas complexos que requerem, pelo menos, 30 minutos para serem solucionados.

Os reflexos dessa situação para o desenvolvimento econômico e para a competitividade são conhecidos: o fato de jovens de 15 a 24 anos saírem do contexto educativo diretamente para o acirrado e competitivo contexto do mundo do trabalho, em um mercado retraído e que requer qualificações imediatas, leva a altas taxas de desemprego e baixos salários.

Em 2010, uma entre cada seis pessoas no mundo era jovem: desses, um em cada oito estava desempregado. Quando empregados, os jovens ocupavam principalmente postos de trabalho de baixa remuneração e pouca complexidade (ILO, 2012, apud UNESCO, 2015). O fenômeno social dos “nem-nem”, jovens que **nem** estudam **nem** trabalham, vem ampliando-se na sociedade brasileira, mas também como uma manifestação global.

Os jovens são os mais afetados pelo desemprego e os primeiros a serem dispensados em tempos e a buscar o mercado de trabalho para compor

na faixa dos 15 anos, idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países. O programa é desenvolvido e coordenado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Em cada país participante há uma coordenação nacional. No Brasil, o PISA é coordenado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Na edição de 2012, os países asiáticos lideraram o ranking da avaliação sobre a resolução criativa de problemas: Cingapura (1º), Coreia do Sul (2º), Japão (3º) e Macau-China (4º).

a renda familiar em situações de crise. No entanto, não é incomum o desemprego coexistir com vagas desocupadas pela ausência de qualificações exigidas. Dados do EUROFOND (2010) revelam que, em 2009, o desemprego entre jovens na Europa era, em média, de 21,4%. No mesmo período, cerca de 35% das empresas da União Europeia tiveram dificuldades em contratar profissionais para vagas qualificadas.

Os sinais de que esse processo está se aprofundando no Brasil, aparecem mais fortemente no ano de 2015. A taxa de desemprego⁴ vem oscilando desde 2012, mas em 2015 apresentou uma alta considerável quando, no segundo trimestre, chegou a 8,3%: a maior desde 2012. Entre os jovens 18 a 24 anos atingiu quase 1/5 dos indivíduos: 18,6% da população nessa faixa etária (IBGE, PNAD 2015).

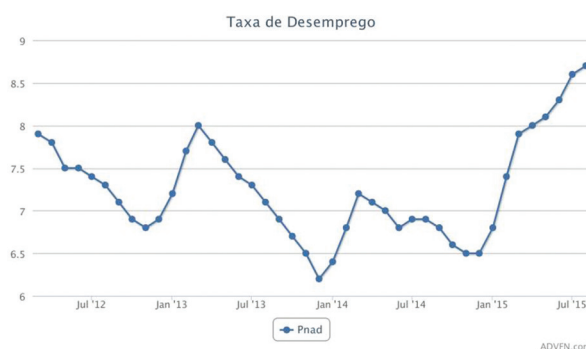


Figura 4. Variação da Taxa de Desemprego Brasil-jul./2012- jul./2015

(Fonte: Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios/ PNAD - 2015).

Em decorrência, tanto o Brasil quanto os países desenvolvidos têm atentado para a urgência de implementar políticas educacionais de qualificação para o trabalho como estratégia de promoção da competitividade e de compensação aos efeitos excludentes da crise globalizada. A busca é por desenvolver nos indivíduos não apenas as competências exigidas pelo mercado, mas os preparar para a vida, como cidadãos e trabalhadores capazes,

4 A taxa de desemprego, de acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (Pnad), refere-se à proporção entre a População Desempregada e a População Economicamente Ativa. A taxa de desemprego também é conhecida como **taxa de desocupação**.

com flexibilidade para enfrentar situações de emprego, desemprego e autoemprego.

Para além do potencial de resposta ao desafio duplo da empregabilidade e do desemprego entre os jovens, os sistemas de educação e formação profissional permitem a flexibilidade necessária para que adultos produtivos mantenham atualizadas suas habilidades ao longo da vida, além de possibilitar a assimilação de novas tecnologias incorporadas nos processos produtivos. Essa é uma vantagem particularmente importante no contexto de sociedades que estão envelhecendo e melhorando as condições de saúde da população, pois também possibilita aos trabalhadores que estão no mercado de trabalho manterem-se produtivos por mais tempo (UNESCO, 2015).

OS DESAFIOS PARA O CRESCIMENTO E A QUALIDADE DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL NO BRASIL

A educação profissional, capaz de, ao lado da escolaridade básica, proporcionar a ampliação das oportunidades de emprego aos jovens, segue uma rota paralela em relação à educação básica no Brasil. Desde sua inclusão na Constituição de 1937 (art.129), seu objeto foi a formação para o trabalho, voltada aos pobres, numa ótica semelhante à que orientou a visão jesuítica no período colonial quando da criação dos liceus e das escolas de aprendizes e artífices do início do século 20 (OIT/Cintefor, 2015 APUD Cunha, 2000; MEC, 2009).

A industrialização em curso no Brasil a partir dos anos 30 e a redemocratização da década de 40, quando foi redefinido o espaço das relações entre capital e trabalho e esboçado o modelo regulatório do estado de bem-estar varguista, deram origem aos primeiros Serviços Nacionais de Aprendizagem.⁵ Nos anos 40, não existiam políticas públicas universais lastreadas pela lógica do bem-estar social. A substituição do modelo agrário-exportador pelo modelo urbano industrial foi possível graças à intervenção estatal na economia e sua ação regulatória. O resultado mais

imediato não foi a construção do estado de bem-estar, mas sim da celeridade da industrialização, da urbanização e das novas relações entre capital e trabalho. A engenhosidade de Getúlio Vargas e a visão de atores sociais ligados ao setor industrial ao instituir — por meio de uma contribuição para-fiscal — o chamado “Sistema S”⁶, permitiu a criação da lógica peculiar do estado de bem-estar social brasileiro.

Hoje a educação profissional no Brasil é ofertada pelas instâncias pública e privada e contempla três níveis: básico (formação inicial e continuada, com duração e conteúdos flexíveis, certificação livre); técnico (certificação de nível médio) e tecnológico (certificação superior)⁷, conforme a Lei de Diretrizes e Bases da Educação, 1996, regulamentada pelo Decreto nº 2.208, de 17/09/1997.

O ensino técnico segue uma tendência de expansão no país. Desde o fim da década de 1960, foram implantados programas nacionais de qualificação e emprego⁸, focados em pessoas desempregadas e em grupos de baixa renda. Esses programas foram voltados especialmente para os jovens e a execução das ações realizadas pela rede pública, pelo “Sistema S” e institutos federais. Em 2011, o PRONATEC, criado pela Lei 12.513, com administração do Ministério da Educação, inovou em relação aos programas que o precederam no que diz respeito à inclusão de ações voltadas à melhoria da qualidade da educação profissional, investimentos

6 “Sistema S” é a designação informal do conjunto de Serviços Nacionais de Aprendizagem e respectivos Serviços Sociais (SENAI-SESI, SENAI-SESC, SENAR, SENAT-SEST e SESCOOP) e SEBRAE. No que pese, compartilham a denominação de “sistema”, são entidades independentes entre si.

7 O básico, em geral, não exige escolaridade, o tecnológico requer educação básica completa e o nível técnico pode ser ofertado, desde 2008, em ter modalidades: concomitante (matrícula em ensino médio e técnico ao mesmo tempo, em período e escolas diferentes; subsequente (curso técnico depois de finalizado o ensino médio e integrado: currículo de ensino médio e técnico ao mesmo tempo). Fonte: Portal MEC, 2015

8 Exemplos de programas: Programa Intensivo de Preparação de Mão de Obra (PIPMO) vigente entre 1968-1990; Plano Nacional de Qualificação do Trabalhador (PLANFOR) 1994-2002, substituído pelo Plano Nacional de Qualificação (PNQ) 2003-2014, ambos financiados pelo Fundo de Amparo ao Trabalhador (Dieese, 2007, p.189; MTE 2002^a e 2014b; SENAI-SP, 1992) APUD OIT/CINTERFOR 2015

5 A criação do Serviço Social de Aprendizagem Industrial (SENAI) ocorreu em 1942, por meio do Decreto Lei nº 4.048, de 22 de janeiro de 1942 e a do Serviço Nacional de Aprendizagem do Comercial (SENAC) em 1946, por meio do Decreto-Lei nº 8.621, de 10 de janeiro de 1946.

em infraestrutura e recursos pedagógicos, além de uma forte articulação com os programas sociais de combate à pobreza. Em decorrência, entre 2008 e 2014, as matrículas no ensino técnico de nível médio apresentaram crescimento de 87,7%, atingindo um contingente de mais de 1,7 milhão de matrículas (1.741.528). De 2013 a 2014, o crescimento de matrículas foi de aproximadamente 20%, o maior da série histórica. (INEP, 2014).

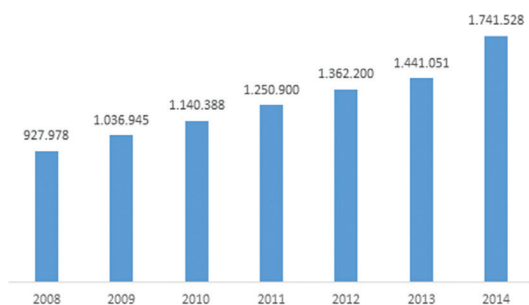


Figura 5: Matrículas Educação Profissional no Brasil (Integrado, Concomitante e Subsequente)
(Fonte: Censo da Educação Básica, 2014).

Entre as instituições executoras, o Serviço Social de Aprendizagem Industrial (SENAI) foi a instituição que mais alunos capacitou, com aproximadamente **39%** do total, cabendo às demais entidades do Sistema “S”: Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC) **33%**, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR) **17%** e Serviço Nacional de Aprendizagem dos Transportes (SENAT) **6%**. Os **5%** restantes correspondem aos institutos federais.

Apesar do aumento de matrículas na educação profissional registrado nos últimos anos, a escola e o mundo do trabalho carecem de sintonia. As rápidas transformações proporcionadas pelas novas tecnologias e os novos perfis profissionais, que requerem muito mais a criatividade e a capacidade de relacionar conhecimentos de forma interdisciplinar, na busca pela resolução de problemas, ainda são características pouco valorizadas nos cursos de formação profissional. Além disso, a amarra das disciplinas obrigatórias sobrecarrega o ensino médio profissionalizante, no qual o aluno é obrigado a cumprir não apenas as disciplinas relacionadas ao curso, como também toda a carga do ensino médio regular.

Um elemento importante para apoiar essa afirmação é que, apesar do número de matrículas no ensino profissional integrado ao ensino médio ter crescido nos últimos anos no Brasil, o maior volume de matrículas — em torno de 60% — ainda está concentrado no ensino subsequente. Ou seja, a força do ensino técnico no Brasil acontece após a conclusão do ensino médio.

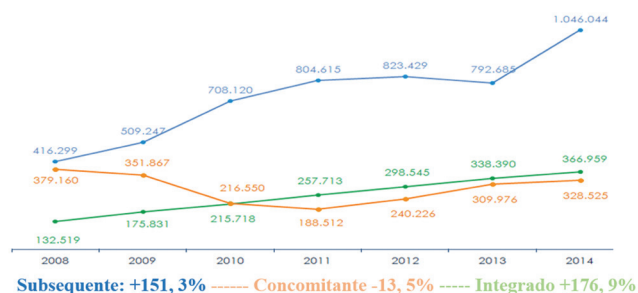


Figura 6: Crescimento das Matrículas no Ensino Técnico de Nível Médio no Brasil (Integrado, Concomitante e Subsequente)
(Fonte: Censo da Educação Básica, 2014).

Nota-se que, diferentemente do que ocorre no Brasil, **49,9%** dos alunos do ensino secundário na União Europeia optam pela Educação Profissional, sendo que na Áustria, o volume chega a **76,8%**, na Finlândia **69,7%**, Alemanha **51,5%**, Espanha **44,6%** e em Portugal **38,8%** (CEDEFOP, 2013).

Tal fenômeno deriva da atual matriz da educação brasileira, baseada num conceito de educação geral, que obriga o aluno a cursar um conjunto de matérias e disciplinas comuns. Nota-se que em nenhum país do mundo existe um exame comum para todo o Ensino Médio, como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)⁹. No Brasil, local no qual ainda impera a cultura bacharelesca, o ensino médio está orientado para a universidade. Em vários países, apenas um pequeno grupo é recrutado para universidade, com base em notas de disciplinas específicas e não em notas de disciplinas gerais.

⁹ O Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM é a Avaliação do Desempenho Escolar e Acadêmico ao fim do Ensino Médio, foi criado em 1998 com o objetivo de diagnosticar a qualidade do ensino médio no país e subsidiar a implementação de políticas públicas. Em 2009, ganhou nova função: selecionar ingressantes nos cursos superiores de faculdades e universidades federais. O exame é aplicado anualmente pelo MEC, por meio do Inep - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

Em grande parte, a cultura do trabalho como um elemento negativo, associada à nossa herança escravista, piora esse quadro. Se a educação é voltada à formação do cidadão e se o trabalho é um requisito de cidadania, as habilidades e atitudes relacionadas ao mundo do trabalho deveriam ser incorporadas, mesmo que de forma transversal, à formação escolar. No entanto, os alunos originários do ensino médio que chegam à formação profissional e, logo após, ao mercado de trabalho, não portam muitos dos requisitos necessários. Esse estranhamento dá-se também no sentido contrário: as instituições de educação profissional desenvolveram, em maior ou menor escala, um *ethos*, que dificulta a interlocução com as instituições que ministram os ensinamentos fundamental e médio.

Como a inspiração é diferente, com as escolas técnicas — baseadas nas séries metódicas alemãs e suíças — e o sistema educacional brasileiro, de inspiração jesuítica, criou-se uma clivagem que deve ser estudada e discutida, de forma a permitir uma ponte de diálogo a fim de construir uma educação integradora, voltada à formação da cidadania a partir de uma percepção positiva sobre o trabalho, capaz de resgatar o contexto histórico e social do indivíduo e da sua capacidade de transformação da realidade.

Cabe também ressaltar que a educação profissional é um fator de inserção importante no mercado de trabalho, relacionada ao aumento da produtividade. Segundo os resultados da pesquisa Educação Profissional no Brasil: inserção e retorno (SENAI, 2010), realizada no âmbito de convênio celebrado entre o SENAI e a PUC-Rio, que investigou o efeito da educação profissional sobre os salários entre os trabalhadores com base no suplemento especial da pesquisa Nacional de Amostras por Domicílio (PNAD, 2007), observou-se que os trabalhadores que frequentaram cursos de educação profissional auferiam um salário-hora médio de R\$6,50, ao passo que aqueles que não possuíam nenhum tipo de qualificação, o salário atingia apenas R\$5,00/hora. Isso representa uma diferença de 29%, entre os dois grupos. O desafio da pesquisa foi estimar o que se chama de *contra factual*, ou seja, o que seria daqueles trabalhadores que fizeram educação profissional se eles não tivessem frequentado esses cursos. Utilizando várias técnicas de análise, verificou-se que o **ganho** em

termos de salário/hora **dos que cursaram o ensino profissional** era aproximadamente **10% maior** em relação aos demais trabalhadores. O impacto nos salários ocorreu por dois fatores: a mudança de ocupação, propiciada por novas oportunidades de trabalho decorrentes da qualificação, e os ganhos de produtividade dentro da mesma ocupação. A relação entre instituição ministrante e média salarial também apareceu como uma variável importante: dependendo da natureza da instituição onde o trabalhador frequentou o ensino profissional, o ganho salarial médio sofreu alteração: para os egressos do Sistema S, o salário médio aumentou de 9,8% para 13,5%. Para os que cursaram educação profissional em escolas públicas, o ganho ficou em 6% e nas demais instituições do setor privado, atingiu 8,9%. Apesar dos resultados não permitirem inferências sobre a eficácia relativa das diferentes instituições, os resultados do “Sistema S” foram significativos. Outro aspecto importante é que, naqueles cursos cujos requisitos em termos de educação formal são maiores, o efeito positivo nos salários ampliou-se substancialmente.

EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E COMPETITIVIDADE

O Brasil perdeu 27 pontos no ranking global das economias mais competitivas do mundo em 2015, passando do 48º lugar, em 2012, para a 75ª colocação, entre 140 países (WEF, 2015). A produtividade do trabalhador industrial brasileiro também foi a que menos cresceu entre 2002 e 2012, com uma taxa média anual da ordem de 0,6% (CNI, 2015). Em 1980, o trabalhador brasileiro médio apresentava 30% da produtividade do trabalhador médio americano. Hoje ela atinge aproximadamente 20%. Isso significa que **um trabalhador americano produz cinco vezes mais que um brasileiro, um alemão quatro vezes mais e um coreano três vezes mais**. Produtividade é um indicador-síntese e vários fatores atuam sobre ele. Mas, a longo prazo, a produtividade é impactada pela capacidade educacional da sociedade.

Outro estudo revela que a produtividade da indústria de transformação está longe de seguir o mesmo ritmo do aumento salarial dos trabalhadores. De 2001 a 2012, a produtividade da indústria cresceu apenas 1,1%, enquanto a remuneração média dos

trabalhadores, em dólares, subiu 169%. Ou seja, a quantidade de produtos fabricados por um trabalhador aumentou apenas 1,1%, enquanto os salários mais que dobraram. Isso significa que a indústria está absorvendo os custos decorrentes dos reajustes salariais.

inovações que contribuam para a sustentabilidade econômica, política e institucional das organizações.

Um dos aspectos mais importantes para a avaliação das ações relativas à educação superior e tecnológica a serem implementadas com o objetivo de

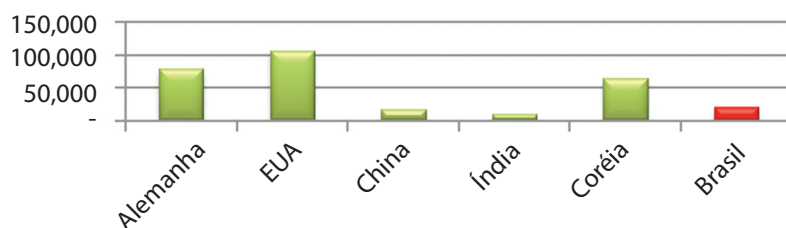


Figura 7: Produtividade do Trabalho (PIB/PO):

Países selecionados - 2011
(US\$ PPP 2011)

(Fonte: Relatório The Conference Board, 2011).

Entre os fatores que afetam a competitividade do Brasil, a educação ocupa a base da pirâmide para o setor produtivo. Segundo o Mapa Estratégico da Indústria (CNI, 2013), que identifica as prioridades e estratégias para o aumento da competitividade, o crescimento do setor industrial e o desenvolvimento do Brasil, a necessidade de melhoria da qualidade da educação básica, o aumento da oferta de educação profissional e a formação de maior número de engenheiros e tecnólogos foram identificados como fatores-chave para a competitividade com sustentabilidade. Esse posicionamento deriva da ideia de que uma sociedade educada é essencial na construção de instituições e de um ambiente favorável aos negócios e de que a educação também é o principal insumo para a inovação.

Hoje é consenso a ideia de que conhecimento e inovação são os principais motores da economia. Mais da metade da riqueza mundial é gerada pelo conhecimento, que superou a parcela atribuída aos fatores de produção tradicionais (recursos naturais, capital e trabalho) no final da década de 1990. A tendência é de que uma parcela crescente do valor agregado aos produtos e serviços seja resultante da inovação, tecnologia e inteligência envolvidas. Mesmo nos setores industriais tradicionais, a competição tem como determinante, cada vez mais, a capacidade de transformação da informação em conhecimento e, deste, em inovações e estratégias de negócio (CAVALCANTI, 2002, apud CNI, 2013). Vários países vêm ampliando seus investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) com o objetivo de criar estoque de conhecimento a ser utilizado em

aumentar a competitividade da indústria brasileira é a situação atual dos indicadores de inovação. A situação detectada pela PINTEC 2011¹⁰ (IBGE, 2013) mostra uma queda significativa entre 2008 e 2011.

A taxa geral de inovação de produto também se reduziu no período 2005-2011, refletindo em grande parte o comportamento das empresas diante da crise econômica, iniciada em 2008, quando apenas 17,3% das empresas extrativas e de transformação no Brasil realizaram algum tipo de inovação de produto. Entretanto ao detalhar a taxa geral de inovação na indústria, verifica-se que, na maioria dos casos, o produto é novo apenas para a empresa e raramente para o mercado nacional e mundial. Essa dificuldade para efetuar inovação de produto pode ser apontada como um dos obstáculos à competitividade do produto industrial nacional. Em 2015, no epicentro da crise econômica, o Brasil perdeu 9 posições no Ranking Global de Inovação 2015 (INSEAD; WIPO; Johnson Cornell University, 2015).¹¹

10

A Pesquisa de Inovação (PINTEC) é realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com o apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. A PINTEC tem por objetivo a construção de indicadores setoriais nacionais e, no caso da indústria, também regionais, das atividades de inovação das empresas brasileiras, comparáveis com as informações de outros países. O foco da pesquisa é sobre os fatores que influenciam o comportamento inovador das empresas, sobre as estratégias adotadas, os esforços empreendidos, os incentivos, os obstáculos e os resultados da inovação.

11

O Brasil ficou em 70º lugar no Índice Global de Inovação 2015 copublicado pela Universidade Cornell, Escola de Pós-graduação em Negócios (INSEAD), na França, e

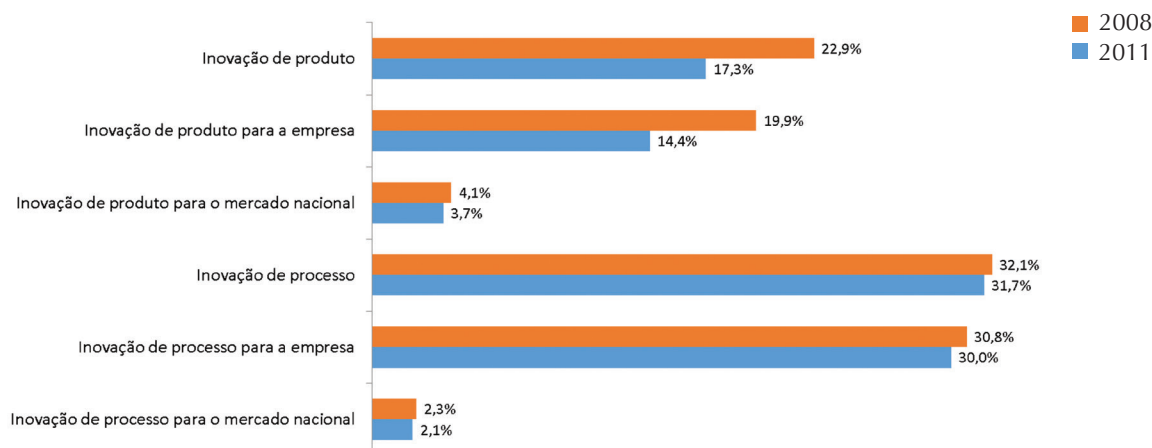


Figura 8: Indicadores de inovação na indústria 2008-2011. Indústria extrativa + transformação (Fonte: IBGE / PINTEC-2011).

Um dos indicadores da capacidade de inovação de um país é a formação superior, sobretudo a de natureza tecnológica na qual, caracteristicamente, as empresas que atuam de forma inovadora têm possibilidade de selecionar profissionais com competências específicas ou utilizar centros de P&D para obter melhores condições de permanecerem competitivas no mercado. Dentre as empresas industriais que realizaram atividades inovadoras, aumentou em quase 20 pontos percentuais as que consideram a falta de pessoal qualificado como obstáculo à realização de atividades inovadoras. Ainda assim, a maioria das empresas destaca também os elevados custos e os riscos econômicos como obstáculo para inovar.

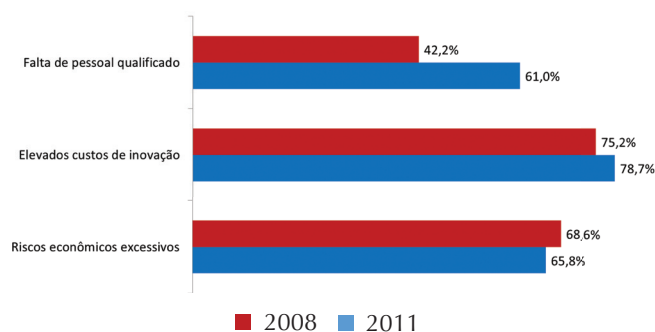


Figura 9: Problemas e obstáculos à inovação na indústria (Fonte: IBGE / PINTEC. Indústria: extrativa + transformação).

A falta de recursos humanos qualificados para produzir inovação aponta para a necessidade da formação de mais engenheiros e tecnólogos com qualidade, como estratégia de aumentar a competitividade. Para alguns segmentos do setor industrial no Brasil essa é uma questão crítica, considerando que as inovações ocorrem em vários níveis de conhecimento científico e tecnológico, mas as de maior impacto¹² ocorrem em patamares de

pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual. O índice é obtido a partir da análise de 79 indicadores relacionados à inovação, economia, política e outros aspectos de 141 países, que representam 95,1% da população mundial e 98,6% do PIB global. A nota de um país pode ir de 0 a 100 no índice total. Além disso, o estudo ainda avalia outras três áreas: entrada de inovação, saída de inovação e índice de eficiência. O índice de eficiência serve para destacar as economias que alcançaram mais com menos, bem como aquelas que não cumpriram o seu potencial de inovação. Por isso, as colocações são diferentes no índice total e no de eficiência. A Suíça, por exemplo, ficou em 1º lugar geral, mas em 2º no índice de eficiência. No segundo lugar ficou o Reino Unido, seguido da Suécia em 3º, Holanda em 4º e EUA em 5º.

12 Segundo Genrich Altshuller, engenheiro russo estudioso dos problemas de inovação que criou o método TRIZ (Teoria do Processo Inventivo para Solução de Problemas, utilizada por várias companhias americanas de ponta), existem vários tipos de inovação que podem ser hierarquizados, por exemplo, pelo seu grau de sofisticação:

- i. Elementar: utiliza o conhecimento do homem comum;
- ii. Técnico: associa tecnologia e usa princípios científicos e tecnológicos de nível médio;

conhecimento e organização superiores, o que torna a qualificação adequada de pessoal de nível superior fundamental na agenda governamental de estímulo à inovação.

A formação superior de profissionais para atuar em áreas e projetos inovadores está, geralmente, associada à carreira de engenharia. No entanto, as ciências naturais também têm tido um relevante papel na produção da inovação, tanto por suas pesquisas próprias quanto pelo apoio aos projetos de engenharia mais avançados, em que conhecimentos científicos de última geração, como na área de materiais, tornam-se essenciais. Para possibilitar a criação de uma cultura inovadora nos profissionais de nível superior e, conseqüentemente, na formação dos engenheiros, uma estratégia de sucesso é a criação de grupos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) multidisciplinares, que podem ser muito eficazes para o sucesso das políticas de inovação (IEL, 2013).

No Brasil, a engenharia tem sido, após alguns estudos e alertas, o principal foco de preocupação com a formação de mão de obra de nível superior para a inovação. Essa preocupação deu origem ao Plano Nacional de Engenharia¹³, lançado em 2011 pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que teve como base um diagnóstico das necessidades nacionais de engenheiros e das possíveis conseqüências da baixa produção de formandos nessa área. Se antes o que se buscava era o aumento das matrículas em engenharias, hoje pode-se afirmar que a melhoria da qualidade do ensino e a redução da alta taxa de evasão desses cursos são os desafios mais urgentes.

iii. Superior: utiliza conhecimentos científicos e tecnológicos de nível superior;

iv. Científicos: vai além dos conhecimentos existentes e é capaz de construir, a partir deles, novos conhecimentos avançados para resolver problemas complexos.

13 Em setembro de 2011, o GT formado por pela CAPES e CNI lançou o documento *"Plano Nacional de Engenharia (Pro-Engenharia): Desenvolvimento Brasileiro – Vencendo os Desafios da Década 2011/2020"*, que apresentava um diagnóstico sobre a formação de engenheiros no Brasil e destacava como principal objetivo aumentar, em quantidade e qualidade, o número de concluintes de graduação em Engenharia em IES públicas e privadas, bem como o de tecnólogos em cursos de nível superior de três anos, de forma a aproximar os currículos dos cursos de engenharia das necessidades do mercado de trabalho.

Menos de 50% dos ingressantes em engenharia no Brasil concluem o curso, fato que tem chamado atenção de especialistas e instituições voltadas ao tema da inovação, uma vez que a evasão se reflete tanto na qualidade quanto na quantidade de engenheiros formados. O Brasil ainda forma somente cerca de 5% de todos os seus diplomados na área de engenharia, índice muito menor que a média da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), com aproximadamente 12%, sem falar na Coreia do Sul, cujos engenheiros são 23% dos diplomados.

Nos últimos quatro anos, houve grande aumento da demanda pelos cursos de engenharia no Brasil, em razão da recuperação econômica ocorrida no final da década passada, aliada aos anúncios de grandes investimentos por parte do governo federal em obras de infraestrutura e moradias populares. Estima-se que o número de concluintes deverá atingir, por volta de 2016, índices considerados desejáveis (90 mil engenheiros por ano) por estudos que relacionam a necessidade de engenheiros e o atual índice de crescimento nacional moderado, da ordem de 3% a 5% do PIB ao ano. O número de estudantes matriculados em cursos de engenharia presenciais cresceu 67% de 2008 a 2011, o que representa um aumento bastante elevado sob qualquer padrão, em particular quando comparado com o crescimento do número total de matrículas presenciais totais no Brasil no mesmo período (11% de 2008 a 2011).

Embora tais números possam indicar que o problema quantitativo da engenharia se encaminha para uma solução em curto prazo, é preciso lembrar que há um déficit histórico de engenheiros. Isso porque a formação da profissão no Brasil vem mantendo-se, há décadas, abaixo das médias dos países industriais. Portanto, o novo fluxo de formação de engenheiros terá que dar conta da nova demanda e também do déficit histórico de profissionais. É preciso considerar ainda que somente um terço dos formados efetivamente engaje-se na profissão, uma vez que, pela sua formação matemática e científica, esses profissionais são atraídos por outras ocupações. Para alterar esse panorama, também é importante ampliar o número de tecnólogos, que estão envolvidos nos processos produtivos e podem impactar mais diretamente a produção da inovação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A formação de recursos humanos necessária para o aumento da competitividade do Brasil passa pela melhoria da qualidade da educação em todos os níveis e pela ampliação da oferta da educação profissional. A Carta Aberta dos Ministros da Educação¹⁴, lançada

14 WorldSkills São Paulo 2015 – International Ministers Conference - Open Letter An open letter from Brazil, Netherlands, Russia and South Korea enhancing TVET's capacity to address two major global challenges in the development agenda beyond 2015: youth employability and development and competitiveness. São Paulo, 14 August 2015

Many countries are recognizing the potential of Technical Vocational Education and Training (TVET) to support dynamic demographic and technological changes. These countries believe that prioritizing TVET and skills development is a key strategy to address youth unemployment and sustainable development. Ensuring that young professionals and adults have equal access to learning opportunities and develop skills, knowledge and capacities that are recognized and relevant for professional and personal development, is essential for the skills development agenda beyond 2015. In order to fulfil this purpose, we propose eight-key strategy plan to promote technical vocational education and training within the global agenda on education. 1. Encourage participation in education improvement plans. The success of an education programme requires a collective effort. Government, companies, families, and the media must contribute to school improvements so that children and young people have access to better education. Results are effectively achieved when everyone is committed to the education agenda. 2. Support a TVET pact between educational institutions, employers, young people and Government. Motivating young people to enter into and complete their TVET training. Making TVET more responsive to developments in society and the labor market and to innovations. Bringing about harmonization between the TVET and the labor market. 3. Make vocational education courses more attractive for youth. Developing courses where theory and practice walk hand in hand with business needs, modern pedagogical methods and educational resources is crucial to attract youth to vocational education and training. This is especially important for those seeking alternatives to enter the labor market quickly. Enriching the quality and entrepreneurial skills of educational and management staff through connectivity and knowledge exchange with the business community, the use of state-of-the-art materials and the latest technologies, and assigning a central role in striving for quality improvement. 4. Promote innovative education practices, optimizing resources and expanding access 2 Identifying versatile technologies that provide better results and greater access is critical. Intelligent, flexible and adaptive systems, customized according to individual needs

por ocasião da *Worldskills* São Paulo 2015, a maior competição de educação profissional do mundo, define estratégias para promover a empregabilidade de jovens e a produtividade da indústria, por meio de seus sistemas educacionais e da inclusão do ensino técnico na agenda global de educação.

Torna-se urgente, também, introduzir a inovação nas ações voltadas para a Educação Profissional e intensificar o uso de metodologias com base em competências focadas no desenvolvimento de projetos, pesquisas aplicadas e resolução de problemas. Outro fator de atenção é a melhoria da qualidade da formação inicial e continuada dos professores que atuam na educação profissional, considerando não apenas requisitos acadêmicos, mas, sobretudo a experiência prática nos processos produtivos.

A utilização de metodologias de ensino que permitem a articulação dos currículos com a vida e o trabalho, garante maior êxito dos estudantes na atuação profissional futura. A experiência do SENAI com a utilização de itinerários formativos é uma demonstração das vantagens da educação baseada em competências em relação ao modelo tradicional de ensino. Essa opção metodológica flexível, que

can be a promising path for schools, training centres, companies and students. Those technologies can contribute to reduce vocational education shortfalls and enable continuing education opportunities. 5. Prepare youth for the knowledge era Focusing on cognitive and skills development is one of the key factors to help youth achieve solutions to complex problems. These skills will be fundamental to prepare youth and adults for technological and interactive work environments. 6. Train professionals to be part of the solution, developing and strengthening vocational training programmes for adults and workers that have already gone through an initial qualification and intend to develop a second career and return to the labor market, is pivotal. Realigning the productive sector strategies in a very dynamic world is crucial to supporting the economy's competitiveness and productivity, and providing job opportunities. 7. Promote inclusion policies through technical vocational education and training Developing qualification opportunities so that professionals can build their own careers and support their families, considering environmental, sustainability and technology development policies, is vital to build a world that is more just, has better income distribution and more prosperity, regardless of race, gender, religion, culture or nationalities. 8. Increase internationalization in TVET. Stimulating and facilitating national and international transferability, student participation in international skills competitions and internships, student mobility and initiatives aimed at gaining cross-border experience.

permite a formação de acordo com as necessidades e avanços das tecnologias produtivas, tem se revelado um caminho promissor tanto para as empresas, quanto para a empregabilidade dos profissionais. Deve-se também atentar para a necessidade de inserção de novas metodologias e tecnologias educacionais, que possibilitem o desenvolvimento de competências voltadas para a inovação, com a utilização de estratégias de resolução de problemas, elaboração, execução e avaliação de projetos e estudo de casos.

A parceria entre centros de pesquisas, escolas de formação profissional e empresas, a exemplo do que ocorre em vários países, possibilita a criação de um círculo virtuoso que permite o desenvolvimento e a difusão da inovação. Dessa forma, é fundamental fortalecer o diálogo entre o governo, a indústria e os sistemas de educação profissional, para apoiar a formação de redes que equacionem os diferentes aspectos que impactam a ampliação da inovação no país.

Por fim, torna-se imperativo ampliar a atratividade da educação profissional no Brasil, reconhecidamente o começo de uma carreira bem-sucedida, com patamares de remuneração dos profissionais semelhantes ou superiores àsquelas de origem acadêmica e com potencial para transformar a realidade do país.

REFERÊNCIAS

- CEDEFOP European Centre for Development of Vocational Training. *Global national qualifications framework*. CEDEFOP, October, 2013
- CNI Confederação Nacional da Indústria. *Nota Econômica 1: Indústria brasileira perde competitividade há uma década*. Confederação Nacional da Indústria, Brasília, CNI, Janeiro, 2015.
- CNI Confederação Nacional da Indústria. *Mapa Estratégico da Indústria 2013-2022*, Brasília, CNI, 2013.
- EUROFOND European Foundation for the Improvement of Living and Working Condition. *Fifth European Working Conditions Survey 2010*. Irlanda, Eurofond, 2010.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2013 PNAD) 2013*. Brasília, IBGE, 2013.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD) 2015*. Brasília, IBGE, 2015.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, *Pesquisa de Inovação 2011 (PINTEC)* Rio de Janeiro, 2013.
- IEL Instituto Euvaldo Lodi, *Mobilização Empresarial para a Inovação MEI: Recursos Humanos Relatório fase 1*. Elaborado por Roberto Leal Lobo e Silva Filho, Brasília, Fevereiro, 2013.
- INEP Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas. *Censo da Educação Básica 2014*, Brasília, INEP, 2014.
- OECD. Organization for Economic Co-operation and Development. *Universal Basic Skills: What countries stand to gain?*, OCDE, May 2015
- OECD. *Education at a Glance 2014: OECD Indicators*. Paris, OECD Publishing, 2014
- OECD. *Avaliação Internacional das Competências dos Adultos*, Ciclo 1, 2013.
- OIT. Organização Internacional do Trabalho. *El aprendizaje y preparación de los jóvenes para el trabajo em Brasil*. Leite M., Elenice OIT/CINTERFOR, Montevideo, 2015.
- MTE. *Observatório do PNE (www.observatoriodopne.org.br)*. Todos pela Educação, 2014.
- ASSUNÇÃO, Juliano; GONZAGA, Gustavo. *Educação profissional no Brasil: inserção e retorno*. Brasília: SENAI/DN, 2010. (Série Cenários, n.3).
- UNESCO. *Liberar o potencial: transformar a educação e a formação técnica e profissional*. Brasília: UNESCO Publishing, 2015
- WEF. World Economic Forum *The Global Competitiveness Report 2014–2015*, Geneva, 2014.

POR UMA PEDAGOGIA PARA O ENSINO MÉDIO

Guiomar Namó de Mello

Escola Brasileira de Professores (EBRAP)

“Quem sabe, faz. Quem compreende, ensina.”
Lee Shulman

Há uma crítica generalizada aos marcos regulatórios do ensino médio. E com razão. As atuais diretrizes são um exemplo acabado da inflação de “componentes” impostos ao currículo, embaralhados em conteúdos temáticos, que vão do meio ambiente aos estudos sobre a terceira idade. Este artigo junta-se às muitas vozes que atualmente defendem a flexibilidade e a diversificação e não vai repetir os argumentos que podem ser encontrados em trabalhos recentes (Oliveira, J. B., 2015; Schwartzman, S., 2015). Da mesma forma, não se tratará de repetir os números que expressam a indigência do ensino médio brasileiro e sua desconexão da cultura do jovem deste século, um tema que já passou a frequentar a grande mídia (Cruz, P., 2016).

O passado já nos ensinou que o problema do ensino médio não é apenas de regulação, que, aliás, é mais fácil de mudar. É muito mais de Pedagogia e de competência pedagógica de professores e gestores, fatores cuja transformação é bem mais complexa e conflitiva. Por Pedagogia, entenda-se não a cultura educacional disseminada pela maioria dos cursos de pedagogia no Brasil, e sim a área que recolhe os conhecimentos das ciências que fundamentam a educação e articula-os a fim de compreender a complexidade das situações de ensino-aprendizagem em contextos diversificados com alunados heterogêneos.

LIÇÕES DE UM PASSADO NÃO TÃO REMOTO...

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) de 1998, acatando os princípios da LDB, instituíram as áreas, flexibilizaram inteiramente a base nacional dos currículos e abriram o caminho para que estados e escolas diversificassem seus planos curriculares.¹

Em seu Artigo 10 Resolução CNE-CEB 03/1997, que definiu as DCNs do ensino médio, afirma:²

1 Embora tenha repercutido o anúncio, em 2009, de que o ensino médio estava passando por uma revolução “inédita” com a organização do currículo por áreas, na verdade áreas já existiam há pelo menos 11 anos.

2 <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB0397.pdf> acessado em 09/02/2016

...A base nacional comum dos currículos do ensino médio será organizada em áreas de conhecimento, a saber:

- I. Linguagens, Códigos e suas Tecnologias...
- II. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
- III. Ciências Humanas e suas Tecnologias...

Parágrafo 1º - A base nacional comum dos currículos do ensino médio deverá **contemplar** as três áreas do conhecimento, com tratamento metodológico que evidencie a interdisciplinaridade e a contextualização. (Grifo nosso)

Parágrafo 2º - As propostas pedagógicas das escolas deverão assegurar tratamento interdisciplinar e contextualizado para: (grifo nosso)

- a. **Educação Física e Arte**, como componentes curriculares obrigatórios;
- b. conhecimentos de **filosofia** e **sociologia** necessários ao exercício da cidadania.

Parágrafo 2º - O ensino médio, atendida a formação geral, incluindo a preparação básica para o trabalho, poderá preparar para o exercício de profissões técnicas, por articulação com a educação profissional, mantida a independência entre os cursos.

A Resolução e o parecer que lhe deu origem (Parecer 15/1998 do CNE-CEB)³ não identificam disciplinas específicas dentro de cada área. Apresentam apenas as competências específicas dessa área e, com isso, tornam identificáveis os conteúdos que as constituem. Mais ainda, diz a Resolução, como os grifos destacam, que as três áreas devem ser **contempladas** nos currículos das redes públicas de ensino e nas escolas particulares. Sem estabelecer proporções ou cargas horárias, a única coisa obrigatória é a presença de pelo menos uma disciplina da área no currículo.

Caso as DCNs de 1998 tivessem sido seriamente implementadas pelos sistemas estaduais e escolas, para **contemplar** as três áreas o currículo poderia incluir as três disciplinas mais importantes de Ciências da Natureza ou desdobrá-las em seis ou optar por apenas uma delas; e ainda, em ciências humanas, incluir apenas História ou decidir ensinar História em aulas de Sociologia; ou ensinar Psicologia e Antropologia em vez de Geografia. Nada impediria também que os conteúdos das áreas fossem tratados para a preparação profissional.

Vale a analogia: um desenho curricular é como um caleidoscópio. A cada movimento sua configura-

ção pode mudar, mas os elementos que o constituem estão todos lá, arranjados em muitas diferentes estruturas. O que materializa a configuração curricular, a volta no caleidoscópio, não é a norma, muito menos a porcentagem. É a Pedagogia, que, na concretude da escola, seleciona, arranja, enriquece, contextualiza, generaliza, transfere, recorta, expande, direciona.

Além da possibilidade de flexibilizar o currículo em distintos arranjos de acordo com os contextos, as DCNs de 1997 mantêm a antiga tradição brasileira de reservar uma porcentagem da carga horária total dos cursos para a chamada “parte diversificada”. **A LDB não estabelece porcentagens**, apenas afirma que os currículos terão uma base nacional comum e uma parte diversificada. As DCNs reservaram 25% do currículo já diversificado para uma parte diversificada. Não é muito lógico, mas foi a saída para encontrar consenso.

Que não se cometa esse *non sense* curricular novamente, agora que a base nacional comum curricular está na pauta da reforma educacional brasileira. A BNCC do ensino médio precisa ser concisa e estabelecer as competências que todo aluno tem o direito de constituir nessa etapa final da educação básica. Isso deve ocupar 100% da carga horária mínima.

A gestão curricular e pedagógica vai diminuir ou ampliar a carga horária dos conteúdos da BNCC

3 <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Par1598.pdf> acessado em 09/02/2016

dependendo das demandas de formação tanto básica quanto profissional. A Química não será a mesma para todos. Alunos que estão fazendo ou farão um curso de técnico de laboratório vão ter mais aulas dessa disciplina do que aqueles que estão fazendo ou farão curso técnico de turismo e agenciamento de viagens. Estes últimos, por sua vez, terão carga horária maior de História e de línguas estrangeiras, indispensável formação básica para quem se profissionalizará na área de lazer e entretenimento.

Esse modelo só se sustenta se, em lugar de apresentar infindáveis conteúdos, a BNCC tiver como referência as competências que os alunos devem desenvolver. Muitas dessas competências podem ser obtidas em mais de uma disciplina ou em mais de um conteúdo de uma mesma disciplina, devidamente selecionado e contextualizado para ser o pré-requisito de formação básica mais adequado para determinada educação profissional.

Nos anos 1990, tomando a LDB e as DCNs como norte, o MEC elaborou os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio+ (PCNs+), provavelmente o material mais próximo do que deveria ser uma base nacional comum curricular para esse nível de ensino⁴, tal como a que ora se encontra em processo de construção.

Esses marcos regulatórios de fins do século passado podem ter tido problemas, mas seriam um bom motivo para começar a modernizar o ensino médio e torná-lo mais atraente para os jovens. Contudo, a cultura elitista, o academicismo, a valorização extrema do ingresso no ensino superior, a descontinuidade e a necessidade de recomeçar sempre do zero, não deixaram tempo para que eles fossem avaliados e revistos.

Num país de instituições vulneráveis como as nossas, as leis modificam-se ao sabor dos contextos político-ideológicos e a LDB não foi exceção. Emendá-la implicou refazer DCNs, PCNs e outras políticas. O texto da lei maior da educação do país transformou-se numa colcha de retalhos ilustrativa do mercado ideológico/corporativo, que prospera na educação do Brasil. Entre as emendas destacam-se a

seguir as que modificam o texto original nas questões curriculares e que determinaram⁵:

- Incluir os princípios da proteção e defesa civil e a educação ambiental de forma integrada aos conteúdos obrigatórios;
- Obrigar a exibição de filmes de produção nacional nas escolas por, no mínimo, 2 (duas) horas mensais;
- Introduzir conteúdos obrigatórios relativos aos direitos humanos e à prevenção de todas as formas de violência contra a criança e ao adolescente, tendo o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) como diretriz;
- Tornar obrigatório o estudo da história e da cultura afro-brasileira e indígena, detalhando em nível de conteúdos e metodologias o que já estava na LDB;
- Tornar a Filosofia e a Sociologia disciplinas obrigatórias nas três séries do ensino médio substituindo o que dizia o texto original que estabelecia o conhecimento dos conteúdos não sua obrigatoriedade na matriz curricular da escola;
- Dentro do componente obrigatório de Arte, mas não exclusivamente nele, tornar obrigatório o ensino da Música, um espantoso caso de dupla obrigatoriedade.⁶

Não deve causar estranheza que a segunda geração de DCNs, entre elas as do ensino médio de 2012, constantes da Resolução CNE-CEB n.02, tenham estabelecido um número espantoso de “componentes” curriculares obrigatórios. No trecho citado a seguir, fica claro que a estrutura de áreas se mantém apenas formalmente, como cascas dentro das quais se individualizam tantos componentes obrigatórios quantos se possam deduzir das emendas à LDB. Diz a Resolução 02/2012:⁷

5 http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acessado em 09/02/2016

6 Sobre Música, um maestro bastante conhecido afirmou num debate em 1997, que ou o CNE colocaria a Música como obrigatória no currículo ou ele iria até o Presidente para demandar que isso fosse feito por Medida Provisória.

7 http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=9864-rceb002-12&Itemid=30192 acessado em 09/02/2016

4 <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasHumanas.pdf>
<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>
<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/linguagens02.pdf>

Acessados em 09/02/2016

Art. 9º A legislação nacional determina componentes obrigatórios, que devem ser tratados em uma ou mais das áreas de conhecimento para compor o currículo:

I - São definidos pela LDB:

- a. o estudo da Língua Portuguesa e da Matemática, o conhecimento do mundo físico e natural e da realidade social e política, especialmente do Brasil;
- b. o ensino da Arte, especialmente em suas expressões regionais, de forma a promover o desenvolvimento cultural dos estudantes, com a Música como seu conteúdo obrigatório, mas não exclusivo;
- c. a Educação Física, integrada à proposta pedagógica da instituição de ensino, sendo sua prática facultativa ao estudante nos casos previstos em Lei;
- d. o ensino da História do Brasil, que leva em conta as contribuições das diferentes culturas e etnias para a formação do povo brasileiro, especialmente das matrizes indígena, africana e europeia;
- e. o estudo da História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena, no âmbito de todo o currículo escolar, em especial nas áreas de Educação Artística e de Literatura e História brasileiras;
- f. a Filosofia e a Sociologia em todos os anos do curso;
- g. uma língua estrangeira moderna na parte diversificada, escolhida pela comunidade escolar, e uma segunda, em caráter optativo, dentro das disponibilidades da instituição.

Parágrafo único. Em termos operacionais, os componentes curriculares obrigatórios decorrentes da LDB que integram as áreas de conhecimento são os referentes a: (grifo nosso)

I - Linguagens:

- a. Língua Portuguesa;
- b. Língua Materna, para populações indígenas;
- c. Língua Estrangeira moderna;
- d. Arte, em suas diferentes linguagens: cênicas, plásticas e, obrigatoriamente, a musical;
- e. Educação Física.

II - Matemática.

III - Ciências da Natureza:

- a. Biologia;
- b. Física;
- c. Química.

IV - Ciências Humanas:

- a. História;
- b. Geografia;
- c. Filosofia;
- d. Sociologia.

Art. 10. Em decorrência de legislação específica, são obrigatórios:

I - Língua Espanhola, de oferta obrigatória pelas unidades escolares, embora facultativa para o estudante (Lei nº 11.161/2005);

II - Com tratamento transversal e integradamente, permeando todo o currículo, no âmbito dos demais componentes curriculares:

- Educação alimentar e nutricional (Lei nº 11.947/2009, que dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da Educação Básica);
- Processo de envelhecimento, respeito e valorização do idoso, de forma a eliminar o preconceito e a produzir conhecimentos sobre a matéria (Lei nº 10.741/2003, que dispõe sobre o Estatuto do Idoso);
- Educação Ambiental (Lei nº 9.795/99, que dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental);
- Educação para o Trânsito (Lei nº 9.503/97, que institui o Código de Trânsito Brasileiro);
- Educação em Direitos Humanos (Decreto nº 7.037/2009, que institui o Programa Nacional de Direitos Humanos – PNDH 3).

Considerando-se que a expressão “termos operacionais” no § único desse Artigo 9º, significa que cada “componente” requer um tempo específico na carga horária da escola e do aluno, são 18 conteúdos obrigatórios, alguns deles nos três anos do ensino médio!

Tramita no Congresso projeto de lei que pretende enxugar e organizar esse cipoal curricular do ensino médio o qual já conta com um substitutivo. O Conselho Nacional de Secretários de Educação também está discutindo uma mudança na estrutura do ensino médio para facilitar a diversificação. No entanto, não há qualquer garantia de que esteja superada a tradição do legislativo brasileiro de tratar o currículo como árvore de natal, na qual todo mundo tem o direito de pendurar seus enfeites favoritos.

Submeter ao executivo qualquer pedido de inclusão de novos componentes curriculares não previne essa inflação disciplinar. O bom senso do executivo, especialmente em períodos eleitorais, é como a biruta dos aeroportos, virando para onde o vento sopra e disposta a dar apoio a emendas que afinal não vão fazer diferença no curto horizonte de seu mandato.⁸

8 Veja-se por exemplo o caso da inclusão de Filosofia e Sociologia como disciplinas obrigatórias nos três anos de ensino médio, proposta que nasceu no âmbito do Conselho Nacional de Educação por pressão das associações de sociólogos e filósofos, e depois foi incorporada pelo legislativo na votação de leis que emendavam a LDB.

É auspicioso que o legislativo se preocupe com a situação calamitosa do ensino médio. O CONSED finalmente resolveu assumir a liderança da reforma desse nível de ensino, que é de sua exclusiva competência e que, aliás, poderia ter sido iniciada há mais de uma década, a partir da homologação das DCNs de 1998. Não é de ninguém mais senão do CONSED a responsabilidade de fortalecer a gestão e a prática pedagógica, para impedir que novas estruturas transformem-se num cavalo de Tróia por meio do qual a enxurrada de componentes inunda o currículo.

Em matéria de currículo, é indispensável que os estados adotem políticas sustentáveis, com continuidade, dando tempo às novas normas para serem avaliadas e revistas se necessário. A arrogância de querer escrever a história do zero, leva a um eterno (re)trabalho e transformou as DCNs de 1998 num exemplo da melancólica frase de Caetano Veloso: “aqui tudo o que está em construção vira ruína”.

Os novos rumos para o ensino médio não podem também ser condicionados a uma ampliação muito grande do tempo, que o mesmo Caetano Veloso chama de “senhor destino”. Seja na duração do curso, seja na duração da jornada diária de trabalho escolar, como é o caso do tempo integral, medidas desse tipo podem acabar com um custo-benefício pequeno em face do montante de esforços e recursos que serão necessários. Se não houvessem quaisquer obstáculos financeiros para sua implementação, ainda seria

necessário lidar com as questões de infraestrutura, condições de trabalho nas escolas e, tarefa insana, com melhoria da gestão escolar e da prática na sala de aula.

Por último, mas não menos importante, lembre-se de que aumentar o tempo que o jovem deve passar numa escola obsoleta e sem sentido chega a ser crueldade. O tempo do jovem é precioso e muitos têm pressa porque sua pobreza obriga a construir um projeto de vida mais longo do que os mais afortunados, que podem concluir o ensino médio com 16 anos ou até menos.

Trilhas ou caminhos diferenciados não vão, por si só, melhorar a qualidade das aprendizagens no conjunto do currículo, exatamente as que são indispensáveis para a preparação profissional, a continuidade de estudos e a vida cidadã. Melhorar o currículo de modo orgânico, de conjunto, requer não só uma reforma de base e estrutural, mas uma sofrida transformação da cultura escolar e das aspirações educacionais da população, das relações entre adultos e jovens, da inserção da escola na vida social e da forma com que são tratados os conteúdos que se espera que os jovens aprendam.

A PEDAGOGIA REVISITADA

Mais do que nunca, este século revitaliza o reconhecimento de que educação é um fator-chave para o desenvolvimento social e econômico, um fato que as teorias do capital humano defendem desde Adam Smith. Ressignificando essas teorias no contexto do século 21, há unanimidade no mundo todo de que as competências cognitivas, sociais e emocionais para viver na sociedade do conhecimento serão decisivas para o futuro das pessoas e das nações.

No entanto, há décadas a relação entre expansão da escola e melhoria de renda e de qualidade de vida não se confirma em algumas regiões do mundo, o que Hanushek e Woessmann (2015, p.3) chamam de “quebra cabeças latino-americano”. Decifrando esse “quebra-cabeças”, os autores estudaram comparativamente a Ásia do Leste — especialmente Coreia do Sul, Singapura, Taiwan, Macau, Malásia e Japão de um lado e os países da América Latina de outro.

Nos anos 1960, a América Latina estava melhor posicionada que a Ásia do Leste em termos de educação e de renda per capita. A partir daquela

década e até o presente século, todos os países de ambas regiões investiram recursos e energias para expandir o acesso à escola e aumentar o número de anos de escolaridade da população. O fato de que a Ásia do Leste cresceu, mas a América Latina estagnou economicamente indicaria, segundo alguns analistas, que a educação não é, como previa a teoria do capital humano, um fator tão decisivo para o crescimento.

Trabalhando os resultados das séries históricas das avaliações internacionais (PISA e TIMSS), Hanushek e Woessmann (2015, pp. 17-22) obtêm evidências robustas sobre um fato que explica essa aparente contradição: o que é relevante para o desenvolvimento econômico e social de uma nação não é a quantidade de educação, como pressupunha a primeira geração da teoria do capital humano, mas as competências cognitivas e sociais que os cidadãos possuem, seja pela escola, seja por outra experiência educacional. São elas que impulsionam e dinamizam a economia.

Embora tenha conseguido níveis razoáveis de escolaridade, a educação latino-americana não conseguiu promover aprendizagens pertinentes nos estudantes. Em um refinamento da teoria do capital humano, os autores mostram que a educação é sim um fator de crescimento econômico desde que se utilizem os indicadores educacionais certos, abandonando indicadores meramente quantitativos de acesso ao sistema escolar e focalizando em indicadores do desempenho.

A ideia subjacente a todo este livro é a de que a medida direta das competências cognitivas constitui a melhor abordagem para explicar como o capital humano afeta o destino econômico das nações. [...] Países cujo povo tem mais conhecimentos são capazes de continuar melhorando seu desempenho econômico ao longo do tempo por meio de novas tecnologias; de melhorar os processos produtivos e de aperfeiçoar as operações econômicas. (Hanushek e Woessmann, op. cit. p.28)

A conclusão pode parecer óbvia, mas obter evidências confiáveis que a comprovam é um avanço considerável para o conhecimento educacional. É um alerta forte para as políticas que priorizam mais, e não melhor, educação. A qualidade do que se aprende na escola é que determina que a educação cumpra seu papel como fator que contribui para o enriquecimento do país e a melhoria dos níveis de vida de seu povo. Esses dados colocam questões decisivas para dirigentes e gestores.

Diante da escassez de recursos, qual deveria ser a prioridade? Aumentar a quantidade de escolas em tempo integral ou criar mais tempo para os professores — mais tempo para se prepararem na educação inicial, mais tempo para, uma vez ingressando na carreira, ficarem na escola trabalhando com seus pares, elaborando planos de ensino, trocando experiências? Ampliar a duração do ensino médio ou aumentar os investimentos na qualidade e diversidade dos materiais didáticos? Investir na infraestrutura física para dobrar o tempo escolar ou na infraestrutura tecnológica com conexão decente que permita até mesmo estender a escola para outros lugares onde o jovem circula? Adotar um programa de mentoria na escola para apoiar os professores na busca de soluções para seus problemas concretos ou inflar o currículo com temas transversais?

No ensino médio, os esforços — necessários e importantes — para mudar a estrutura curricular e permitir mais flexibilidade e diversificação podem ser pouco eficazes se na escola não houver gestores capazes de coordenar a flexibilidade e estimular a diversificação. A gestão de uma escola desse tipo não é trivial. A qualidade das aprendizagens não vai melhorar se não houver um professor que, além de saber o conteúdo, tenha domínio pedagógico desse conteúdo a ponto de saber ensiná-lo engajando o aluno para a descoberta e para o mundo do conhecimento.

Os tempos em que o ensino médio destinava-se a um grupo seletivo de jovens que se ingressavam no ensino superior felizmente já não voltam mais. O alunado do ensino médio é cada vez mais heterogêneo e o mundo que vão enfrentar cada vez mais incerto. O mundo do trabalho está transformando-se e as demandas sobre esses jovens são cada vez mais complexas e o exercício da cidadania requer qualificação das demandas e dos movimentos sociais.

Ensinar nesse contexto talvez seja uma das tarefas humanas de maior complexidade no mundo da atualidade, justamente quando a sociedade espera da escola além das habilidades cognitivas, o preparo social e emocional para viver e conviver num mundo de incertezas.

Nos EUA e em alguns países da Europa, diante do desafio de construir uma escola na qual todos possam aprender, a Pedagogia está deixando de ser área restrita dos pedagogos. A pesquisa sobre ensino e aprendizagem envolve o trabalho conjunto das ciências que fundamentam a educação, como a psicologia e a sociologia ou antropologia, com as ciências que são as matrizes do conhecimento a ser aprendido na escola — as ciências da natureza e as ciências humanas.

Papel estratégico está sendo atribuído às linguagens, entre elas as das novas TCI's, abordadas como suportes epistemológicos dos conhecimentos e, portanto, ferramentas de ensino de todo e qualquer conteúdo curricular. Nos novos planos curriculares dos EUA, da Austrália e da França, a leitura na escola não se restringe mais à ficção e à literatura; está sendo tratada como competência leitora nas linguagens específicas de cada campo do saber. Nessa perspectiva metodológica, todo professor, de qualquer especialidade, é também um professor da linguagem específica desse campo. Esse tipo de investigação ligada à ação na sala de aula, não pode ser conduzida apenas pelo pedagogo, exige o aporte do especialista, o único que tem todos os elementos necessários para construir a didática de sua área de especialidade.

Duas preocupações subjazem a essas linhas de investigação que estão abrindo novas fronteiras para o conhecimento pedagógico. A primeira preocupação é com a produção de evidências sobre seu impacto nos fazeres escolares tanto na gestão como na prática da sala de aula. Daí a importância que se atribui aos estudos de caso, situações de simulação, métodos clínicos, observação sistemática. Sempre com a presença de avaliações de processo e de resultados em termos de aprendizagem dos alunos.

A outra preocupação é a de fortalecer na escola e no currículo a capacidade de incluir todo estudante, incorporando a diversidade de tratamento e garantindo a todos igualdade nos pontos de chegada. Daí a enorme importância que adquirem as linguagens

como veículo de comunicação que facilita a empatia e serve de suporte epistemológico para os conteúdos.

No diagnóstico das diferenças entre as linguagens das diversas “tribos” e as linguagens das ciências, a Pedagogia está buscando estratégias para engajar esses jovens na construção de conhecimentos científicos que façam sentido. Países tão improváveis como a Suécia e a Finlândia, preocupados com a presença de filhos de imigrantes nas escolas, estão tentando aprender com a experiência dos que se debatem há muito tempo na luta pela diversidade e contra a desigualdade, como é o caso dos EUA e como deve ser o caso do Brasil.

Assim resumido parece simples, mas são programas de estudos e avaliações de fôlego, exigem persistência e rigor para produzir e sistematizar conhecimentos utilizáveis na prática educacional. Sobretudo exige um engajamento de longo prazo da comunidade acadêmica e linhas de financiamento da pesquisa que priorizem os problemas de ensino e aprendizagem de conteúdos curriculares.

Como não poderia deixar de ser, essas linhas investigativas vêm prosperando nos cursos de formação de professores ou em departamentos a ela associados, pois os conhecimentos sobre como se aprende e como se deve ensinar são do maior interesse tanto daqueles que ensinam quanto dos que estão preparando-se para ensinar. A produção acadêmica recente tem sido vigorosa em algumas universidades americanas. Alguns exemplos de trabalhos publicados com essa abordagem são indicados nas referências deste artigo.

O pioneiro nesse campo é Lee S. Shulman, que em seu trabalho seminal de 1987 - *Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform* - cunhou o conceito de **conhecimento pedagógico do conteúdo**, também chamado de PCK (do inglês *Pedagogical Content Knowledge*), que é o domínio do conhecimento para ensinar um conteúdo específico. Os trabalhos de Shulman lançaram as bases da investigação educacional com foco na prática da sala de aula. Sua imensa e diversificada obra foi recentemente reunida em um único volume (Shulman, 2004).

O domínio da dimensão “ensinável” de um conteúdo curricular, segundo Shulman, é parte inseparável da base de conhecimentos necessários

para ensinar. Só ele possibilita ao professor diversificar, adaptar, até mesmo improvisar as situações de ensino para promover a aprendizagem, tendo em vista o contexto e as necessidades de alunos diversos.

Seguindo a linha de investigação iniciada por Shulman na década de 1980, os estudos sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo incidiram inicialmente sobre os conteúdos de Matemática e, mais recentemente, estão expandindo-se para outras áreas como História e Ciências da Natureza e, claro, Linguagens que constituem uma dimensão transversal em todos os estudos didáticos desse tipo.

Diante da atual efervescência do campo pedagógico e da posição cada vez mais estratégica que a educação ocupa na agenda das reformas sociais, é desanimador constatar o distanciamento do mundo acadêmico brasileiro das questões vitais do ensino e da aprendizagem escolares. Este artigo quer contribuir para motivar a comunidade acadêmica, na qual todos os campos do saber estão representados, a aproximar-se e reconhecer as questões envolvidas no ensino e na aprendizagem das suas especialidades, cujas didáticas específicas precisam ser testadas no contexto da escola brasileira e das características de seus alunos.

Se aqueles que se dedicam a um campo do saber querem zelar pela integridade desse saber, é preciso que atentem, analisem, critiquem, sugiram como deve ser o ensino dele. Há pelo menos um século, a intelectualidade brasileira tem cometido o equívoco de deixar a formação dos professores nas mãos apenas dos pedagogos. Essa tradição baseia-se no suposto de que, formando os seus alunos na especialidade, o ensino viria por osmose ou inspiração divina. Isso talvez fosse verdade quando na escola básica, no ensino médio principalmente, predominavam jovens abonados econômica e culturalmente. Manter nos dias de hoje o famoso 3 mais 1 (três anos de conteúdos e um ano de didática, metodologia e prática de ensino) é dar um tiro no próprio pé, pois diminui muito a probabilidade de identificar talentos que só engrandeceriam o saber científico ou linguístico. Um bom exemplo disso é a Matemática, que afasta mentes brilhantes por causa de um ensino equivocado da pré-escola ao ensino médio. Outro exemplo entristecedor é o suposto “desinteresse” das meninas pelas ciências da natureza...

UMA INICIATIVA EM NÍVEL DA GESTÃO NORMATIVA

Superar a distância entre os cursos de formação de professores e os conteúdos e didáticas específicas das áreas de conhecimento é desejável e possível, como está mostrando o trabalho que há mais de dois anos vem sendo realizado pelo Conselho Estadual de Educação de São Paulo na reformulação dos currículos de todas as licenciaturas, inclusive as de Pedagogia, das três universidades públicas estaduais e das dezenas de instituições públicas de ensino superior municipais sob a jurisdição desse colegiado.

Órgão de autorização, credenciamento e reconhecimento dos cursos de formação de professores da educação básica em nível superior nas instituições públicas, o CEE-SP promoveu estudos e debates sobre a qualidade da formação de professores ao longo de 2010 e 2011. Diante de evidências da inadequação dessa formação para a realidade prática das escolas públicas do estado, o colegiado decidiu elaborar diretrizes curriculares para orientar os currículos e a organização pedagógica dos cursos de formação docente, complementares às diretrizes nacionais. Um conjunto de instrumentos normativos foi elaborado pela Câmara de Ensino Superior do CEE-SP e aprovado pelo plenário, dentre tais instrumentos, vale destacar a Deliberação CEE-SP 111/2012 e a Deliberação CEE-SP 126/2014⁹.

As diretrizes curriculares complementares provocaram várias discussões e debates sobre formação de professores, principalmente nas três universidades públicas estaduais de São Paulo, que estão entre as melhores do país. Mais de 80 licenciaturas de disciplinas específicas e de pedagogia tiveram sua matriz curricular adequada às novas normas, abrangendo todas as disciplinas ou áreas de conhecimento do ensino superior. Cada uma delas exigiu pelo menos uma, em alguns casos várias, reuniões com a coordenação e os docentes do curso em revisão, num processo bastante rico, embora com alguma tensão. As anotações dessas reuniões mostram como foi difícil o início, até mesmo para acertar terminologia e

vocabulário. De modo geral os resultados podem ser considerados bastante satisfatórios.

A partir da adequação curricular discutida e decidida conjuntamente com a Câmara de Ensino Superior do CEE-SP, os currículos das licenciaturas disciplinares passaram a incluir 30% de conteúdos pedagógicos, o que pode abrir caminho para estudos sobre as didáticas específicas. Os cursos de Pedagogia, com algumas resistências, ampliaram o espaço dedicado ao estudo, pelos futuros professores, dos conteúdos curriculares que devem ser aprendidos na escola básica, em muitos casos complementando sua própria escolaridade básica.

A discussão revelou que existem competência e disposição no meio acadêmico para dar um passo importante na melhoria da formação do professor, com possíveis implicações para a pesquisa sobre conhecimento pedagógico dos conteúdos dos currículos do ensino fundamental e médio. Estamos longe de um programa integrado da ciência básica e do conhecimento pedagógico de seus conteúdos, com aplicações em sala de aula. Contudo, pessoas foram sensibilizadas e iniciou-se uma discussão que se espera que continue porque a mudança nos cursos de formação de professores em nível superior implica um processo bastante complexo porquanto envolve várias instituições.

No caso de São Paulo, aqui citado, a iniciativa partiu do órgão normativo, mas não poderia ser conduzida com sucesso sem o engajamento e participação das universidades e faculdades envolvidas. É um primeiro passo para construir padrões de desempenho de novos professores para orientar nacionalmente os processos de formação e certificação. Contudo, esse processo só estará completo se for articulado com a gestão das carreiras do magistério, que também deveria adotar perfis de competência ou desempenho profissional docente para orientar o recrutamento, o ingresso, a iniciação e o percurso na carreira.

UMA PALAVRA FINAL: MINIMALISMO E DIVERSIFICAÇÃO

No momento em que se discute a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) como norma obrigatória para toda a educação básica, é indispensável atentar para a urgência de consensuar o que é real-

9 Acessados em 09/02/2016 <http://iage.fclar.unesp.br/ceesp/textos/2012/Del CEE 111-12.pdf>

http://iage.fclar.unesp.br/ceesp/cons_ava.php - gsc.tab=0&gsc.q=deliberação 126%2F2014

mente indispensável que o jovem aprenda no ensino médio. Entre o vexame de alunos egressos apenas alfabéticos funcionais e sem dominar conhecimentos básicos de Matemática e a inflação de conteúdos dos currículos atuais, tem que existir um ponto satisfatório que atenda ao jovem que precisa ter acesso a um conhecimento pertinente na sua vida de agora e do futuro.

A última etapa da educação básica não precisa ser cumprida de uma vez para sempre. A quem está buscando adequar seu projeto de vida às condições materiais que dispõe agora, deveria ser facultado voltar à escola para completar estudos ou iniciar em outra área de conhecimento. Esse retorno deveria ser um recurso que toda escola de ensino médio ofereceria ao aluno.

Muitos jovens precisam trabalhar, mas talvez não queiram uma profissionalização completa e definitiva no ensino médio. Sua estratégia é ingressar de imediato no mercado de trabalho para se sustentar e pagar por uma preparação profissional mais robusta em nível médio ou superior. Para este jovem, um currículo mínimo pode ser suficiente agora. Isso significa que a BNCC, além da diversificação deveria deixar aberta oportunidades de complementaridade e aprofundamento.

Ninguém tem uma resposta pronta para o equilíbrio entre o que é indispensável, até como direito, e o que pode ficar aberto e acessível para um segundo momento do projeto de vida. Será preciso construir esse consenso ouvindo distintas vozes, mas tendo um compromisso prioritário com as necessidades dos estudantes. Principalmente da grande maioria que não fala, não invade escolas nem faz manifestações, mas constitui a primeira geração de sua família a chegar ao ensino médio. É bem provável que seja um deles, certamente um resiliente, que postou no Facebook a mensagem citada abaixo:

“Depois de ver uma imagem ridícula dessas de fim de ano da internet de “Se não passar vestibular a segunda opção vai ser trabalhar na Mc Donald’s”, venho mandar um recadinho: trabalho na Mc Donald’s e é meu primeiro emprego... E foi com o meu salário que ganho da “Mc Donald’s” que paguei minha faculdade... Estou curtindo uma vida que nunca tive.

Tenho orgulho de trabalhar como atendente. Ser atendente não é vergonha para ninguém. Talvez as pessoas da “segunda opção” estão trabalhando para pagar seu futuro (faculdade, escola) antes de criticar qualquer trabalho, tome na vergonha na cara. Porque aquele que você zoa hoje, pode ser o rico que vai te DAR UM EMPREGO AMANHÃ.”

REFERÊNCIAS

CRUZ, Priscila. Ensino médio, a batalha que vale a pena lutar. Estadão: São Paulo, 07 de janeiro de 2016 p. 1.

HANUSHEK, Eric e WOESSMANN, Ludger. The Knowledge Capital of Nations. Education and Economic Growth. The MIT Press: Cambridge, 2015.

OLIVEIRA, João Batista. Ensino Médio: a palavra-chave é diversificação. Exame CEO. Editora Abril: São Paulo, 2015 pp. 42-46.

SCHWARTZMAN, Simon. Educação média e profissional em uma perspectiva comparada (versão preliminar). IETS: Rio de Janeiro, 2015.

SHULMAN, Lee S. The Wisdom of Practice. Essays on Teaching, Learning, and Learning to Teach. Jossey-Bass, 2004.

PUBLICAÇÕES DE INTERESSE

BACA, Laurinda; ONOFRE, Marcos; PAIXÃO, Fátima. *O conhecimento didático do conteúdo do professor e sua relação com a utilização de atividades práticas nas aulas de Química: um estudo com professores peritos do sistema educativo angolano*. Investigações em Ensino de Ciências – V19(1), pp. 29-54, 2014.

BALL, Debra Lowenberg. Bridging Practices. *Intertwining Content and Pedagogy in Teaching and Learning to Teach*. Journal of Teacher Education, Vol. 51, No. 3, May/June 2000 241-247.

BALL, Deborah Lowenberg; THAMES, Mark Hoover; PHELPS, Geoffrey. *Content Knowledge for Teaching: What*

Makes it Special? Journal of Teacher Education 2008 59: 389.

BALL, Deborah Lowenberg. *Mathematical Knowledge for Teaching*. https://www.youtube.com/watch?v=leasL_kk8XM

BOALER, Jo. *Mathematical Mindsets. Unleashing Students Potential Through Creative Math, Inspiring Messages and Innovative Teaching*. Jossey-Bass, 2016. <https://www.youcubed.org/>

BRYAN, A. Brown ; KIHUN, Ryoo & RODRIGUEZ, Jamie. *Pathway Towards Fluency: Using 'Disaggregate Instruction' to Promote Science Literacy*. International Journal of Science Education. 32:11, 1465-1493.

CERRI, Yara Lygia Nogueira Sães; MENEGATTO, Katia. *Conhecimento didático do conteúdo de professores de ciências*.

<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/iienpec/Dados/trabalhos/A58.pdf>

GROSSMAN, Pamela; SCHOENFELD, Alan; LEE, Carol. Teaching Subject Matter. In DARLING-HAMMOND, Linda; BRANSFORD, John (editors). *Preparing Teachers for a Changing World. What Teachers Should Learn and Be Able to Do*. Jossey-Bass, 2005, pp 201 a 231.

SAM, Wineburg; MARTIN, Daisy; MONTE-SANO, Chauncey. *Reading Like a Historian. Teaching Literacy in Middle & High School History Classrooms*. Teachers College Press, Columbia University: New York, 2012.

CONTRIBUIÇÕES PARA UM DIAGNÓSTICO DO ENSINO MÉDIO NO PAÍS

Marta Feijó Barroso

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Como fazer um diagnóstico do ensino médio no país que supere o lugar comum, “é de baixa qualidade”? Um diagnóstico que possibilite a elaboração de propostas com base em evidências?

Parte-se de um pressuposto básico: deseja-se alcançar, no Brasil, uma sociedade na qual imperem as noções de igualdade, equidade e justiça social, para todos e para cada um de nós.

No mundo atual, a existência de uma educação de qualidade é uma condição necessária para alcançar uma sociedade mais justa, menos desigual. Para a construção de uma escola de qualidade, há pelo menos quatro condicionantes. As escolas devem possuir instalações adequadas, com laboratórios, bibliotecas e tudo que torne o espaço de aprendizagem confortável e estimulante. As gestões escolares devem apresentar alto profissionalismo e qualidade, com direções preocupadas com a formação de equipes bem articuladas e colaborativas que gerem ambientes de trabalho satisfatórios para os participantes. É fundamental a construção de um processo coletivo de inserção da comunidade na escola, em que todos percebam a escola como “sua”, algo pelo qual todos são responsáveis, em todos os níveis. E os professores devem ser bem formados, recebendo bons salários, sentindo-se valorizados socialmente e estudando sempre.

Para discutir cada uma dessas condições, pode-se lançar mão de fundamentações teóricas e de experiências práticas. É importante situar de que local parte o olhar para o problema. O referencial deste texto provém de uma formação original na área de ciências, em particular Física, com formações complementares, teóricas e práticas, nas áreas de educação e ensino de ciências. A prática principal refere-se a muitos anos de atuação profissional na educação nos anos iniciais dos cursos denominados STEM (“Science, Technology, Engineering and Mathematics”) na UFRJ e em cursos e projetos relacionados à formação inicial (licenciatura e mestrado profissional) e continuada (projetos diversos) de professores de ciências e de física.

A primeira observação é que o processo educativo deve ser encarado como um processo sistêmico, com um conjunto de níveis e etapas profundamente interligados: a pré-escola e o ensino fundamental, sob responsabilidade das gestões municipais, o ensino médio, sob responsabilidade das gestões estaduais e o ensino superior, sob responsabilidade da gestão federal. Houve a compreensão dessa visão sistêmica nos últimos anos, com a proposição, por parte do governo federal, de um regime de colaboração entre os entes federativos, que pressupõe a interlocução e ações comuns entre os diversos níveis de ensino, manifestadas no Plano

Nacional de Educação e na criação dos Fóruns Permanentes de Apoio à Formação Docente, na criação de Mestrados Profissionais em rede nacional para professores, a instituição de políticas de valorização da formação docente, como o PIBID, dentre outros.

A formação dos professores é objeto de algumas das principais iniciativas. Este é o aspecto no qual a universidade e a academia podem atuar de forma mais direta, desenvolvendo novas ações de formação continuada para professores, enfatizando e melhorando os cursos de formação inicial (as licenciaturas e os cursos de pedagogia) e com a criação de cursos de pós-graduação lato e strito sensu específicos para professores, como os mestrados profissionais na área de ensino.

O papel das universidades na melhoria do ensino de ciências e matemática tem sido objeto de considerações (Mervis, 2013). Um dos pontos fundamentais, para o qual o país ainda não conseguiu formular uma política coerente, está relacionado aos conhecimentos necessários a um professor. Este tópico é abordado em artigos que discutem a necessidade da vinculação entre conteúdos disciplinares e seu ensino (Abell, 2007; Ball, 2008; Shulman, 1986).

No país, há uma contínua ênfase na crítica à formação inicial dos professores da educação básica, com a repetição de comentários como “o professor é malformado”, “precisa-se repensar a formação dos professores”; certamente essa é uma questão importante, mas não é a única questão a ser resolvida em relação à educação brasileira. Montam-se programas de formação e mudam-se as diretrizes curriculares desta formação com alta frequência, baixa continuidade e pouquíssima avaliação de eficácia. As demais questões são relegadas a segundo plano, talvez porque as dificuldades políticas e administrativas de encaminhamento de soluções para elas sejam maiores.

O CONHECIMENTO DOS PROFESSORES E OS CURRÍCULOS

Não parece haver, na comunidade educacional, uma compreensão da necessidade de aprofundado conhecimento disciplinar para constituição do saber pedagógico de conteúdo proposto por Shulman (Shulman, 1986) e necessário para uma boa prática docente. O relatório elaborado por Gatti (Gatti,

2009) sobre a formação de professores no Brasil levanta aspectos interessantes sobre a presença dos conteúdos disciplinares específicos na formação dos professores da educação básica (capítulo 5), mas considera que os currículos “**continuam a privilegiar preponderantemente os conhecimentos da área disciplinar em detrimento dos conhecimentos pedagógicos propriamente ditos**” (pág. 258).

No entanto, as evidências apontam dificuldades dos professores em relação ao conhecimento disciplinar (o conteúdo) que se pretende ensinar. Certamente saber o conteúdo a ser ensinado não é uma condição suficiente para ensinar – mas certamente essa é uma condição absolutamente necessária. As dificuldades com a inserção de professores na prática docente diária não parecem ser consequência exclusiva da excessiva ênfase na formação em conhecimentos disciplinares específicos; se essa ênfase existe, ela não está garantindo a qualidade na aprendizagem. E faz-se necessária uma reflexão tanto em relação aos currículos e aos processos de ensino quanto em relação à aprendizagem da educação básica e da educação superior.

Essa discussão não deve dar-se com base em considerações teóricas ou mesmo intenções. Ela deve ser feita com base nas evidências disponíveis, no país e fora dele, em relação às necessidades educacionais e sociais do Brasil dentro de um quadro de construção de uma sociedade do século XXI, uma sociedade do conhecimento e que pode aprofundar as desigualdades sociais internas ao país, e externas, do país em relação ao mundo.

O objetivo deste trabalho é apresentar um quadro de algumas evidências disponíveis para o diagnóstico da situação da educação básica.

ELABORAÇÃO DE UM DIAGNÓSTICO: COM QUE FERRAMENTAS?

Os processos de avaliação em larga escala existentes, no país e no mundo, são em geral muito questionados, em diversos níveis, pois possibilitam a utilização de seus resultados para desenvolver rankings comerciais de escolas e similares e estabelecer políticas de responsabilização (Brooke, 2006). Na área de ciências e matemática não é diferente (Britton, 2007).

Mesmo com críticas e questionamentos, tanto ao processo de avaliações em larga escala em si, quanto

ao enunciado e forma de apresentação das questões, é possível refletir sobre as informações a respeito da situação da aprendizagem que essas avaliações descortinam. Em particular, duas avaliações permitem um quadro nacional e de comparação internacional sobre a situação do ensino médio (e dos anos finais do ensino fundamental).

O Pisa (Programme for International Student Assessment, www.oecd.org/pisa) é um programa internacional desenvolvido pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, www.oecd.org) e no Brasil pelo Inep (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), que avalia a cada três anos o denominado *Letramento* – em Linguagens (foco da avaliação em 2000 e 2009), Matemática (foco em 2003 e em 2012) e Ciências (foco em 2006 e em 2015). São avaliados estudantes entre 15 e 16 anos, idade média de ingresso no ensino médio brasileiro.

Tal exame é feito nos países da OCDE e em um conjunto de países convidados, dentre eles, o Brasil. A atribuição de escores é feita utilizando a Teoria da Resposta ao Item (Hambleton 1991), o que possibilita a comparação de resultados entre anos diversos. Os escores são atribuídos de forma tal que em 2000 a média dos estudantes da OECD participantes foi normalizada em 500 pontos com desvio padrão 100, para cada um dos três exames.

O Pisa de Ciências propõe-se a avaliar o letramento científico, **“o conhecimento científico e o uso deste conhecimento para identificar questões, adquirir novos conhecimentos, explicar fenômenos científicos e tirar conclusões baseadas em evidências sobre assuntos relacionados à ciência”**, segundo os documentos relativos ao exame de 2006, pretendendo avaliar competências (identificar assuntos científicos, explicar fenômenos cientificamente e usar evidência científica) e conhecimentos (de ciência e sobre ciência). Esses objetivos estão alinhados com as recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental, que especificam os conhecimentos neste nível em quatro eixos temáticos (Terra e Universo, Vida e Ambiente, Ser Humano e Saúde, Tecnologia e Sociedade) e seis temas transversais (Ética, Pluralidade Cultural, Meio Ambiente, Saúde, Orientação Sexual, Trabalho e Consumo).

A avaliação feita pelo Pisa é bastante diferente, no que se refere a objetivos e metodologias, da proposta do Exame Nacional do Ensino Médio, o Enem.

O Enem, exame criado em 1998, foi reformulado em 2009 (dentro do quadro da reformulação e ampliação da educação superior do país) e passou a desempenhar o papel muito importante para os estudantes ao final do ensino médio. Mesmo sem ser obrigatório (de caráter universal) e também sem se ater a nenhuma estratificação estatística (de caráter amostral, como o Pisa), ele representa uma das boas ferramentas para analisar o que os alunos aprenderam ao final do ensino médio, por ter alto valor para os estudantes que desejam ingressar no ensino superior. Seus resultados são utilizados em programas públicos: no SiSU (Sistema de Seleção Unificada) para classificar estudantes para ingresso em praticamente todas as universidades públicas do país, no Fies (Fundo de Financiamento Estudantil) e no Prouni (Programa Universidade para todos), sistemas de financiamento para bolsas (reembolsáveis ou não) no ensino superior privado. O número de estudantes que se declaram concluintes do ensino médio no ano de realização do Enem é da ordem de um milhão de estudantes — 860 mil em 2009, 1,2 milhão em 2012 (Barroso, 2015; Gonçalves Jr., 2014).

Esses dois exames fornecem informações a respeito da aprendizagem, em particular em ciências, no país. E suas informações podem ser complementadas, no processo de reflexão em relação ao diagnóstico sobre o ensino de ciências no país, por estudos mais restritos dos processos de ensino e aprendizagem no ensino superior; em particular, em atividades que envolvem ensino de física nos anos iniciais (na UFRJ) e em atividades de formação de professores (mestrado profissional).

A partir de agora, são apresentados alguns resultados de estudos sobre essas avaliações, com o objetivo de obter evidências que permitam qualificar as inferências feitas a respeito da aprendizagem de ciências (e de física) no país.

AS EVIDÊNCIAS SOBRE O QUE É APRENDIDO: O PISA DE CIÊNCIAS

O Pisa é realizado de forma amostral, com alunos entre 15 e 16 anos, ao final do ensino

fundamental e início do ensino médio. Os dados, informações e resultados apresentados a seguir foram obtidos a partir dos documentos (relatórios técnicos e microdados) disponíveis na página eletrônica do exame (www.pisa.oecd.org).

O consórcio que analisa o exame elaborou, em 2006 (ano em que o foco da avaliação foi ciências), uma escala de proficiências, ou melhor, uma escala de correspondência entre o escore do Pisa (normalizado de forma tal que 99,7% dos escores encontram-se entre 200 e 800 pontos) e as competências adquiridas pelos estudantes. Essa escala de proficiências classificou os estudantes dos diferentes países em 6 níveis. Na Tabela 1, estão indicados os níveis, o escore mínimo para um estudante ser considerado neste nível, o que o

estudante com escore igual ou superior a este pode tipicamente fazer, e, nas duas últimas colunas, estão apresentadas as informações sobre o número (em porcentagem) dos estudantes capazes de realizar tarefas neste nível ou acima, para os estudantes da OCDE e para os estudantes brasileiros.

Da Tabela 1, pode-se observar algo mais importante do que a constatação sempre divulgada de que os estudantes brasileiros têm desempenho fraco no PISA. Há, no país, dentre o grupo de estudantes que entre 15 e 16 anos de idade ainda frequenta a escola e que já ultrapassou a 6ª série, um grupo de 30% de alunos que sequer são classificados como possuindo um **“conhecimento tão limitado que só pode ser aplicado a umas poucas situações familiares”**.

Tabela 1. A escala de proficiência em Ciências, elaborada a partir dos resultados da prova em 2006

NÍVEL	ESCORE MÍNIMO	O QUE OS ESTUDANTES PODEM TIPICAMENTE FAZER	PERCENTUAL DO TOTAL (OCDE)	PERCENTUAL DO TOTAL (BRASIL)
6	707,9	No nível 6, estudantes podem consistentemente identificar, explicar e aplicar conhecimento científico e conhecimento sobre a ciência num grande número de situações complexas da vida. Eles conseguem conectar diferentes fontes de informação e explicações, e usar evidência a partir dessas fontes para justificar decisões. Eles demonstram clara e consistentemente um raciocínio e argumentação científica avançados, e demonstram o desejo de utilizar sua compreensão científica como base para soluções de situações tecnológicas e científicas não familiares. Estudantes neste nível conseguem usar o conhecimento científico e desenvolver argumentos para sustentar recomendações centradas em situações pessoais, sociais ou globais.	1,3%	0,0%
5	633,3	No nível 5, estudantes podem identificar as componentes científicas de muitas situações complexas da vida, aplicar tanto conhecimentos científicos quanto conhecimentos sobre a ciência a estas situações e podem comparar, selecionar e avaliar evidências científicas apropriadas para responder a situações da vida. Estudantes neste nível podem usar habilidades bem desenvolvidas de investigação, conectar conhecimento de forma apropriada e trazer visões críticas sobre situações. Eles podem construir explicações baseadas em evidência e argumentos baseados em suas análises críticas.	9,0%	0,3%

.....				
4	558,7	No nível 4, estudantes podem trabalhar efetivamente com situações e assuntos que envolvam fenômenos explícitos, que exijam que eles façam inferências a respeito do papel da ciência ou da tecnologia. Podem selecionar e integrar explicações de diferentes disciplinas da ciência ou tecnologia, e conectar estas explicações diretamente a aspectos das situações da vida. Estudantes neste nível podem refletir a respeito de suas ações e podem comunicar decisões usando conhecimento e evidência científicos.	29,3%	3,4%
3	484,1	No nível 3, estudantes podem identificar assuntos científicos descritos claramente numa série de contextos. Podem selecionar fatos e conhecimento para explicar fenômenos e aplicar modelos simples ou estratégias de investigação. Estudantes neste nível podem interpretar e utilizar conceitos científicos de diferentes disciplinas e podem aplicá-los diretamente. Eles podem desenvolver afirmações curtas utilizando fatos e tomar decisões baseadas em conhecimento científico.	56,7%	13,5%
2	409,5	No nível 2, estudantes têm conhecimento científico adequado para fornecer explicações possíveis em contextos familiares ou tirar conclusões com base em investigações simples. São capazes de raciocínio direto e de fazer interpretações literais dos resultados da investigação científica ou da resolução de problemas tecnológicos.	80,8%	35,5%
1	334,9	No nível 1, estudantes têm um conhecimento tão limitado que só pode ser aplicado a umas poucas situações familiares. Eles podem apresentar explicações científicas que são óbvias, e que são consequência explícita de uma dada evidência.	94,8%	69,9%

Na Tabela 2, apresentam-se as médias dos estudantes brasileiros no Pisa. Elas são baixas e, em média, os alunos estão no nível de proficiência 1. Os alunos que estão a um desvio padrão (S.E.) acima da média estão no nível 2 ou 3, os alunos com 2 desvios padrão acima da média estão no nível 4 e os alunos no nível 5 devem ter 3 desvios padrão acima da média brasileira. Com relação ao nível “zero”, abaixo de 335 pontos, os países da OECD possuem 5,2% de alunos que não podem desenvolver tarefas sequer no

nível 1 da escala de ciências; no Brasil, este percentual é de 30,1%, quase um terço da população avaliada. Quando estão no nível 1, os estudantes confundem as características básicas de uma investigação, fazem aplicações de informações cientificamente incorretas e misturam crenças pessoais e fatos científicos para apoio a uma decisão. Não há no Brasil (com relevância estatística) estudantes no nível 6 – os estudantes que constituiriam a base para a próxima geração de cientistas e pesquisadores.

Tabela 2. Informações sobre as médias dos alunos brasileiros em diferentes edições das provas de ciências do Pisa

EDIÇÃO	MÉDIA	NÍVEL DE PROFICIÊNCIA			
		Média	+ 1 S.E.	+ 2 S.E.	+ 3 S.E.
Pisa 2000	375	1	Nível 2	Nível 4	Nível 5
Pisa 2003	390	1	Nível 3	Nível 4	Nível 5
Pisa 2006	390	1	Nível 3	Nível 4	Nível 5
Pisa 2009	405	1	Nível 3	Nível 4	Nível 5
Pisa 2012	405	1	Nível 3	Nível 4	Nível 5
Pisa 2015	401	1	Nível 3	Nível 4	Nível 5

Na Figura 1, estas informações são apresentadas na forma de gráficos que descrevem o percentual de alunos em cada nível, ao longo das 6 edições do exame analisadas, tanto para países da OCDE (à esquerda) quanto para o Brasil (à direita). A diferença é clara entre as duas imagens, revelando uma situação precária do letramento em ciências no país. Também a partir da figura, pode-se observar que o

Brasil teve uma redução, nos últimos anos, do total dos alunos abaixo do nível 1, aumentando o total de alunos no nível 2, mas a distribuição nos níveis 5 e 6, fundamentais para o desenvolvimento científico e tecnológico e para a manutenção das carreiras ligadas à ciência e tecnologia, não se alterou.

Há um outro dado relevante, referente à realização da prova: o exame do PISA é estruturado

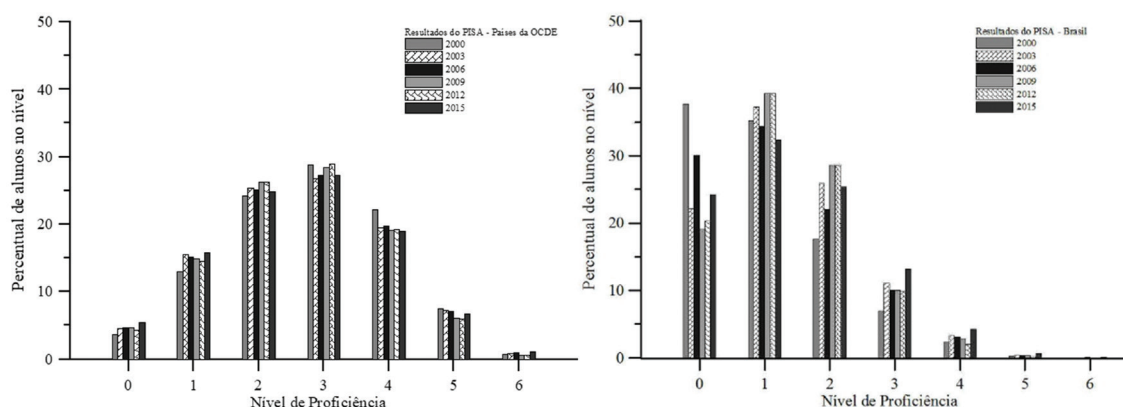
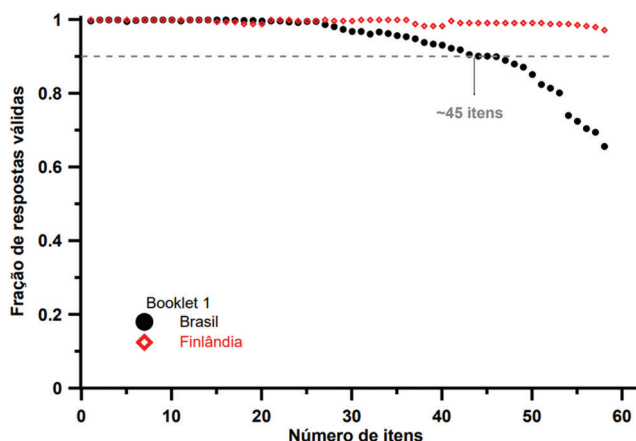


Figura 1. Representação da distribuição dos alunos no exame de Ciências nos países da OCDE e no Brasil, nas cinco edições do exame conhecidas

EVIDÊNCIA: o país não possui, dentre os jovens de 15/16 anos, um grupo que constitua a futura geração de cientistas e técnicos necessário para seu adequado desenvolvimento científico e tecnológico.

em cadernos (“booklets”) de forma tal que a ordem dos blocos de questão seja alternada e o estudo do resultado não permita confusão entre não fazer a questão por cansaço e não fazer a questão por incapacidade. Também há uma instrução de responder às questões na ordem em que elas são apresentadas, e o critério de correção considera que se há uma questão em branco, a questão é tratada como “não-resposta”, mas se a seguinte também está em branco considera-se que a partir daí o aluno abandonou a prova.

Observa-se que os alunos brasileiros possuem um padrão de “não-resposta” a questões superior ao de outros países. Para entender este resultado, mostra-se na Figura 2 um gráfico típico da resposta das questões no caderno 1 (nos outros cadernos a situação é similar) entre alunos brasileiros e alunos da Finlândia no exame de 2006 (foco em Ciências). Apenas 90% dos estudantes brasileiros responde a 45 das 60 questões da prova, ao passo que na Finlândia mais de 90% dos estudantes respondem todas as questões. Deste gráfico, nota-se que existe algum problema em comparação a países bem classificados no exame – uma provável dificuldade de leitura, com os estudantes brasileiros levando mais tempo ao ler e responder às questões?



AS EVIDÊNCIAS SOBRE O QUE É APRENDIDO: O ENEM

O Enem passou, em 2009, a ser constituído por quatro provas e uma redação (anteriormente se realizava uma única prova com 63 questões). O Inep divulga, em sua página eletrônica (www.inep.gov.br), os dados sobre o processo: as provas e o conjunto de respostas dos alunos às questões e aos questionários apresentados. Os dados, informações e resultados apresentados a seguir foram obtidos a partir desses documentos (Barroso, 2015; Gonçalves Jr., 2014; Gonçalves Jr., 2012; Lopes, 2015).

Na Tabela 3, indicamos os valores-médios dos escores dos estudantes concluintes do ensino médio (no ano em que realizaram o exame) nas provas de Ciências da Natureza entre 2009 e 2012. O escore TRI (Teoria da Resposta ao Item) é um escore normalizado (no ano de 2009, para os estudantes concluintes do ensino médio) em 500 pontos com desvio padrão 100. O escore TCT (Teoria Clássica dos Testes) é o total de acertos nas 45 questões do teste, normalizado para dez pontos (notas entre 0 e 10). Observa-se desta nota que os estudantes acertam menos de um terço das questões desta prova, em média. (Os resultados na prova de Matemática correspondem a cerca de 25% de acertos).

Figura 2. A fração de respostas válidas no caderno 1 da prova do Pisa de Ciências 2006, para estudantes brasileiros e estudantes da Finlândia

EVIDÊNCIA: os jovens de 15/16 anos revelam dificuldades de leitura, não conseguindo concluir uma prova com textos longos.

Tabela 3. Médias e desvio padrão dos resultados dos estudantes concluintes do ensino médio na prova de Ciências da Natureza do ENEM entre os anos 2009 e 2012

	ENEM 2009	ENEM 2010	ENEM 2011	ENEM 2012
ESCORE TRI: MÉDIA ± DESVIO PADRÃO	501,1 ± 98,5	485,0 ± 81,2	466,5 ± 85,1	473,0 ± 79,9
ESCORE TCT: MÉDIA ± DESVIO PADRÃO	3,4 ± 1,2	3,2 ± 1,3	3,2 ± 1,3	3,0 ± 1,3
NÚMERO DE ESTUDANTES	863.018	1.059.227	1.268.791	1.278.394

Observam-se, nesses dados gerais, duas diferenças de desempenho importantes: as de gênero (que não estavam significativamente presentes no Pisa) e as associadas ao tipo de administração da escola na qual o estudante cursou o ensino médio (rede pública, federal, estadual ou municipal, e rede privada). Na Tabela 4 está indicado o percentual de candidatos por sexo e as médias respectivas em cada uma das edições do Enem. Verifica-se que 60% dos candidatos são mulheres, o que não corresponde à distribuição observada no censo do IBGE (distribuição de gêneros praticamente igual). E as notas médias das mulheres são inferiores às dos homens na prova de Ciências da Natureza. A diferença, quando a nota é dada somando-se o total de acertos (nota da teoria clássica, entre 0 e 10) é sempre de 0,4 pontos em favor do gênero masculino, correspondendo ao acerto médio de 1,5 questão a mais.

Na Tabela 5, apresenta-se o desempenho dos estudantes em função do tipo de rede à qual pertence a escola cursada pelo estudante no ensino médio. É importante mencionar o peso que a rede pública estadual tem neste resultado, pois mais de 70% dos estudantes cursaram o ensino médio na rede estadual. Indicam-se também os valores médios dos escores nestas redes. O desempenho dos alunos da rede federal é superior ao de todas as demais e o da rede privada só é inferior ao da rede pública federal. Na rede federal, os alunos em média acertam cerca de 20 questões (em 45), os da rede privada acertam cerca de 19 e os da rede estadual acertam cerca de 13 questões. Esse resultado indica claramente a diferença de qualidade, para pior, na rede frequentada majoritariamente pela população brasileira, a rede pública estadual.

Tabela 4. Resultados do ENEM discriminados por gênero: total dos participantes (feminino e masculino) e notas médias segundo a TRI nas provas de Ciências da Natureza entre 2009 e 2012

PERCENTUAL DOS PARTICIPANTES POR GÊNERO					ESCORES MÉDIOS SEGUNDO A TRI POR GÊNERO			
GÊNERO/ANO	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012
FEMININO	60.6	60.2	59.8	59.5	485.9 ± 95.3	473.1 ± 76.5	452.1 ± 13.6	459.7 ± 74.7
MASCULINO	39.4	39.8	40.2	40.5	516.8 ± 102.1	493.8 ± 87.2	474.9 ± 90.5	484.9 ± 14.2

Tabela 5. Resultados do ENEM discriminados por dependência administrativa: total dos participantes (escolas públicas federais, estaduais e municipais, e privadas) e notas médias segundo a TRI nas provas de Ciências da Natureza entre 2009 e 2012

PERCENTUAL DE PARTICIPANTES					ESCORES MÉDIOS SEGUNDO A TRI POR TIPO DE ESCOLA			
TIPO/ANO	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012
FEDERAL	1.7	1.7	1.7	1.9	599.9 ± 93.2	565.0 ± 78.4	546.9 ± 84.7	552.9 ± 82.1
ESTADUAL	75.0	75.5	76.4	74.9	472.2 ± 83.8	460.9 ± 69.7	439.8 ± 72.2	448.2 ± 64.4
MUNICIPAL	1.6	1.4	1.2	1.1	480.3 ± 87.2	471.6 ± 73.1	455.0 ± 76.4	461.6 ± 70.4
PRIVADA	21.7	21.4	20.6	22.1	579.4 ± 100.3	547.8 ± 81.5	534.0 ± 88.9	536.5 ± 85.3

EVIDÊNCIA: os jovens ao concluírem o ensino médio apresentam diferenças de desempenho em função de gênero (o desempenho feminino é mais fraco) e em função do tipo de escola frequentado (na rede pública estadual, na qual estuda a imensa maioria da população brasileira, o desempenho é mais fraco).

AS EVIDÊNCIAS SOBRE O QUE É APRENDIDO: OBSERVAÇÃO DAS RESPOSTAS A ALGUMAS QUESTÕES DAS PROVAS

No exame de Ciências do Pisa, algumas questões tiveram seu conteúdo liberado (a metodologia de análise pela TRI exige a calibração das questões, e no Pisa estas são pouco alteradas, não sendo divulgadas; o Enem utiliza outras ferramentas para esta calibração, e todas as questões são conhecidas), classificadas tanto por nível de dificuldade quanto pela competência básica explorada.

As questões do Pisa são apresentadas na forma de Unidades contendo um texto base e um conjunto de perguntas diferentes. Foram escolhidas as unidades Efeito Estufa e Roupas. A questão Efeito Estufa 5 tem dificuldade no nível 6, abordando a competência “**explicar fenômenos cientificamente**”; Efeito Estufa 4 tem dificuldade no nível 5 e avalia a competência “**usar evidência científica**”; Efeito Estufa 3, dificuldade no nível 3 e competência

“**usar evidência científica**”; Roupas 1, nível 4 e competência “**identificar assuntos científicos**” e Roupas 2, nível 1 e competência “**explicar fenômenos cientificamente**”.

Na Figura 3 (dividida em 3a e 3b), está o texto base, muito longo, da questão Efeito Estufa.

GREENHOUSE - EFEITO ESTUFA

Leia os textos e responda às questões que se seguem.

O EFEITO ESTUFA: FATO OU FICÇÃO?

Os seres vivos necessitam de energia para sobreviver. A energia que mantém a vida sobre a Terra vem do Sol, que irradia energia para o espaço por ser muito quente. Uma proporção minúscula dessa energia alcança a Terra.

A atmosfera terrestre funciona como uma camada protetora sobre a superfície de nosso planeta, impedindo as variações de temperatura que existiriam em um mundo sem ar.

A maior parte da energia irradiada pelo Sol passa pela atmosfera terrestre. A Terra absorve parte dessa energia e a outra parte é refletida pela superfície terrestre. Parte dessa energia refletida é absorvida pela atmosfera.

Como resultado disso, a temperatura média acima da superfície da Terra é mais alta do que seria se não existisse atmosfera. A atmosfera terrestre funciona como uma estufa, daí o termo efeito estufa.

O efeito estufa teria tornado-se mais evidente durante o Século XX.

É um fato que a temperatura média da atmosfera terrestre tem aumentado. Em jornais e revistas, o aumento da emissão do gás carbônico é frequentemente apontado como o principal responsável pela elevação da temperatura no Século XX.

Figura 3a. O texto base da unidade Efeito Estufa do Pisa de Ciências

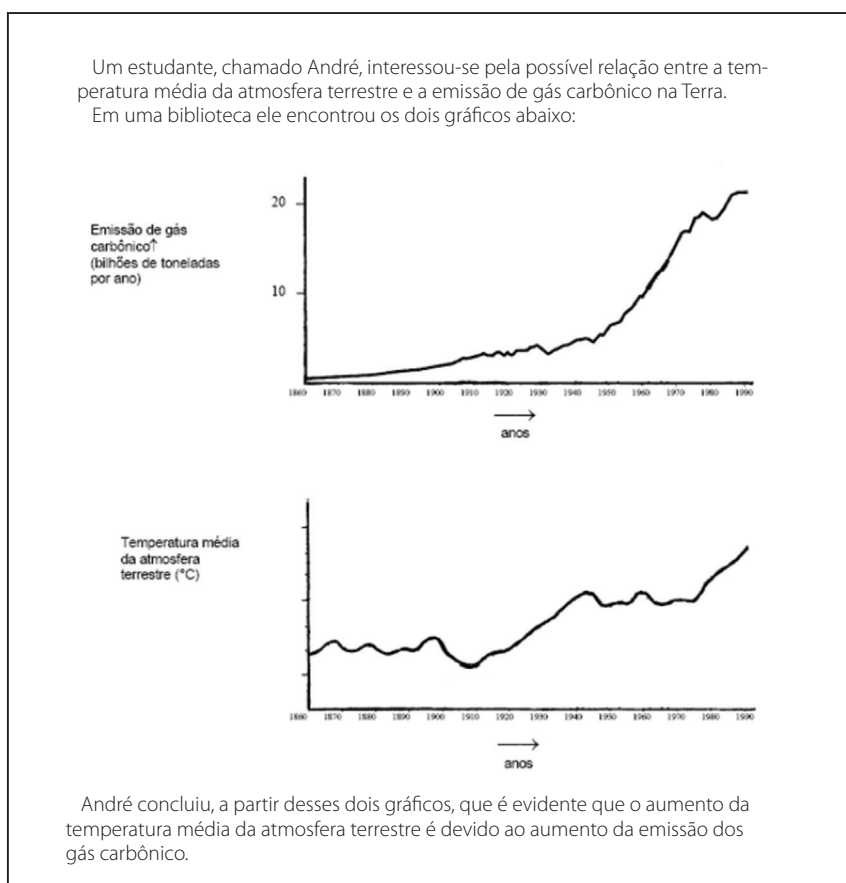


Figura 3b. A continuação do texto base da unidade Efeito Estufa

Esta questão tem seu texto base com aspecto de notícia de jornal: propõe uma discussão entre estudantes a respeito da relação entre a emissão de gás carbônico e a temperatura média do planeta. Cada uma das questões envolve a observação e a conexão entre informações contidas nos dois gráficos.

Na Figura 4, apresenta-se a questão Efeito Estufa 3 (S114Q03) – a numeração utilizada aqui é a da codificação original do consórcio Pisa, e não a que aparece para o estudante.

QUESTÃO 1: ESTUFA

O que há nos gráficos que justifica a conclusão de André?

.....
.....

Figura 4. A questão Efeito Estufa 3

A questão Efeito Estufa 3 (Figura 4) apresenta um índice de dificuldade (valor do escore para o qual o estudante tem 50% de probabilidade de acertar a questão) com valor 529, o que a coloca no nível 3 da escala de proficiências mencionada na Tabela 1. É uma questão aberta, longa, exige do estudante a interpretação e conexão entre dois gráficos, percebendo que no aspecto geral eles têm o mesmo comportamento. A competência associada é a de utilizar evidências científicas, com conhecimentos sobre ciências e explicações científicas, numa situação global (e não pessoal ou local), com foco em questões de meio ambiente. Não há exigência, para sua solução, de nenhum conhecimento específico de ciências.

Na Figura 5, indicamos o percentual de acertos na edição 2000 desta questão para os países participantes do exame (este tipo de figura pode ser feito para todas as questões do exame e com algumas pequenas variações apresenta as mesmas características gerais). Observa-se que os estudantes

brasileiros apresentam desempenho inferior a todos os demais países participantes, com aproximadamente 25% de acertos, enquanto os países da OCDE (“Pisa” na imagem) apresentam 50% de acerto. Em outras palavras, trabalhar com informações a partir de gráficos e relacioná-las parece ser mais difícil para os estudantes do Brasil com 15 anos que para os dos demais países participantes da OCDE.

A questão Efeito Estufa 4 (S114Q04), mostrada na Figura 6, avalia a mesma competência da questão anterior, dentro do mesmo contexto. Para resolvê-la, é necessário interpretar e comparar detalhes dos dois gráficos apresentados, uma tarefa mais elaborada. Isso se manifesta nos resultados: o índice de dificuldade da questão está em 659 (nível 5), para alunos que obtêm crédito total. Na Tabela 6, indica-se o percentual de graus (válidos) atribuídos a esta questão na correção, para os estudantes brasileiros, estudantes da Finlândia e todos os estudantes participantes.

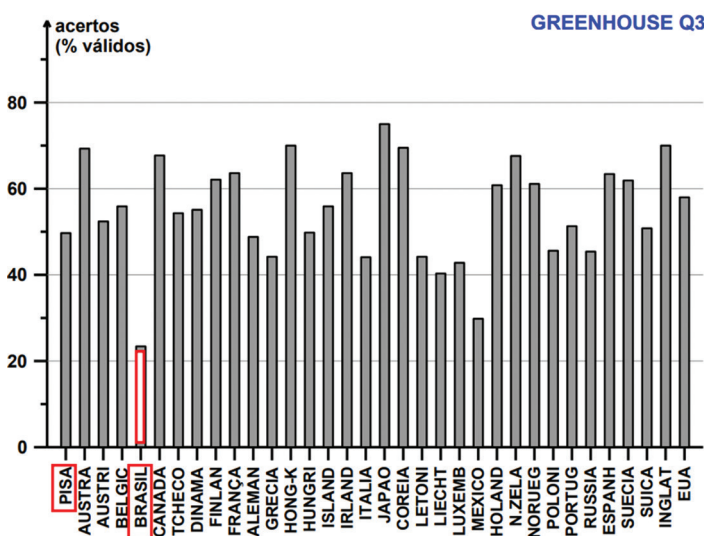


Figura 5. O percentual de acertos, dentre as respostas válidas, da questão Efeito Estufa 3 no Pisa 2000, para os estudantes de cada um dos países participantes do exame

QUESTÃO 2: ESTUFA

Uma outra aluna, Jane, discorda da conclusão de André. Ela compara os dois gráficos e diz que algumas partes dos gráficos não justificam sua conclusão.

Dê um exemplo de uma parte do gráfico que não justifica a conclusão de André.

Explique sua resposta.

.....

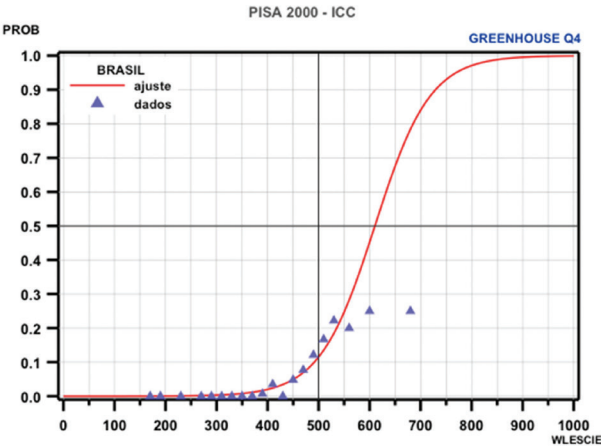
.....

Figura 6. A questão Efeito Estufa 4

Tabela 6. Percentual dos graus atribuídos aos estudantes na questão Efeito Estufa 4 para estudantes brasileiros, finlandeses e todos

	BRASIL	FINLÂNDIA	(TODOS)
ERRADO (0)	73,8	33,3	60,3
PARCIAL (1)	16,4	38,1	21,8
COMPLETO (2)	9,9	28,6	17,9

Na Figura 7, apresenta-se a curva característica do item (curva que, a cada valor de escore, é associada à probabilidade de acerto na questão) calculada dentro do modelo de dois parâmetros da TRI (linha vermelha) e a curva empírica, a pontuação dos estudantes (a frequência de acerto, obtida pela obtenção, dentre os alunos numa dada faixa de escores, da fração de alunos que acertaram o item). Esta curva revela um dos principais problemas: há poucos alunos brasileiros na faixa de altos escores, ou níveis elevados



de proficiência, o que faz com que os últimos pontos da tabela possuam uma incerteza muito grande e não se ajustem ao modelo teórico.

A questão Efeito Estufa 5 (S114Q05), apresentada na Figura 8, é ainda de nível mais elevado (nível 6), pois exige, além da interpretação do gráfico, argumentação do aluno. É, novamente, uma questão aberta, longa, avaliando a competência “**explicar fenômenos cientificamente**” e exige conhecimento de ciências (sistemas da Terra e do espaço) numa situação global relacionada a problemas ambientais. Na Tabela 7, indicamos o percentual de atribuição de graus às respostas dos estudantes brasileiros, finlandeses e a média da OECD. Neste caso, os alunos brasileiros estão alinhados com a situação global, dada a dificuldade da questão (no nível 6, isto é, alunos que tem probabilidade de acerto igual ou superior a 50% na questão), já que apenas cerca de 1% da população está neste nível.

Tabela 7. Percentual de acertos e erros atribuídos aos estudantes na questão Efeito Estufa 5 para estudantes do Brasil, da Finlândia e todos os participantes

	BRASIL	FINLÂNDIA	(TODOS)
ERRADO	83,6	67,6	82,8
CORRETO	16,5	32,4	17,2

Figura 7. Curva característica do item (ICC) para a questão Efeito Estufa 4, dentre os alunos brasileiros, na prova de Ciências do Pisa 2000; no eixo horizontal, o escore dos estudantes, e no vertical, a probabilidade de acerto na questão

QUESTÃO 3: ESTUFA

André mantém sua conclusão, segundo a qual o aumento na média da temperatura da atmosfera terrestre é causado pelo aumento da emissão de gás carbônico. Mas Jane acha que sua conclusão é prematura. Ela diz: “Antes de aceitar essa conclusão você deve estar certo de que outros fatores que poderiam influenciar o efeito estufa estão constantes.”

Cite um dos fatores a que Jane se refere.

.....

.....

Figura 8. A questão Efeito Estufa 5

Portanto, a unidade Efeito Estufa revela a situação relativa à leitura de informações apresentada na forma de gráficos e a obtenção de conclusões baseadas nestes gráficos: ser capaz de fazê-lo é difícil em geral para os alunos de 15 anos em todos os países avaliados, mas no Brasil é muito mais difícil, quase impossível.

Pode-se estudar questões do Enem que exijam este tipo de competência. Por exemplo, considere-se a questão 63 da prova azul de Ciências da Natureza do Enem 2011, mostrada na Figura 9. Formulada no modelo do Enem, com um texto base, uma pergunta e um conjunto de alternativas (um gabarito e quatro distratores), essa questão solicita ao estudante a leitura no texto da informação necessária (“o comprimento de onda correspondente à cor do objeto é encontrado no lado oposto ao comprimento de onda da absorção máxima”) e a busca, nas duas figuras apresentadas, da informação necessária para responder à pergunta. O gabarito é a letra E, correspondendo ao pico de absorção no comprimento de onda da cor verde, oposta ao vermelho no disco de cores. A questão, portanto, exige do aluno a leitura atenta do texto base, a interpretação deste texto e das duas figuras

apresentadas. Não é necessária a utilização de qualquer conhecimento específico disciplinar para obter a alternativa correta.

Na Tabela 8, mostra-se o percentual de marcação das alternativas pelos alunos. A alternativa correta, E, é a mais escolhida, mas há uma escolha quase igual na resposta que corresponde à cor do máximo e não de seu complemento, indicando uma interpretação inadequada do texto da questão.

Tabela 8. A escolha das alternativas na questão 63 da prova de Ciências da Natureza do Enem 2011

ALTERNATIVA	PERCENTUAL DE ESCOLHA
A	12,5
B	26,0
C	18,3
D	14,3
E	28,4
Branco	0,2
Inválido	0,2

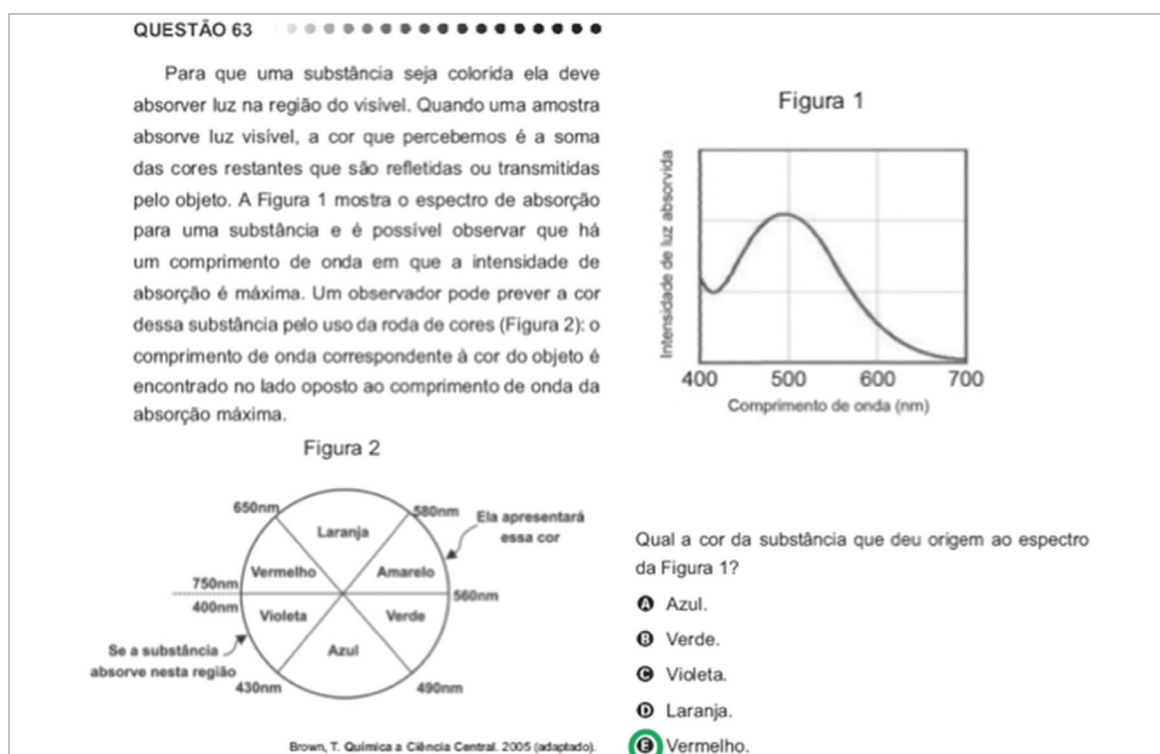


Figura 9. A questão 63 da prova azul de Ciências da Natureza no ENEM 2011

EVIDÊNCIA: os estudantes de 15/16 anos de idade têm dificuldade com a interpretação de informações fornecidas em forma gráfica, e os estudantes brasileiros têm dificuldade maior do que a dos estudantes de outros países. Ao final do ensino médio, essa dificuldade, de conectar informações apresentadas em diferentes formatos que envolvem gráficos e imagens, persiste de forma muito relevante, impactando nas condições de compreensão da realidade.

Uma outra unidade do Pisa de Ciências, Roupas, permite abordar outra característica dos processos de ensino e aprendizagem no país. Essa unidade é constituída de duas questões bastante diferentes entre si. Na Figura 10, apresenta-se o texto base da unidade: longo, com muitas informações.

Na Figura 11, apresenta-se o texto da questão Roupas 1 (S213Q01) e na Figura 12, o texto da questão Roupas 2 (S213Q02). A questão Roupas 1 é uma questão que avalia a competência de “**identificar assuntos científicos**”, de múltipla escolha complexa, sobre ciência e tecnologia, numa situação social e no

contexto das fronteiras de ciência e tecnologia. Na correção, foi dado valor certo à identificação Sim/Sim/Sim/Não (na ordem). “**A necessidade de identificar mudanças e variáveis mensuráveis, junto a uma apreciação do que estaria envolvido na realização de medidas e controle de variáveis, localiza a questão no nível 4.**” (Do relatório do Pisa 2006). O índice de dificuldade da questão (o valor do score do aluno que corresponde a 50% de probabilidade de acerto da questão) é 567, correspondendo ao nível 4 da escala de proficiência em Ciências do Pisa.

CLOTHES - ROUPAS

Leia o texto e responda às questões que se seguem.

ROUPAS

Uma equipe de cientistas britânicos está desenvolvendo roupas “inteligentes” que darão às crianças deficientes o poder da “fala”. Crianças usando um colete feito de tecido especial, ligado a um sintetizador de fala, poderão fazer-se entender simplesmente tocando de leve neste material sensível.

O material é feito de um tecido normal e de uma engenhosa malha de fibras impregnadas de carbono que podem conduzir eletricidade. Quando uma pressão é aplicada sobre o tecido, o padrão de sinais que passa pelas fibras condutoras é alterado e um chip de computador identifica onde a roupa foi tocada. Ele pode então, acionar um dispositivo eletrônico ao qual está ligado, cujo tamanho não é maior do que o de duas caixas de fósforo.

“O truque está em como confeccionar o tecido, fazendo com que os sinais passem através dele. Assim, fica impossível ver o dispositivo, pois ele está misturado à trama do tecido”, explica um dos cientistas.

Este material pode ser lavado, enrolado em torno de objetos ou amassado, sem danificar-se, e o cientista afirma que é possível produzi-lo em larga escala e a baixo custo.

Figura 10. O texto base da questão Roupas do Pisa de Ciências

QUESTÃO 1: ROUPAS

Quais destas afirmações extraídas do artigo podem ser testadas através de análise científica em laboratório?
Faça um círculo em Sim ou Não para cada uma das proposições:

Sem ser danificado, o material pode ser	A afirmação pode ser testada através de análise científica em laboratório?
lavado.	Sim / Não
enrolado em torno de objetos.	Sim / Não
amassado.	Sim / Não
Produzido em larga escala e a baixo custo.	Sim / Não

Figura 11. A questão Roupas 1 do PISA de Ciências.

Os resultados dos estudantes na questão Roupas 1, para três países distintos (Brasil, Finlândia e Japão) e para todos os estudantes estão indicados na Tabela 9; não é surpreendente, tendo em vista o nível 4 de dificuldade da questão, que só é atingido por cerca de 3% dos estudantes brasileiros.

Tabela 9. Os resultados, em percentual das respostas válidas, dos estudantes na questão Roupas 1

	BRASIL	FINLÂNDIA	JAPÃO	(TODOS)
Errado	81,7	32,1	47,7	61,1
Correto	18,3	67,9	52,3	38,9

A questão Roupas 2, apresentada na Figura 12, está dentro do mesmo contexto (fronteiras de ciência e tecnologia), na situação social (e não pessoal

ou global) e é uma questão de múltipla escolha simples. A competência avaliada é a de “**explicar fenômenos cientificamente**” e sua dificuldade é 399, colocando-a no nível 1 da escala. Para resolvê-la, o estudante deveria associar “eletricidade” com o instrumento básico de medidas elétricas, o voltímetro, isto é, lembrar que equipamento experimental é capaz de medir a condutividade num tecido – a lembrança de um fato científico simples, o que coloca a questão no nível 1.

Os resultados da questão Roupas 2 estão apresentados, novamente para os três países e para o conjunto, na Tabela 10. Os alunos brasileiros apresentam um percentual de acerto inferior a 50%. Isso não é inesperado para quem conhece as escolas no país, com poucos laboratórios e reduzido número de atividades práticas em ciências.

QUESTÃO 2: ROUPAS

Que instrumento de laboratório seria apropriado para verificar se o tecido está conduzindo eletricidade?

- A. Voltímetro
- B. Fotômetro
- C. Micrômetro
- D. Detector de Som

Figura 12. A questão Roupas 2 do Pisa de Ciências.

Tabela 10. Os resultados, em percentual das respostas válidas, dos estudantes na questão Roupas 2

	BRASIL	FINLÂNDIA	JAPÃO	(TODOS)
Errado	54,5	5,1	18,9	29,1
Correto	45,5	94,9	81,1	70,9

Pode-se dizer que alunos de 15 anos, no início do ensino médio, têm dificuldades em compreender a diferença entre o que pode ser medido e (de forma simplificada, portanto) pode ser analisado cientificamente, e aparentam desconhecer um instrumento básico de medidas, que está presente em muitos laboratórios de nível técnico e até nas mãos de técnicos que frequentam as casas nas zonas urbanas.

O mesmo tipo de dificuldade é observado na questão 70 da prova azul de Ciências da Natureza do Enem 2011, apresentada na Figura 13. A questão

pergunta como é possível fazer acender uma lâmpada ligando uma bateria, a lâmpada e um fio. As conexões a serem feitas indicam que são possíveis as ligações 1, 3 e 7, ou resposta D, que é assinalada por 34% dos concluintes do ensino médio em 2011. No entanto, da Tabela 11, observa-se um número muito grande (28%) dos estudantes escolhendo a resposta C, na qual é colocada a ligação 5, em que o fio é ligado no vidro da lâmpada, como uma possível para acender a lâmpada, e a reposta A (25%), na qual os polos positivo e negativo da bateria são ligados no mesmo metal da base da lâmpada. Escolhem como ligação que possibilita acender a lâmpada a mostrada na imagem 5, em que o fio está conectado ao vidro da lâmpada, 40% dos estudantes (Lopes, 2015). Este resultado indica novamente que os estudantes estão pouco habituados a lidar com situações cotidianas envolvendo circuitos elétricos em nossas vidas.

QUESTÃO 70

Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:

GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. Instalação Elétrica: investigando e aprendendo. São Paulo: Scipione, 1997 (adaptado).

Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

- A (1), (3), (6)
- B (3), (4), (5)
- C (1), (3), (5)
- D (1), (3), (7)**
- E (1), (2), (5)

Figura 13. A questão 70 da prova azul de Ciências da Natureza do Enem 2011

Tabela 11. As escolhas feitas pelos alunos concluintes do ensino médio em 2011 para a questão 70 da prova de Ciências da Natureza do Enem 2011

ALTERNATIVA	% DO TOTAL
A	24,9
B	6,5
C	27,7
D	34,2
E	6,3
Branco	0,3
Inválido	0,2

EVIDÊNCIA: os estudantes de 15/16 anos de idade têm dificuldade para responder questões simples que revelam alguma familiaridade com atividades práticas e com o conhecimento de instrumentos de medida. Ao final do ensino médio, essa dificuldade persiste, indicando a pouca ênfase em trabalhos práticos e atividades laboratoriais no processo de ensino e aprendizagem em Física, pelo menos no que se refere a circuitos elétricos.

Uma das competências necessárias aos estudantes que pretendem desenvolver atividades na área de ciências exatas, da saúde e tecnologia, é a de resolver problemas que envolvem conectar informações, mobilizar diferentes informações para obter uma informação. Uma das questões apresentadas na prova de Ciências da Natureza do Enem 2009 possibilita avaliar a dificuldade em resolver problemas que exigem a conexão entre múltiplas informações e conhecimentos. Na Figura 14, apresenta-se esta questão.

Questão 17

O Brasil pode se transformar no primeiro país das Américas a entrar no seleto grupo das nações que dispõem de trens-bala. O Ministério dos Transportes prevê o lançamento do edital de licitação internacional para a construção da ferrovia de alta velocidade Rio-São Paulo. A viagem ligará os 403 quilômetros entre a Central do Brasil, no Rio, e a Estação da Luz, no centro da capital paulista, em uma hora e 25 minutos.

Disponível em: <http://oglobo.globo.com>. Acesso em: 14 jul. 2009.

Devido à alta velocidade, um dos problemas a ser enfrentado na escolha do trajeto que será percorrido pelo trem é o dimensionamento das curvas. Considerando-se que uma aceleração lateral confortável para os passageiros e segura para o trem seja de 0,1 g, em que g é a aceleração da gravidade (considerada igual a 10 m/s^2), e que a velocidade do trem se mantenha constante em todo o percurso, seria correto prever que as curvas existentes no trajeto deveriam ter raio de curvatura mínimo de, aproximadamente,

- A 80 m.
- B 430 m.
- C 800 m.
- D 1.600 m.
- E 6.400 m.

Figura 14. A questão 17 da prova azul de Ciências da Natureza do Enem 2009

O modelo para as questões do Enem contém um texto base (o texto inicial, mencionando a possibilidade de construção do trem bala e as informações para a resolução do problema), uma pergunta (qual deve ser o raio de curvatura?) e um conjunto de alternativas, uma correta e 4 incorretas.

A resposta correta a esta questão está apresentada na letra E.

A resolução exige um conjunto de passos cognitivos: o estudante deve *lembrar* um conhecimento disciplinar de física (qual é a expressão para a aceleração centrípeta num movimento curvilíneo), *calcular* a velocidade (da definição deslocamento / intervalo de tempo), *modificar unidades* para que elas sejam comparáveis (hora e minutos para segundos), *compreender* uma informação contida no texto (máxima aceleração 0,1 g corresponde a 1 metro por segundo ao quadrado) e deve utilizar todas essas afirmações com uma manipulação algébrica. O conhecimento disciplinar específico (aceleração em movimentos circulares) está presente em praticamente todos os livros didáticos brasileiros do nível médio. Mas a questão é muito difícil, mesmo em nível universitário: é quantitativa, exige conhecimento disciplinar, interpretação de texto, raciocínio lógico – e conexões.

O percentual de escolha dentre as diferentes alternativas para os alunos concluintes do ensino médio em 2009 está indicado na Tabela 12. O percentual de acertos nesta questão foi extremamente baixo, de 5,7%.

Tabela 12. O percentual de escolha entre as alternativas oferecidas na questão para os alunos que concluíram o ensino médio em 2009 – questão 17 da prova azul de Ciências da Natureza do Enem 2009

ALTERNATIVA	% DO TOTAL
A	22,8
B	27,4
C	25,1
D	18,6
E	5,7
Branco	0,3
Inválido	0,1

Na Figura 15, está apresentada a curva característica deste item, revelando que a questão apresenta um índice de dificuldade bastante alto, da ordem de 800 pontos (3 desvios padrão acima da média) e que o modelo matemático de ajuste (modelo logístico de 3 parâmetros) está, para os altos escores, pouco adequado aos valores empíricos — o percentual de alunos na faixa considerada que acertam a questão (Gonçalves Jr., 2014).

Esses resultados indicam algo curioso: a alternativa correta foi assinalada por 6% dos estudantes e as demais alternativas foram quase que igualmente escolhidas. Para entender o que ocorreu com esta questão, apresentou-se, em ambiente escolar, esta questão a cerca de 230 alunos, do ensino médio (escolas pública e privada) e do ensino superior (alunos do primeiro ano de cursos de ciência e tecnologia da UFRJ), com a solicitação que eles explicassem ou justificassem a escolha da alternativa. Os resultados, que foram apresentados em trabalho de conclusão de curso de licenciatura em Física (Duarte, 2013) revelaram a dificuldade de resolução; mas curiosamente, os alunos de uma turma de escola pública estadual apresentaram como justificativa para a escolha (incorreta em toda a turma) o fato de não terem estudado o assunto, mas que certamente 6400 m para o raio de uma curva seria um valor excessivo. Os alunos da UFRJ, mesmo já tendo estudado o tema sobre aceleração em movimentos circulares no curso universitário, continuaram tendo dificuldades na resolução.

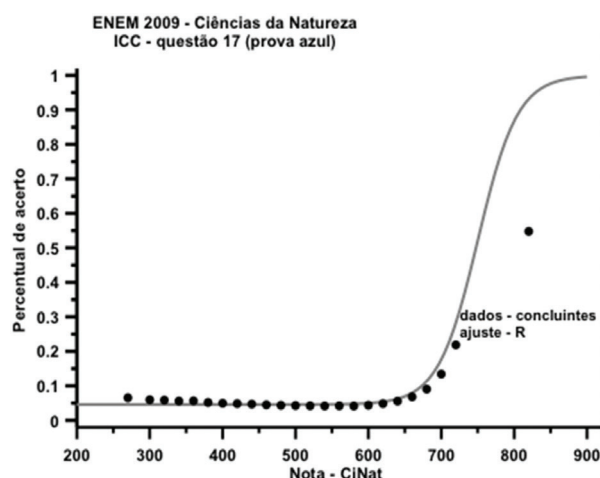


Figura 15. A curva característica da questão 17 da prova azul de Ciências da Natureza do Enem 2009

EVIDÊNCIA: os estudantes ao final do ensino médio apresentam dificuldade maior com questões que envolvem cálculos quantitativos, e principalmente com questões que envolvem raciocínios cognitivos mais complexos, típicos de resolução de problemas.

AS EVIDÊNCIAS SOBRE O QUE É APRENDIDO: OBSERVAÇÕES EM NÍVEL SUPERIOR

As evidências apresentadas até aqui se restringem às avaliações realizadas com estudantes da educação básica. Mas os professores de cursos universitários de ciência e tecnologia (os cursos STEM) já notam e relatam, há vários anos, dificuldades de ensino e aprendizagem de seus alunos. Alguns exemplos, todos correspondentes a comunicações privadas de professores, são mencionados a seguir.

Na Figura 16, mostra-se uma questão aplicada em uma disciplina de primeiro ano de curso universitário na área de ciências exatas. A questão pretende avaliar exclusivamente a compreensão do conceito de velocidade entre os alunos; sabe-se que conceitos associados a taxas de variação — velocidade, aceleração, entre outros — são de difícil aprendizagem (Arons, 1997). Na Tabela 13, mostra-se o percentual de escolha das alternativas a esta questão para uma turma específica (com cerca de 50 alunos) após a instrução; resultados similares são obtidos em outras turmas, compondo uma amostragem grande. A resposta correta (deslocamento de 6 km num intervalo de tempo de 1 hora) foi escolhida por 72% dos alunos. Mas o surpreendente é que não tenha sido escolhida por todos, alunos da área das ciências exatas em um curso universitário. Há, surpreendentemente, um grupo de 13% que assinala o valor da velocidade como sendo a divisão entre o valor da posição final pelo instante final.

Um corredor está sobre uma pista retilínea e horizontal, movendo-se com velocidade constante. Ao passar pela marca de 2 km, seu relógio marca 1 hora. Ao passar pela marca de 8 km, seu relógio marca 2 horas. O valor do módulo de sua velocidade é:

- (i) 6 km/h.
- (ii) 2 km/h.
- (iii) 4 km/h.
- (iv) 5 km/h.
- (v) Não sei.

Figura 16. Uma questão sobre o conceito de velocidade em uma dimensão (cinemática elementar)

Tabela 13. A escolha das alternativas a esta questão por alunos do primeiro ano do curso universitário na área STEM

ALTERNATIVA	% DO TOTAL
(i)	72%
(ii)	3%
(iii)	13%
(iv)	5%
(v)	7%

Na Tabela 14, apresentam-se as alternativas de resposta a uma pergunta feita a cerca de 1000 estudantes de disciplina do primeiro período de curso de graduação na UFRJ da área STEM, durante um período de 8 anos consecutivos, em atividades individuais on-line, com o correspondente percentual de escolha da alternativa.

Estas e outras questões similares apenas reforçam o quadro revelado pelas dificuldades observadas em avaliações da educação básica, com o agravante de serem questões conceituais, de conceitos bastante simples e que já deveriam estar dominados por estudantes neste nível de ensino. No entanto, a literatura da área de pesquisa em ensino de física revela que em ciclos básicos universitários, a aprendizagem dos conceitos parece ser mais difícil do que a aprendizagem de resolução de exercícios (Arons, 1997; McDermott, 1991). Um exemplo particular traz à tona a importância da discussão da formação de professores no país, e em particular da componente do conhecimento do professor associado ao conhecimento disciplinar específico. Na Figura 17, apresenta-se uma questão tradicional da área de pesquisa em ensino de física (Arons, 1997; pág. 41) estudada para investigar a confusão entre as ideias de posição e velocidade em representações gráficas. Esta questão foi aplicada a professores em exercício (cerca de 1800) em uma prova de acesso a

Tabela 14. Uma questão apresentada a cerca de 1000 estudantes universitários de primeiro ano de curso da área STEM durante anos sucessivos

Uma bola é lançada verticalmente para cima. No ponto mais alto de sua trajetória,	
(A) sua aceleração é nula, e sua velocidade é não nula.	4,6 %
(B) sua velocidade e aceleração são nulas.	56,1 %
(C) sua velocidade é nula, mas a aceleração não é nula.	38,5 %
(D) nada podemos afirmar sobre a aceleração, pois não temos nenhuma informação sobre as velocidades.	0,5 %
(E) nenhuma das respostas anteriores está correta.	1,0 %

um curso de pós-graduação. Em outras palavras, foi avaliada a capacidade de compreensão do conceito de velocidade em formulação gráfica, assunto abordado em todos os cursos dos anos iniciais do ensino superior na área STEM e também em livros didáticos do ensino médio.

O resultado da aplicação desta questão revelou-se surpreendente e de acordo com as evidências apresentadas da aprendizagem dos alunos da educação básica. Metade das respostas indicam a não compreensão das informações contidas no

gráfico, com a confusão ao associar o fato de existir coincidência entre duas posições no gráfico e isso corresponder à coincidência entre duas velocidades. Ou seja, a compreensão e interpretação de conceitos e ideias apresentadas em formato de gráficos é bastante difícil, até mesmo para professores em exercício na educação básica. O paralelismo entre as dificuldades dos alunos e dos professores já foi objeto de estudo na pesquisa sobre a formação de professores na área de Matemática (Marques, 2008).

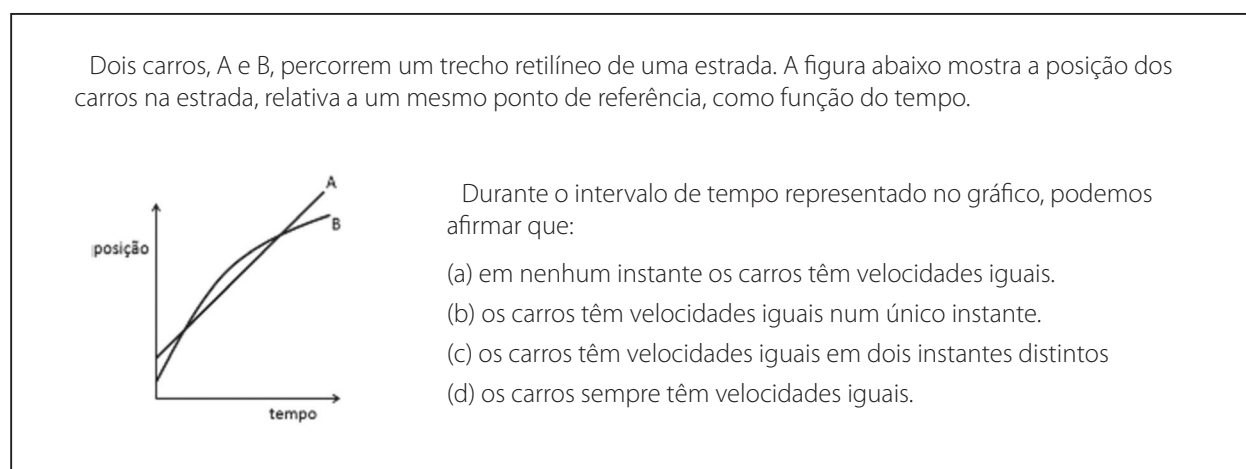


Figura 17. Questão de investigação relativa à compreensão do conceito de velocidade (Arons, 1997)

Tabela 15. Percentual de escolha das alternativas apresentadas por professores em exercício

ALTERNATIVA	%TOTAL
A	17,8
B	30,6
C	50,0
D	1,6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração de um diagnóstico mais preciso sobre a aprendizagem no ensino médio no país é possível, com o estudo de avaliações em larga escala cujos dados estão disponíveis, em particular do Pisa e do Enem, e de constatações feitas por professores em sala de aula (no ensino médio e superior).

AS EVIDÊNCIAS AQUI APRESENTADAS SÃO:

- o país não possui, dentre os jovens de 15/16 anos, um grupo que constitua a futura geração de cientistas e técnicos necessário para seu adequado desenvolvimento científico e tecnológico;
- os jovens de 15/16 anos revelam dificuldades de leitura, não conseguindo concluir uma prova com textos longos;
- os jovens ao concluírem o ensino médio apresentam diferenças de desempenho em função de gênero (o desempenho feminino é mais fraco) e em função do tipo de escola frequentado (na rede pública estadual, na qual estuda a imensa maioria da população brasileira, o desempenho é mais fraco);
- os estudantes de 15/16 anos de idade têm dificuldade com a interpretação de informações

fornecidas em forma gráfica, e os estudantes brasileiros têm dificuldade maior do que a dos estudantes de outros países; ao final do ensino médio, essa dificuldade, de conectar informações apresentadas em diferentes formatos que envolvem gráficos e imagens, persiste de forma muito relevante, impactando nas condições de compreensão da realidade;

- os estudantes de 15/16 anos de idade têm dificuldade em responder questões simples que revelem alguma familiaridade com atividades práticas e com o conhecimento de instrumentos de medida; ao final do ensino médio, essa dificuldade persiste, indicando a pouca ênfase em trabalhos práticos e atividades laboratoriais no processo de ensino e aprendizagem em Física, pelo menos no que se refere a circuitos elétricos;
- os estudantes ao final do ensino médio apresentam dificuldade maior com questões que envolvem cálculos quantitativos, e principalmente com questões que envolvem raciocínios cognitivos mais complexos, típicos de resolução de problemas.

Essas evidências iniciais permitem inferir algumas das ações necessárias.

- reforçar a capacidade de leitura, tanto de textos verbais quanto de textos imagéticos, particularmente gráficos;
- aumentar a participação das atividades de caráter prático e laboratorial nas escolas na área de ciências exatas, dando condições para que se estabeleça uma cultura de “fazer” atividades e não apenas “ler” sobre elas;
- melhorar os processos de ensino para que habilidades como as de resolução de problemas e construção de raciocínios lógicos e argumentativos tornem-se mais presentes na população em geral.

Também é importante observar a necessidade de valorizar a carreira docente: a rede pública federal possui uma carreira estabelecida para seus docentes da educação básica, ao contrário das demais. Talvez isso explique os resultados dos estudantes da rede federal aqui descritos. Uma maior valorização social do trabalho do professor, a existência de melhores

condições de trabalho nas escolas e a oferta de salários adequados para que o professor possa dedicar-se mais a uma ou poucas escolas deveriam ser prioridades na educação básica.

Um outro ponto nevrálgico é a necessidade de melhoria da formação disciplinar específica dos professores na área de ciências. E, para isso, a universidade e o ambiente acadêmico têm muito a contribuir, principalmente valorizando as licenciaturas e participando mais ativamente das discussões sobre a formação do professor e sobre os currículos. Junto a essa melhoria na formação disciplinar específica, é importante estabelecer condições de uma adequada inserção desta formação na prática docente supervisionada dos futuros professores.

Esse trabalho indica que é possível apontar caminhos para a melhoria da situação da aprendizagem no ensino médio. Esses caminhos devem ser pensados a partir das evidências obtidas, tanto nas avaliações disponíveis quanto nas reflexões dos professores envolvidos com as atividades de sala de aula, tanto na educação básica quanto no ensino superior.

AGRADECIMENTO

Este trabalho contou com a colaboração, na aquisição e análise dos dados do Enem e do Pisa, de G. Rubini, M.S.O. Massunaga e outros; nas reflexões sobre a formação de professores, de L. C. Guimarães. O financiamento parcial das diversas atividades desenvolvidas foi da CAPES – Edital Observatório da Educação 2010.

REFERÊNCIAS

- S. K. ABELL. *Research on Science Teacher Knowledge*. In S.K. Abell e N. G. Lederman, *Handbook of Research on Science Education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. 2007
- A. B. ARONS, *Teaching Introductory Physics*. Washington: John Wiley & Sons, 1997.
- D. L. BALL, M. H. THAMES e G. PHELPS. *Content Knowledge for Teachers: What Makes It Special?* *Journal of Teacher Education*, vol. 59, No. 5 (Nov./Dec. 2008), pp 389-407.

- M. F. BARROSO, G. RUBINI e M. S.O. MASSUNAGA. *Nota Técnica LIMC 01/2015: Estudo dos Resultados do ENEM: O Desempenho Global dos Estudantes Concluintes na Prova de Ciências da Natureza nos Exames de 2009 a 2012*. Disponível em <http://www.if.ufrj.br/~marta/limc-notastecnicas/>, consultada em 15/05/2015.
- E.D. BRITTON e S.A. SCHNEIDER. *Large-Scale Assessments in Science Education*. In S. K. Abell e N.G. Lederman (ed.), *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah: Laurence Erlbaum Associates, Publishers, 2007, p. 1007-1040.
- N. BROOKE. *O futuro das políticas de responsabilização educacional no Brasil*. Cadernos de Pesquisa, v. 36, n. 128, maio/ago. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15742006000200006>. Consultado em 28/05/2011.
- L. P. A. A. DUARTE. *Estudo de um item do ENEM 2009*. Trabalho de conclusão de curso de Licenciatura em Física, UFRJ, 2013.
- B. A. Gatti (coord.) e E. S. DE SÁ BARRETO, *Professores do Brasil: impasses e desafios*. UNESCO, 2009. Disponível em <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001846/184682por.pdf>, consultado em 03/10/2015.
- W. P. GONÇALVES JR. *Avaliações em Larga Escala e o Professor de Física*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2012.
- W. P. GONÇALVES JR. e M. F. BARROSO. *As questões de física e o desempenho dos estudantes no Enem*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 1, 1402 (2014).
- R. HAMBLETON, R. SWAMINATHAN e H.J. ROGERS. *Fundamentals of Item Response Theory*. Newbury Park: SAGE Publications, 1991.
- J. C. LOPES. *As questões de física do Enem 2011*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2015.
- E. O. MARQUES, *Resultados dos testes de larga escala: um ponto de partida para ações de formação continuada de professores em matemática*. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Ensino de Matemática da UFRJ, 2008.
- L. C. MCDERMOTT. Millikan Lecture 1990: *What we teach and what is learned – Closing the gap*. American Journal of Physics vol. 59, número 4, pg. 301-315. 1991
- J. MERVIS. *Transformation is possible if universities really care*. Special Section: Grand Challenges in Science Education. Science, vol 340, April 14, 2013, p. 292-296.
- L. S. SHULMAN. *Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching*. Educational Researcher, vol. 15, No. 2 (Feb., 1986), pg. 4-14.

DESAFIOS E SOLUÇÕES PARA O ENSINO MÉDIO NO BRASIL

Mozart Neves Ramos

Instituto Ayrton Senna (IAS)

Não se pode deixar de reconhecer os inúmeros esforços que os governos, nas suas três esferas, vêm promovendo para melhorar a oferta educacional em nosso país. Isso pode ser percebido no que se refere, por exemplo, ao acesso, ao financiamento e ao banco de informações e dados disponíveis, seja por meio do Censo Escolar ou através dos sistemas de avaliação implantados. Hoje sabemos a situação de cada escola brasileira. Um sistema complexo, diversificado e de tamanho continental. Apesar desses esforços, os números mostram que o Ensino Médio é, sem dúvida, o maior desafio.

A fotografia desta última etapa da Educação Básica é, de fato, muito preocupante, tanto em eficiência, aferida pela elevada taxa de abandono, como em aprendizagem escolar. Hoje, apenas 50% dos jovens de 19 anos terminam o Ensino Médio (sendo que 91% dos concluintes não aprenderam o que seria esperado em Matemática).

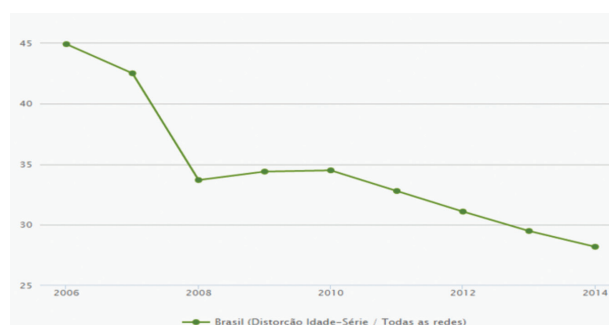
Estes dois aspectos podem ser melhor visualizados através das Tabelas 1 e 2 e das Figuras 1 e 2. Na Tabela 1, é possível verificar a taxa de abandono e o custo associado na etapa do Ensino Médio. Para comparação, também são apresentados os dados relativos às duas etapas do Ensino Fundamental – anos iniciais e finais. Pelos números, é possível constatar que a taxa de abandono escolar cresce ao longo das três etapas, atingindo o ápice no Ensino Médio, com 671.600 alunos abandonando a escola ao longo do ano, o que gera um custo associado de R\$ 3.724.693.600,00. No total das três etapas, o Brasil perde a cada ano por abandono escolar R\$ 7.182.894.000,00! Por outro ângulo do problema, considerando o número de segundos em um ano, significa que a cada 24 segundos um aluno abandona a escola no Brasil!

Tabela 1. Taxas de abandono escolar e custo aluno/ano nos ensinos fundamental e médio

ETAPA DA EDUCAÇÃO BÁSICA	Nº DE MATRÍCULAS (MILHÕES)	TAXA DE ABANDONO ESCOLAR	Nº DE ABANDONOS	CUSTO ALUNO/ANO (R\$)	CUSTO COM O ABANDONO (R\$)
ENSINO FUNDAMENTAL ANOS INICIAIS	13,2	1,3%	171.600	5.519,00	947.060.400,00
ENSINO FUNDAMENTAL ANOS FINAIS	11,5	4,0%	460.000	5.459,00	2.511.140.000,00
ENSINO MÉDIO	7,3	9,2%	671.600	5.546,00	3.724.693.600,00
TOTAL	32,0	4,1%	1.303.200	5.504,00	7.182.894.000,00

(Fonte: Censo Escolar para as taxas de matrícula e de abandono e custo aluno/ano: Estimativa do Investimento Público Direto em Educação por Estudante, com Valores Atualizados para 2013 pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA)/INEP-MEC).

A elevada taxa de abandono escolar no Ensino Médio de 9,2% reflete-se numa elevada taxa de distorção idade-série, não obstante a queda importante que vem ocorrendo ao longo dos anos, conforme pode ser visto na Figura 1. Por exemplo, em 2006, essa taxa era de 45%, e atualmente se encontra em 28% — o que ainda é bastante significativo.

**Figura 1.** Taxa de distorção idade-série – Ensino Médio

(Fonte: Observatório do PNE/Todos pela Educação - www.opne.org.br).

Além da elevada taxa de abandono escolar no Ensino Médio, o percentual de alunos que concluem essa última etapa da Educação Básica com aprendizado

adequado em Língua Portuguesa e Matemática é muito baixo, como pode ser visto na Tabela 2. Para comparação, são também fornecidos os percentuais relativos ao ano de 1999. Como é possível verificar, não só os percentuais são baixíssimos, especialmente em Matemática, como também são menores do que aqueles de 1999! Em Matemática, de cada 100 alunos que concluíram o Ensino Médio em 2013, apenas 9 aprenderam o que seria esperado ao final dessa etapa — que é a última da Educação Básica. Em 1999, esse número era 12. Em Língua Portuguesa, os resultados são um pouco melhores, mas nada que possa ser comemorado. Além disso, mantêm-se estáveis.

Tabela 2 Percentual de alunos com aprendizado adequado em Língua Portuguesa e Matemática no 3º ano do Ensino Médio

ANO	LÍNGUA PORTUGUESA	MATEMÁTICA
1999	28%	12%
2013	27%	9%

(Fonte: Todos pela Educação - www.todospelaeducacao.org.br)

Uma forma de integrar o fluxo escolar com a aprendizagem veio através da criação do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) no contexto do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), lançado pelo Ministério da Educação em 2007. A partir da criação do Ideb, foi criada uma política de metas para a educação brasileira, permitindo assim que a sociedade pudesse acompanhar não só a situação de cada escola no país, mas também o quão distante essa escola encontra-se da meta prevista para um dado ano. A meta do Ideb para 2013 foi de 3,9, mas o valor alcançado foi de 3,7, ou seja, o Brasil não alcançou a meta prevista, como podemos ver na Figura 2. Também fica claro na Figura 2 que o Ideb do Ensino Médio, nos anos de 2009, 2011 e 2013, encontra-se praticamente estagnado, e o pior, num patamar muito baixo. A meta prevista para 2021 é de 5,5, e caso não haja uma mudança no atual quadro do ensino médio, com certeza não chegaremos lá.

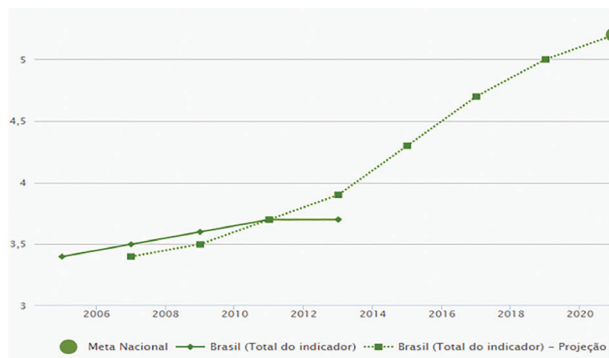


Figura 2. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) – Ensino Médio

(Fonte: Observatório do PNE/Todos pela Educação - www.opne.org.br).

Além do fluxo escolar e da aprendizagem, outro desafio do Ensino Médio refere-se ao acesso. Apesar do crescimento desse indicador ao longo dos últimos anos (como mostra a Figura 3), a taxa líquida de matrícula no Ensino Médio (percentual de alunos matriculados de 15 a 17 anos em relação à população total com essa faixa etária) é ainda muito baixa. O percentual atual é de apenas 59% — encontrando-se muito longe da meta prevista para 2021, indicada pelo círculo cheio (●).

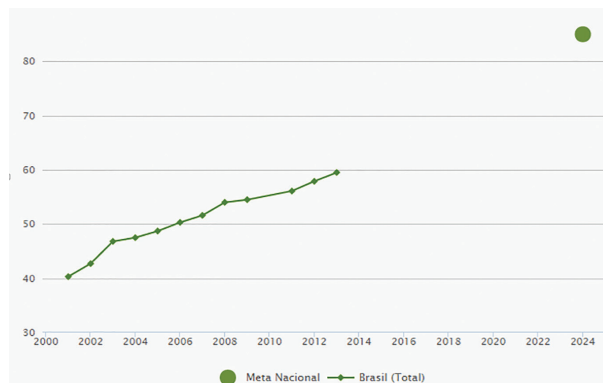


Figura 3. Porcentagem de jovens de 15 a 17 anos matriculados no Ensino Médio – Taxa líquida de matrícula

Fonte: Observatório do PNE/Todos pela Educação (www.opne.org.br)

É preciso reconhecer que parte do problema do Ensino Médio já começa nos anos finais do Ensino Fundamental. As Tabelas 1 e 3 apontam para essa constatação, conforme é possível conferir nos dados de abandono escolar e também de aprendizagem.

Tabela 3

Percentual de alunos com aprendizado adequado em língua portuguesa e matemática no 9º ano do ensino fundamental

ANO	LÍNGUA PORTUGUESA	MATEMÁTICA
1999	19%	13%
2013	29%	16%

(Fonte: Todos pela Educação - www.todospelaeducacao.org.br).

No Ensino Fundamental – anos finais –, os resultados em Matemática seguem perfil muito similar àqueles do Ensino Médio: estagnação e patamares muito baixos. Em 2013, de cada 100 alunos que concluíram o Ensino Fundamental, apenas 16 apresentaram o aprendizado esperado em Matemática. Em outras palavras, os alunos já chegam ao Ensino Médio com elevados déficits de aprendizagem. Em Língua Portuguesa, a situação também se repete, embora com níveis um pouco melhores.

É preciso ainda ressaltar que nessa etapa da Educação Básica – anos finais dos Ensino

Fundamental – há um desafio adicional. Em todos os estados brasileiros, a oferta desta etapa é de responsabilidade de ambos – estado e municípios –, o que torna essencial que se estabeleça um regime de colaboração, de forma que os alunos, sejam eles da rede estadual ou municipal, concluam esta etapa com os mesmos direitos de aprendizagem para ingressar no ensino médio (este, de responsabilidade dos estados).

A Figura 4, por sua vez, mostra de forma esquemática o quadro do fluxo escolar ao longo dos anos iniciais do Ensino Fundamental, passando pelos anos finais e chegando ao final do Ensino Médio. Um ponto que chama atenção são os gargalos das transições, de uma etapa para outra.

O fluxo escolar é aqui retratado por um cilindro nos anos iniciais do Ensino Fundamental e por dois cones nos anos finais desta etapa e no Ensino Médio. Retrata não só a ineficiência do sistema – já analisada,

mas os gargalos de transição entre estas etapas da Educação Básica. Os cones refletem as altas taxas de abandono escolar ao longo dos anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio, diferentemente do que ocorre nos anos iniciais do Ensino Fundamental. É também possível verificar nessa figura o acúmulo de alunos no primeiro ano de cada etapa dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, ou seja, no 6º ano dos anos finais e no 1º ano do Ensino Médio.

ESCASSEZ DE PROFESSORES

Possivelmente, um dos principais desafios para alavancar os resultados, em escala, no Ensino Médio no Brasil, é resolver o problema da escassez de professores. É um problema que se agrava ainda mais em disciplinas como Química e Física, como veremos a seguir. Além disso, um percentual importante dos docentes dá aulas em disciplinas diferentes de suas áreas de formação. Assim, não foi à toa que o Plano Nacional de Educação (PNE) dedicou uma meta específica para enfrentar esse problema – a Meta 15.

Dados do Observatório do PNE do Todos pela Educação revelam, por exemplo, que, em considerando todas as disciplinas, apenas 33% e 48% dos que ensinam nas séries finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, respectivamente, têm a formação na licenciatura na área em que atuam (Tabela 4).

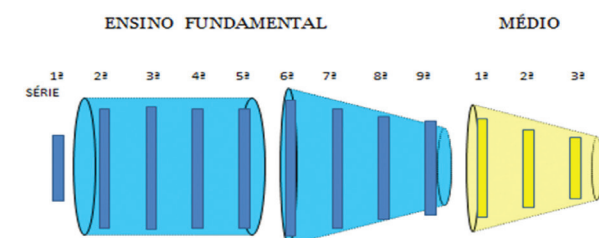


Figura 4. Fluxo escolar

Tabela 4. Porcentagem de professores da Educação Básica com curso superior, de professores dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio que tem licenciatura na área em que atuam (2013)

PAÍS/REGIÃO	% DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA COM CURSO SUPERIOR	% DE PROFESSORES DOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL QUE TEM LICENCIATURA NA ÁREA EM QUE ATUAM	% DE PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO QUE TEM LICENCIATURA NA ÁREA EM QUE ATUAM
Brasil	75%	33%	48%
Sul	82%	51%	58%
Sudeste	83%	53%	58%
Centro-Oeste	87%	36%	40%
Nordeste	60%	18%	34%
Norte	66%	18%	45%

(Fonte: MEC/Inep/DEED/Censo Escolar (2013)/Preparação: Todos Pela Educação - www.opne.org.br).

Claramente se observa que o problema, em todos os três itens considerados, é mais acentuado nas regiões Nordeste e Norte, exatamente locais cujos indicadores educacionais são mais graves, tanto do ponto de vista de desempenho, como de abandono escolar.

Dos 613.744 professores que atuam no Ensino Médio, por exemplo, apenas 48,3% (ou 296.597 professores) dão aulas nas disciplinas para as quais de fato foram formados. Em outras palavras, 51,7% dão aulas em disciplinas para as quais não tiveram a formação específica, como podemos ver na Tabela 5.

As duas disciplinas mais críticas são Química e Física, cuja situação é mostrada na Tabela 6. Em Química, podemos observar que dos 45.619 professores que lecionam no Ensino Médio, apenas 15.364 foram de fato formados nesta área do conhecimento. Em Física, o problema é ainda maior. Dos 50.802 professores que dão aulas nesta disciplina no Ensino Médio, apenas 9.742 deles tiveram, de fato, formação específica nesta disciplina, o que corresponde a 19,2%. A Meta 15 do PNE é, portanto, um grande desafio para o país!

Tabela 5. Porcentagem de professores do Ensino Médio que tem licenciatura na área em que atuam

ANO	TOTAL	COM SUPERIOR	COM LICENCIATURA		COM LICENCIATURA NA ÁREA EM QUE ATUA		
2009	479.471	89,9%	431.228	39,1%	187.605	21,0%	100.561
2010	492.577	89,7%	441.837	40,7%	200.570	22,1%	108.930
2011	621.103	91,4%	567.906	69,9%	434.408	41,7%	258.976
2012	602.866	94,1%	567.223	77,8%	469.020	47,2%	284.719
2013	613.744	95,3%	584.913	77,9%	478.224	48,3%	296.597

(Fonte: MEC/Inep/DEED/Censo Escolar (2013)/Preparação: Todos Pela Educação - www.opne.org.br).

Tabela 6. Percentual de professores de Química e Física no Ensino Médio possuindo diploma de nível superior e com licenciatura na disciplina que leciona

DISCIPLINA: QUÍMICA							
ANO	TOTAL	COM SUPERIOR		COM LICENCIATURA		COM LICENCIATURA EM QUÍMICA	
2009	42.366	86,5%	36.629	33,5%	14.188	13,7%	5.824
2010	42.900	86,4%	37.050	36,1%	15.494	15,4%	6.603
2011	46.408	89,8%	41.678	64,5%	29.936	29,2%	13.565
2012	44.380	93,1%	41.307	71,6%	31.793	32,7%	14.511
2013	45.619	94,3%	43.039	71,4%	32.558	33,7%	15.364

DISCIPLINA: FÍSICA							
ANO	TOTAL	COM SUPERIOR		COM LICENCIATURA		COM LICENCIATURA EM FÍSICA	
2009	47.516	86,8%	41.228	35,5%	16.876	6,7%	3.163
2010	47.799	86,4%	41.276	37,7%	18.034	7,7%	3.664
2011	51.905	90%	46.740	65,6%	34.073	16,6%	8.631
2012	50.433	92,9%	46.866	74%	37.329	18,1%	9.147
2013	50.802	94,6%	48.056	73,9%	37.523	19,2%	9.742

(Fonte: MEC/Inep/DEED/Censo Escolar (2013) / Preparação: Todos Pela Educação - www.opne.org.br).

DOIS CASOS DE SUCESSO

Diante dos dados apresentados acima, fica evidente que o país precisa oferecer, em escala, no sentido da universalização da oferta, uma escola de qualidade para nossos jovens. Isso demanda uma escola que dialogue com seu mundo (o do século 21) e o acolha com paixão — professores bem-formados, motivados, valorizados, que se façam respeitar, alinhados a um currículo que responda aos desafios impostos por esses novos tempos de mudanças exponenciais, não mais lineares. Isso exige coragem e ousadia para pensar “fora da caixa”. Não adianta mais produzir reformas curriculares sem ouvir os jovens, o que eles pensam, o que querem e o que sonham. Hoje oferecemos uma escola que não está em sintonia com o mundo juvenil. O atual Ensino Médio prioriza o excesso de disciplinas em detrimento da criação e da experimentação.

Não dá mais para pensar o futuro desses jovens olhando apenas pelo retrovisor. As discontinuidades tecnológicas têm sido dramáticas e não estamos sendo capazes de captá-las na velocidade do mundo juvenil. O currículo da nova escola deve estar articulado com essas mudanças, saindo do formato rígido para o flexível. Os jovens não são iguais e deveríamos permitir-lhes a flexibilidade de escolher aquilo que gostariam de estudar e aprender. Além disso, existem diferenças importantes de perfil entre o jovem que

curse o Ensino Médio diurno e aquele do noturno, como veremos mais adiante.

Os dois casos de sucesso que escolhemos para apresentar nesse ensaio nos mostra que existe saída para o Ensino Médio, mas se aplicam ao aluno do diurno em escola de tempo integral com educação integral. Esse pode ser um dos caminhos para a grave crise do Ensino Médio diurno no Brasil. Alguns podem dizer, por outro lado, que a escola em tempo integral é cara. A resposta, contudo, está numa celebre afirmação de Derek Bok (ex-presidente da Universidade Harvard): “se você acha a educação cara, experimente a ignorância”.

A experiência de Pernambuco

Trata-se de uma iniciativa que surgiu em 2005 no estado de Pernambuco, em parceria com o Instituto de Corresponsabilidade pela Educação (ICE). Desde então, vem melhorando de forma expressiva a qualidade e a eficiência do Ensino Médio. O Programa, hoje conhecido como Escolas de Referência de Ensino Médio – EREM –, ganhou escala a partir de 2007, o que permitiu produzir um impacto significativo em termos de aprendizagem e de evasão escolar, no conjunto da rede estadual de ensino de Pernambuco. A partir deste mesmo ano, o governo também ampliou as escolas técnicas de tempo integral e criou um conjunto de escolas

com tempo semi-integral, que oferecem em apenas alguns dias da semana aulas em tempo integral. Os resultados são mostrados na Figura 5, nos quais claramente podemos verificar o melhor desempenho das escolas de tempo integral e das escolas técnicas em tempo integral frente aos outros dois modelos. Esses resultados são evidenciados a partir do Índice de Desenvolvimento da Educação de Pernambuco (Idepe), cujos resultados são extraídos da própria avaliação realizada pelo governo do estado, que tem uma forte similaridade com o Ideb.

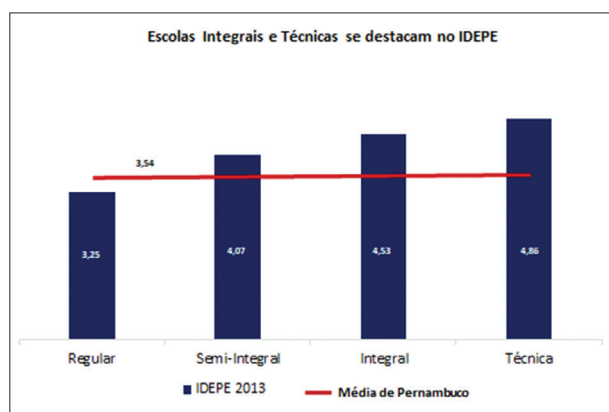


Figura 5. Escolas Integrais e Técnicas se destacam no IDEPE (Fonte: Secretaria de Educação de Pernambuco).

A rede de ensino estadual de Pernambuco, pela segunda vez consecutiva (2013 e 2014), com base no Censo Escolar, é a de menor abandono escolar no Brasil, como mostra a Figura 6. Além disso, é possível constatar que o abandono escolar da rede vem caindo progressivamente ao longo dos anos.



Figura 6. Pernambuco lidera o ranking nacional com a menor taxa de abandono no Ensino Médio.

(Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP).

O jovem quer uma escola que caiba na vida, e esse modelo de escola consagra tal anseio juvenil, uma vez que promove saltos de aprendizagem em decorrência de um projeto pedagógico inovador. Essa escola promove o associativismo juvenil e o empreendedorismo na formação dos alunos, incluindo todo o material necessário à aprendizagem. Os professores são de tempo integral (pertencem ao quadro de professores de uma única escola), avaliados pelo mérito de seu trabalho em sala de aula e o teto salarial decorre do resultado dessas avaliações. Os diretores são igualmente avaliados mediante indicadores de gestão.

A experiência do Rio de Janeiro

Como falamos anteriormente, não dá mais para pensar o futuro desses jovens olhando apenas pelo retrovisor. Os cenários futuros estão a exigir maior integralidade do ser humano, capaz de alinhar o desenvolvimento cognitivo ao socioemocional ou não-cognitivo, como alguns preferem chamar as tais habilidades para a vida.

E foi com essa concepção que surgiu a política de inovação do Ensino Médio do Rio de Janeiro, implementada pela Secretaria de Estado de Educação (SEEDUC) em parceria com o Instituto Ayrton Senna. Esta parceria contribuiu de forma decisiva para alavancar a posição do Rio de Janeiro no ranking do Ensino Médio brasileiro, colocando-o na 4ª posição, subindo 22 posições de 2009 para 2014. Os impactos são também observados na redução da evasão escolar. Trata-se de uma concepção contemporânea de educação integral, que promove a formação plena do aluno, desenvolvendo competências com aspectos cognitivos e socioemocionais. Um conjunto articulado de macrocompetências norteia o currículo, aproximando a aprendizagem escolar dos desafios atuais e da construção da autonomia do jovem. Dentre as macrocompetências voltadas à construção dessa autonomia destacam-se: autoconhecimento, colaboração, abertura ao novo, responsabilidade, comunicação, pensamento crítico, resolução de problemas e criatividade.

O chamado modelo pleno dessa proposta foi aplicado no Colégio Estadual Chico Anísio, conhecido como CECA, e agora, em 2016, foi estendido para duas novas escolas da rede estadual do Rio de

Janeiro. Os resultados são mostrados nas Figuras 7 e 8. A Figura 7 mostra o desempenho comparativo do CECA em relação à média das escolas de ensino médio do estado para o 1º ano, bimestre a bimestre, tomando como referência os resultados Sistema de Avaliação Saerjinho. A Figura 8, por sua vez, mostra os resultados relativos ao 2º ano do Ensino Médio. Claramente podemos notar o expressivo resultado do CECA frente à média da rede estadual, tanto em Língua Portuguesa quanto em Matemática. Em 2016, quando o modelo CECA passa a ganhar escala, isso deverá levar a um impacto importante no Ideb futuro da rede estadual do Rio de Janeiro.

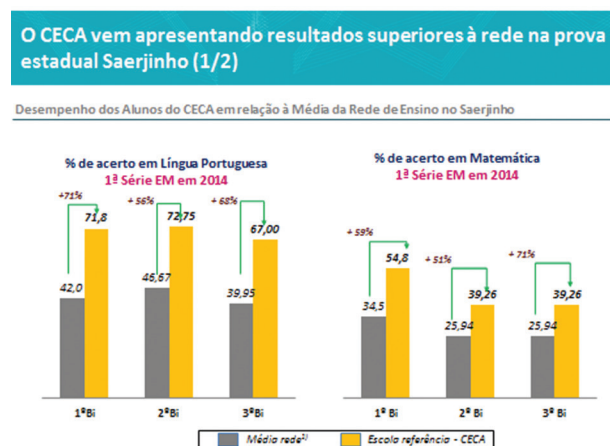


Figura 7. Desempenho dos Alunos do CECA em relação à Média da Rede de Ensino no Saerjinho
(Fonte: Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro e Instituto Ayrton Senna).

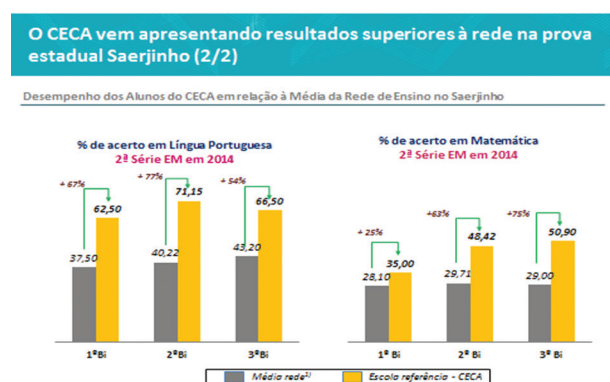


Figura 8 Desempenho dos Alunos do CECA em relação à Média da Rede de Ensino no Saerjinho
(Fonte: Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro e Instituto Ayrton Senna).

Em 2013, o Instituto Ayrton Senna elaborou, em parceria com a OCDE e a SEEDUC, o primeiro instrumento de mensuração de aspectos socioemocionais em larga escala. Esse estudo, que envolveu 25.000 alunos do 5º ano do ensino fundamental, 1º e 3º anos do Ensino Médio, permitiu não apenas identificar o impacto dessas competências nos processos de ensino e aprendizagem, mas também levou ao refinamento da própria metodologia.

Dentre as habilidades socioemocionais analisadas nesse estudo, a tendência de ser organizado, esforçado e responsável (conscienciosidade) revelou ser o mais significativo para o desempenho em matemática, enquanto a abertura a novas experiências e o locus de controle (protagonismo) foram os mais relevantes na determinação do desempenho em língua portuguesa. Cada uma dessas habilidades, quando potencializadas, impactam, em média, o equivalente a 3 meses adicionais de estudo. Outro resultado interessante foi o papel desempenhado pelos pais, independentemente de seu nível de escolaridade. Aqui o estudo revela a importância do incentivo que os pais dão aos filhos para estudar na obtenção de um melhor desempenho escolar. A Figura 9 apresenta um quadro resumido dessa avaliação pioneira no país.



Figura 9. Relação das socioemocionais com resultados cognitivos
(Fonte: Instituto Ayrton Senna).

CONCLUSÃO

Se levarmos em conta os resultados verificados no Ensino Médio de Pernambuco e do Rio de Janeiro, fica evidente que existem soluções para o atual drama do Ensino Médio brasileiro. Contudo são experiências

e resultados exitosos que se aplicam essencialmente aos alunos do Ensino Médio do turno diurno. O drama dos alunos do noturno é ainda maior, como veremos a seguir.

Além dos estados de Pernambuco e de Rio de Janeiro, outro estado que vem mostrando avanços importantes no ensino médio é o estado de Goiás. Os Idebs desses três estados estão expressos na Tabela 7, com os respectivos incrementos em relação àqueles de 2009, quando efetivamente podemos considerar como o primeiro ano retratando, de fato, o impacto de uma gestão por resultados e metas mediante o PDE.

Tabela 7. Ideb dos estados de Pernambuco, Rio de Janeiro e Goiás no período de 2009 a 2013

IDEB	PERNAMBUCO (D)	RIO DE JANEIRO (D)	GOIÁS (D)
2009	3,3	3,3	3,4
2013	3,8 (0,5)	4,0 (0,7)	4,0 (0,6)

(Fonte: Observatório do PNE / Todos Pela Educação - www.opne.org.br).

O Ensino Médio Noturno

A situação do Ensino Médio noturno é ainda um pouco mais complexa. Os alunos do Ensino Médio diurno e noturno possuem perfis muito diferentes, tomando como referência os dados do Censo Escolar de 2010 a 2013, do SAEB de 2013 (Prova ANEB) e do Enem de 2009. Dos 7.247.776 alunos matriculados no Ensino Médio, 67% estudam durante o período diurno e 33% durante o noturno. Nos últimos quatro anos, a proporção de alunos matriculados no período noturno vem diminuindo em média dois pontos percentuais ao ano. Ainda assim, em valor absoluto, o número é muito relevante: 2.370.349 alunos!

Portanto, dadas as restrições do turno noturno, a política de tempo integral não se adequaria. A grande questão que se coloca é: que modelo de escola o país deveria oferecer aos alunos do Ensino Médio noturno?

Os alunos do período noturno são mais velhos e com uma elevada taxa de defasagem idade-série, em decorrência principalmente da alta taxa de abandono escolar. Enquanto a taxa de distorção idade-série é de 33% na rede pública do Ensino Médio, olhando

separadamente para cada turno, chega-se a uma taxa de 23% dos alunos diurnos e 53% dos alunos noturnos. Isso significa que mais da metade daqueles que estudam durante a noite está dois ou mais anos atrasada em relação à idade correta para a série cursada. A diferença pode ser ainda maior olhando por estados. No Acre, por exemplo, a diferença da taxa de distorção idade-série entre os turnos é de 54 pontos percentuais, e 80% dos alunos do curso noturno apresentam essa distorção. No Pará, esse número sobe para 84%, como podemos constatar na Figura 10.

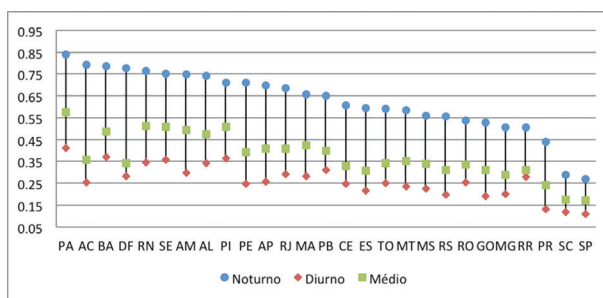


Figura 10. Taxa de distorção idade-série dos alunos do Ensino Médio nas unidades da federação por turno

(Fonte: Instituto Ayrton Senna, com dados do Censo Escolar de 2010 a 2013, do SAEB de 2013 (Prova ANEB) e do Enem de 2009).

Mesmo no Distrito Federal, local cujo percentual de matrículas noturnas é o mais baixo, a taxa de distorção está próxima de 80%. Diante disso, surge a dúvida se esse resultado é consequência da seleção dos alunos ou da reprovação, ou seja, se os alunos escolhem estudar à noite porque estão atrasados ou se durante o ensino médio noturno acabam repetindo mais vezes.

Os dados mostram que os alunos já entram no Ensino Médio mais velhos quando estudam à noite. A média da idade desses alunos no 1º ano do ensino médio é de 18,8 anos, enquanto no período diurno é de 16,2 anos. Ao mesmo tempo, os dados de rendimento das escolas que atuam apenas em um dos turnos sugerem que as taxas de reprovação não são tão diferentes. Assim, a diferença na distorção entre os turnos parece ser melhor explicada pela seleção do que pela diferença na taxa de rendimento entre os turnos.

Os dados socioeconômicos do SAEB 2013 revelam também algumas diferenças entre os alunos que fizeram a prova no 3º ano do Ensino Médio. Dos 22.434 alunos do período diurno que responderam ao questionário, 22% declararam trabalhar fora de casa. No período noturno, esse percentual aumenta para 51% de 12.573 alunos. No item que perguntava se o aluno já havia abandonado os estudos por pelo menos um ano escolar, 80% dos alunos do período diurno responderam que não. No noturno, esse valor cai para 71%.

Com relação aos resultados em exames padronizados, a média das notas dos alunos do curso noturno é menor do que a do diurno, tanto em português quanto em matemática. Além disso, nas escolas que oferecem os dois turnos há também uma diferença entre as médias de cada um.

Os dados disponíveis para essa análise provêm da prova Aneb de 2013 e do Enem de 2009, uma vez que esse é o último exame no qual aparece no formulário uma questão referente ao turno do estudante.

A prova Aneb no ano de 2013 avaliou 40.990 alunos de escolas estaduais e municipais que cursavam o 3º ano do ensino médio. As escolas selecionadas são sorteadas de forma que houvesse representatividade dos alunos de todas as unidades de federação, redes de ensino, localização (urbana e rural) e área (capital e interior). Do total da amostra, 36% eram estudantes do ensino médio noturno e o restante do diurno.

A Tabela 8 apresenta o resultado das provas no nível do aluno. As pontuações dos turnos diurnos são invariavelmente maiores do que as do noturno.

Tabela 8. Diferença de desempenho escolar pela nota média entre alunos do diurno e do noturno

MÉDIA DOS ALUNOS	DIURNO	NOTURNO
Língua portuguesa SAEB	266	240
Matemática SAEB	269	247

(Fonte: SAEB 2013).

Olhando apenas para escolas com ambos os turnos, é possível verificar, por unidade escolar, a diferença entre a média dos alunos da manhã e da noite para cada disciplina. Dessa forma, é possível controlar essas diferenças pelas características das unidades de ensino. Considerando as 437 escolas nessa condição, a diferença média entre os turnos diurno e noturno dentro de cada escola é de 24.1 pontos da escala SAEB em língua portuguesa e de 19.2 pontos em matemática.

Usando a base do Enem, dos 561.831 inscritos como alunos concluintes na modalidade de ensino regular, 28,4% estavam matriculados no período noturno. Considerando todos os alunos, as notas entre aqueles que cursam o ensino diurno foi 26,5 pontos maior do que os do curso noturno. Esse valor representa 5% da nota média da prova, igual a 475 naquele ano. Porém não se controla, nesse caso, por nenhuma variável referente à qualidade da escola.

Mais uma vez, para controlar pela qualidade da escola, consideramos apenas as unidades de ensino que oferecem os turnos noturno e diurno para comparar a média dos alunos que estudam de manhã à média dos alunos que estudam à noite, por escola. Nesse caso, a diferença média entre as notas é de 17 pontos, com a vantagem mais uma vez para os alunos que estudam no turno diurno.

Um argumento possível para as diferenças verificadas acima, para alunos que estudam no período diurno, é que os alunos do turno noturno podem apresentar rendimentos mais baixos porque trabalham – não teriam um tempo maior para dedicar aos estudos. No entanto, mesmo controlando pela variável que indica se o aluno trabalha ou não, a diferença entre as notas mantém-se.

Diante desses baixos desempenhos escolares dos alunos do período noturno do ensino médio em relação aos do diurno, que, por sua vez, já apresentam em média, no cenário nacional, resultados bastante insatisfatórios, torna-se urgente pensar numa solução para o ensino médio noturno. Possivelmente será preciso pensar numa oferta mais flexível de disciplinas, incorporando à metodologia de ensino a distância (EaD). Como vimos, são alunos que, em geral, trabalham e são mais velhos. Incorporar no contexto curricular atividades vinculadas ao mundo do trabalho seria também recomendável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os números aqui apresentados revelam claramente o tamanho do desafio do Ensino Médio no Brasil, em termos de acesso e aprendizagem escolar, de abandono e custo associado, incluindo uma elevada defasagem idade-série. Por outro lado, foi possível mostrar que para o Ensino Médio diurno já existem modelos consistentes que podem ser uma bússola para mudar essa situação – todos eles passam por uma escola de tempo integral com educação integral. A questão do currículo atual parece ser grave: um excesso de disciplinas, quando poderíamos oferecer um modelo que tivesse como orientação uma base comum formativa integrando o 9º ano do Ensino Fundamental ao 1º ano do Ensino Médio e os dois últimos anos poderiam seguir a área de conhecimento de interesse do aluno. Nesse contexto formativo, poderíamos também pensar num modelo mais vinculado ao mundo do trabalho, especialmente aplicado àqueles que não desejam seguir uma carreira universitária, mas que têm interesse na obtenção de um Ensino Médio profissionalizante e técnico.

Outro aspecto que parece crucial é a escassez de bons professores no Ensino Médio, em função da baixa atratividade pela carreira do magistério. Precisamos urgentemente reverter esse quadro, que passa pela valorização docente (salário e plano de carreira) e uma boa formação capaz de dialogar com o chão de escola.

Certamente o problema precisa também ser atacado, como mostramos, ainda nos anos finais do Ensino Fundamental, pois os alunos chegam ao Ensino Médio com elevados déficits de aprendizagem. Precisamos ainda encontrar uma saída para o Ensino Médio noturno, cujo problema é ainda mais grave do que aquele do diurno.

Em resumo, o país precisa urgentemente se debruçar sobre essa questão e fazer dela uma prioridade, pois não basta apenas dizer que é importante. Para isso, existem saídas, conforme apresentadas neste trabalho.

REFERÊNCIAS

INEP-Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Censo Escolar 2013*. Disponível em: <<http://inep.gov.br/web/guest/resultados-e-resumos>>. Acesso em 17 de julho de 2016.

OPNE-Observatório do Plano Nacional de Educação. *Todos pela Educação*. Disponível em: <<http://www.todospelaeducacao.org.br>>. Acesso em 20 de julho de 2016.

SAEB-Sistema de Avaliação da Educação Básica. 2013. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/educacao-basica/saeb>>. Acesso em 24 de julho de 2016.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PERNAMBUCO. Disponível em: <<http://www.educacao.pe.gov.br>>. Acesso em 24 de julho de 2016.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DO RIO DE JANEIRO. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/seeduc>>. Acesso em 28 de julho de 2016.

REFORMAS EDUCACIONAIS E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS¹

Nelio Bizzo

Universidade de São Paulo (USP)

Cássio Cavalcante Andrade

Advogado da União, Consultor Jurídico da União no Estado de São Paulo

O texto tem início situando o atual contexto das reformas educacionais, focalizando o documento denominado “Base Nacional Curricular Comum”, e discute sua relação com a legislação em vigor e em tramitação no Congresso Nacional. Especial atenção é dedicada à área de ciências naturais, focalizando as propostas apresentadas recentemente e implicações para a formação docente. A mudança das normas que regem a matéria da formação docente, em especial de uma área multidisciplinar como a de ciências naturais, traz uma série de implicações, tanto epistemológicas como legais. O texto passa, então, a dedicar-se a essas últimas, a partir de um histórico do ocorrido com professores de ciências e das restrições ao exercício do magistério anunciadas logo após a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) (Lei 9394/1996). O estudo aprofunda-se em algumas questões referentes ao Direito Intertemporal e do estudo da interpretação do direito à educação. As conclusões do texto procuram cotejar o novo cenário das instituições de ensino superior em nosso país, com forte presença da iniciativa privada, e das possíveis implicações do novo quadro legal de referência para as universidades públicas, em especial para a formação de professores de ciências.

¹ Texto submetido à Academia Brasileira de Ciências em Nov/2015, aceito para publicação alusiva ao centenário da entidade (maio/2016), com posfácio escrito em Fev/2017.

INTRODUÇÃO

A aprovação da lei 13.005/2014, o Plano Nacional de Educação (PNE), trouxe uma série de metas e previsão de ações, e, ao lado disso, enfrentou um dos pontos fracos do PNE anterior, ao estabelecer as instâncias e órgãos encarregados de monitorar e avaliar sua execução. Assim, espera-se que essa lei seja mais efetiva do que a anterior, a lei nº 10.172/2001, que sofreu diversos vetos em sua promulgação e enfrentou a crítica de ser pouco eficaz, dentre outros motivos, por atribuir genericamente à União, Estados e Municípios responsabilidades pouco objetivas e nenhuma instância de monitoração e avaliação.

O Ministério da Educação, a Comissão de Educação da Câmara dos Deputados e do Senado Federal, o Conselho Nacional de Educação e o Fórum Nacional de Educação são mencionados explicitamente. Além deles, há a previsão de criação de um órgão adicional, de acordo com o seu artigo 7º, § 5º, encarregado de negociar o regime de colaboração entre União, Estados e Municípios, na execução das ações previstas no PNE, inteligência extensível aos demais entes federativos por força dos §6º e 7º subsequentes. Dessa forma, espera-se que essa lei efetivamente introduza modificações importantes no atual cenário educacional, marcado, sobretudo por baixos índices de desempenho e qualidade muito abaixo da desejável.

As discussões havidas no Congresso Nacional, e que redundaram no atual PNE, deram ensejo a questionamentos e estudos que permitiram, pela primeira vez, conferir-lhe condição especial. Como explica Paulo Sena,¹ na introdução da peça legislativa sancionada pela Presidente da República, por estar previsto expressamente na Constituição Federal como lei de natureza plurianual (decenal, mais especificamente, por força da Emenda Constitucional nº 59/2009), houve o entendimento de que ele demandava uma temporalidade própria, com salvaguardas especiais sobre obstruções de votações e trancamentos de pautas, em especial por interposição

de medidas provisórias, de iniciativa do Chefe do Poder Executivo.

Com esse revigoramento, as novas determinações constantes no PNE devem ser vistas de forma diferente de ocasiões anteriores, pelo menos no que tange certas determinações objetivas, que possam ser responsabilidade objetiva de entes determinados. Esse é o caso da elaboração de uma Base Nacional Comum para os currículos da educação básica, constante da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN). A partir deste conjunto, o Ministério da Educação de fato, apresentou, em 16 de setembro de 2015, uma proposta detalhada com os conteúdos que União, Estados e Municípios deverão adotar em seus sistemas de ensino. Essa proposta foi colocada em consulta pública, de modo a ser alterada e remetida ao Conselho Nacional de Educação, que deveria, de acordo com o PNE, ser aprovada até junho de 2016.

Ao lado de um novo currículo para a educação básica, e tendo por justificativa justamente viabilizá-lo, o PNE faz menção a novos cursos de formação de professores, em nível superior, seja de graduação como de pós-graduação. Essa seria uma das estratégias para elevar a qualidade da educação básica oferecida à população. Nesse sentido, há que se lembrar do Projeto de Lei 6.114/2009, que pretende instituir o Exame Nacional de Avaliação do Magistério da Educação Básica - Enameb. Esse exame foi inicialmente pensado com um “concurso nacional” para contratação de professores, mas recebeu diversas emendas e passou a ser visto como um possível, mas não obrigatório, “exame de ordem”, que se sobreporia à credencial do diploma como habilitação profissional de validade nacional.

Há que se destacar ainda as referências ao financiamento da educação que o PNE traz, em especial ao programa de Financiamento Estudantil (FIES, Lei 10.260/2001), um programa que aloca recursos diretamente na tesouraria das instituições de ensino superior (IES) privadas. As verbas destinadas a esse programa passaram a ser contabilizadas a fim de satisfazer a meta de investimento público em educação, mesmo sendo destinadas a instituições privadas e em caráter provisório, vez que se trata de um programa de financiamento restituível. Mesmo tendo sido alvo de questionamentos em plenário, tal

1 SENA, Paulo. A história do PNE e os desafios da nova lei. Pp 9-42, IN BRASIL [Plano Nacional de Educação (PNE)] Plano Nacional de Educação 2014-2024 [recurso eletrônico]: Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014, que aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) e dá outras providências. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2014. p. 25-6)

provisão legal acabou por ser aprovada (Sena, 2014, op. cit., pág. 21).

O PNE traz ainda uma garantia de que o FIES terá recursos crescentes e garantidos, mesmo que as expectativas de restituição não sejam satisfeitas, diante de possível inadimplência. A lei prevê a expansão do programa e a criação de um “fundo garantidor”, que assegurará o fluxo contínuo de recursos ao longo do tempo (PNE, Estratégia 12.6). Além disso, assegura que o FIES e o programa PROUNI (Lei 11.096/2005) terão benefícios ampliados, incluindo explicitamente os cursos de educação a distância (PNE, Estratégia 12.20). A expansão do FIES é assegurado no tocante a cursos de pós-graduação *stricto sensu* (PNE, Estratégia 14.3), ao mesmo tempo em que foi instituída a meta de “formar, em nível de pós-graduação, cinquenta por cento dos professores da educação básica” (PNE, Meta 16), com ampliação da oferta de bolsas de estudo (PNE, Estratégia 16.5), o que significa a qualificação pós-graduada de cerca de um milhão de professores da educação básica.

Como veremos adiante, a provisão legal de recursos públicos garantidos e crescentes para o pagamento de mensalidades escolares, diante de um novo cenário empresarial, traz desafios educacionais inéditos, em especial para a formação de professores.

MUDANÇAS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

O PNE tem como meta garantir que todos os professores alcancem “formação específica de nível superior, obtida em curso de licenciatura na área de conhecimento em que atuam” (PNE, Meta 15). Além disso, pretende “formar, em nível de pós-graduação, cinquenta por cento dos professores da educação básica” (PNE, Meta 16), ao lado de cursos de formação continuada. Isso significa que considerável esforço será despendido a fim de modificar a formação inicial e continuada dos professores da educação básica.

Essa mudança deve ser percebida em duas dimensões. Na vertical, é evidente o objetivo de oferecer formação para além da graduação e dos cursos de formação continuada de curta duração, com menção expressa à “pós-graduação”. No entanto, ao mesmo tempo, é importante atentar para a expressão utilizada para designar a atuação do professor, sem menção à disciplina ou grupo de disciplinas, mas

com a expressão “área de conhecimento em que atua”. Essa menção deve ser interpretada tendo presente que, ao mesmo tempo em que o PNE era aprovado, circulava no congresso outro projeto de lei (PL 6840/2013), que, entre outras determinações, modifica a organização do currículo do ensino médio, organizando-o por áreas, citando explicitamente “III - ciências da natureza; e IV – ciências humanas”, modificando a redação do Art. 36 da LDBEN, que passaria a reger a formação inicial dos professores, modificando o Art. 62 da LDBEN, definindo que essa mudança deverá ocorrer no prazo máximo de cinco anos (PL 6840/2013, Art. 7º).

De fato, a Resolução CNE/CP 02/2015 preconiza que “os cursos de formação de professores deverão garantir nos currículos conteúdos específicos **da respectiva área de conhecimento** ou interdisciplinares” (Art. 13, § 2º, ênfase adicionada). Assim, existe a possibilidade, ou mesmo determinação, de que a formação dos professores de Biologia, Física e Química, passe a ser realizada em uma área genérica, em Ciências Naturais, o que, aliás, já ocorre em diversas instituições de ensino superior. Da mesma forma, os professores de História, Geografia, Filosofia e Sociologia, passariam a ser formados em cursos genéricos de Ciências Humanas.

Não é objetivo deste texto examinar o mérito dessas iniciativas, mas discutir algumas possíveis consequências, em especial do ponto de vista legal. Essa situação é similar àquela vivenciada a partir da aprovação original da Lei 9394/1996 (LDBEN), mas traz importantes diferenças, que cabe ressaltar. Em 1996, o Art. 62 da LDBEN trouxe a obrigatoriedade da formação de professores em curso de licenciatura, de graduação plena, o que implicava o fim dos cursos das chamadas licenciaturas curtas. Esse era o caso da formação do professor de ciências, que era habilitado em área genérica para atuação nos anos finais do ensino fundamental (o então I Grau), mas não no ensino médio (o então II Grau). Difundiu-se a informação de que a área genérica não era mais válida e que a nova lei não mais permitiria o exercício profissional dos que não buscassem um novo diploma em área especializada da Biologia, Física ou Química. O argumento do presente artigo terá foco específico nas ciências experimentais, mas se aplica, *mutatis mutandis*, à licenciatura curta em Estudos Sociais,

definida pela lei 5.692/71, às licenciaturas plenas de História, Geografia, Filosofia e Sociologia, e à nova proposta de Licenciatura em Ciências Humanas.

O Art.62 da LDBEN, em sua redação original, quando interpretado de maneira combinada com as Disposições Transitórias, também permitia uma certa interpretação de que os professores que atuavam na educação infantil e anos iniciais do ensino fundamental, deveriam ser formados em nível superior, em cursos similares, de graduação plena, embora o mesmo artigo afirmasse que seria admitida, para atuação nesses níveis, a formação em nível médio, na modalidade normal.

Houve disseminação de informação de que os professores detentores das credenciais obtidas de acordo com a regra anterior, e, portanto, em desacordo com a nova norma, estariam impedidos de exercer a profissão a partir de certo momento futuro. Houve uma série de consequências, trazendo, de um lado, insegurança jurídica para grande número de professores, que se viam na iminência de perder não apenas seus postos de trabalho, mas até mesmo sua qualificação profissional. Mas, de outro lado, viu-se grande mobilização de uma série de atores, desde corporações profissionais, secretarias de educação e instituições de educação superior, privadas e públicas, organizando cursos de nível superior para profissionais em serviço. Embora o Parecer CNE/CEB 04/2003, homologado em 06/04/2005, tenha dirimido as dúvidas sobre direitos profissionais dos professores, tanto em relação à formação em nível médio, na modalidade normal, quanto no caso da formação genérica das licenciaturas curtas, os grandes interesses econômicos envolvidos deixaram marcas de incertezas que podem ser reeditadas em futuro próximo.

Prova dessa possibilidade são os projetos de lei que visam limitar direitos profissionais de professores, inclusive interpondo prazos para realização de cursos de acordo com a nova norma. Mesmo sujeitos a veto quando de sua promulgação, como ocorreu no caso do P.L. 5.395/2009, objeto da Mensagem de Veto 119/13 (DOU de 05/04/2013), a simples propositura e aprovação de tais peças, pelo Congresso Nacional, indicam claramente a permanência dessa tendência de entender a habilitação profissional dos professores como precária e provisória.

O objetivo das próximas seções é analisar alguns conceitos de Direito Intertemporal, que lidam com as situações dinâmicas de modificação de exigências legais, com vistas a examinar a pertinência de algumas afirmações acerca da possível caducidade das credenciais profissionais diante de uma eventual nova lei. Trata-se, em especial, do futuro dos professores de Física, Química e Biologia diante de uma possível nova regulamentação que venha a extinguir a formação especializada nas ciências, instituindo uma nova formação científica generalista para os professores de toda a educação básica, seguindo o modelo utilizado no ENEM. Trata-se, de certa forma, de medida inversa à da situação que se seguiu à promulgação original da Lei 9.394/96, como exposto há pouco.

DIREITO INTERTEMPORAL EDUCACIONAL: CONCEITOS BÁSICOS

A mudança da legislação está longe de ser um momento raro na vida das nações e levanta questões importantes sobre a obrigatoriedade de atender disposições normativas que não existem no momento em que se constituem direitos.

A questão da irretroatividade das leis remonta aos primórdios do Direito e da Lei. É quase redundante afirmar que a lei sempre foi feita para conformar os atos futuros e não os pretéritos. Este entendimento, aparentemente simplório, prevalece desde a mais remota antiguidade e constitui a base da legislação brasileira. De fato, o civilista Rubens Limongi França² afirma que, tão logo a República Chinesa unificou diferentes etnias há mais de 3 mil anos, houve a promulgação de novos códigos acompanhada da expressa aplicação do princípio da irretroatividade das leis.

Uma lei nova, ao dispor para o futuro, não elimina os registros da lei antiga, senão faz cessar parcial ou totalmente as projeções da anterior para o futuro. Mesmo em caso de revogação, a lei extinta continua a ter aplicabilidade nos casos ocorridos sob sua vigência, porque os atos são regidos pela lei existente ao tempo em que se efetivam. Como

2 França, R.L. Direito Intertemporal Brasileiro, doutrina da irretroatividade das leis e do direito adquirido, São Paulo: Editora dos Tribunais, 1968, 2a. edição, p30-3.

nos lembra o mestre Antonio Jeová Santos³, esses princípios consagrados não são absolutos, dado que, no Direito Penal, há retro-operatividade quando a lei penal posterior é mais benigna, caso em que prevalece a disposição posterior. Assim, desde que beneficie o réu, a lei penal será retroativa. Prossegue Jeová Santos: “Já no Direito Civil, essa simplicidade perime, é afastada. Muitas e variadas são as hipóteses em que o intérprete é chamado para explicar se a lei nova tem aplicação imediata ou se a sua aplicação vulnera um dos três sacrossantos institutos: direito adquirido, ato jurídico perfeito e coisa julgada” (idem, ibidem).

O insigne jurista Limongi França, expôs sua tese de que o Princípio de Irretroatividade das Leis funda-se na razão natural após extensa análise de uma plêiade de códigos, desde a antiguidade até nossos dias, no Oriente e, mais profundamente, no Ocidente, na Grécia e em Roma. No Direito Romano, antes do próprio direito justinianeus, Limongi França localiza o princípio da irretroatividade e até mesmo o delineamento básico que seria estabelecido naquilo que denomina de fase científica e a codificação do Direito Civil. Nos famosos discursos contra Verres, Cícero já utilizava o princípio das irretroatividade das leis, mas Limongi França localiza como fato marcante para todo o direito do Ocidente a chamada Primeira Regra Teodosiana, do ano 393 AD, que antecedeu o Imperador Justiniano em mais de um século. Essa regra dizia: “Todas as normas não prejudicam fatos passados, mas regulam apenas os futuros” (op.cit. p. 53). Ela permanecerá como referência no famoso Código Teodosiano, baixado quase 50 anos depois por Teodósio II, que editou a chamada Segunda Regra Teodosiana, nos seguintes termos, na tradução do referido autor: “É norma assentada a de que as leis e constituições dão forma aos negócios futuros e de que não atingem os fatos passados, a não ser que tenham feito referência expressa, quer ao passado, quer aos negócios pendentes” (op cit. p. 56).

Limongi França aponta para a locução latina “certum est”. que define sua tradução de “é norma assentada”. Ela indicaria que “a irretroatividade das leis já era norma definitivamente radicada no espírito jurídico dos Romanos” (op. cit. p.57). Será essa Segunda Regra Teodosiana que se inscreverá no

Direito Justinianeus como princípio fundamental e que se manifestará em diversos contextos. Destacamos algumas referências do Código Justinianeus e nas Novelas que o acompanham, aproveitando sempre a versão para o português de Limongi França:

“Esta constituição convém aplicar-se, não só nos casos que se criarão no futuro, mas também aos ainda pendentes, ou não resolvidos, por decisão judicial ou composição amigável” (op.cit. p. 59-60)

“Determinamos que as nossas leis que encontram nesses códigos (...) abranjam todas as causas em juízo, tanto as posteriormente iniciadas, como as pendentes e, entre estas, as que dependem quer de decisão judicial, quer de arbitramento; entretanto, de modo algum queremos ressuscitar as que já foram resolvidas por sentença definitiva ou pacto amigável.” (op.cit. p.60)

“(...) fazemos reger por esta lei a todos os negócios presentes, bem assim aos futuros, mas não aos acordos passados sobre os negócios ou controvérsias, nem às transações já feitas ou às sentenças definitivas.” (op.cit. p. 62)

“Ordenamos que assim se regulem os dotes que tenham sido outorgados ou prometidos, ainda que sem instrumento escrito, após esta lei. Os instrumentos já feitos, porém, não carecem de força, mas produzirão efeito” (op.cit. p. 62)

“Determinamos que esta constituição observe-se apenas no futuro; e que os testamentos posteriores a esta Novela confeccionem-se de acordo com ela. Pois em que se pode dizer que pecou aquele que não seguiu esta lei, quando ela ainda não era conhecida?” (op.cit.p.63)

“Que a lei de Zenon, de augusta memória, tenha efeito a partir do dia em que foi promulgada: convém que regule as leis, os fatos futuros e não traga prejuízo aos fatos passados.” (op.cit. p. 63)

“Duas disposições anteriores precedem esta lei. Primeiramente, as constituições sancionadas por nossos antecessores devem valer cada qual de acordo com o seu tempo, sem interferência da presente lei: serão válidas e respeitadas nos casos respectivos: e os seus efeitos se regularão pelas leis

3 Santos, A.J. Direito Intertemporal e o Novo Código Civil. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2003, p.15

já promulgadas, e em nada pela presente (...) pois tudo que passou deixamos para as leis passadas, ao passo que o futuro fazemos reger pela presente lei (...) Aqueles que, confiantes (nas leis de então) entabularam negócios em nada se pode culpar de ignorarem o futuro.” (op.cit. p. 65-6).

Como síntese do Direito Justinianeu, Limongi França nos apresenta quatro preceitos da Regra Teodosiana:

“I- A lei, de regra, regula tão somente o futuro e não o passado;

II- A lei, por isso que não se refere ao passado, não se aplica aos casos pendentes;

III- A lei, excepcionalmente, pode abranger o passado e os casos pendentes;

IV- A lei só abrange o passado e os casos pendentes quando inequivocamente expressa.” (op.cit. p. 68).

O Brasil manteve estreitas relações jurídicas com Portugal desde os tempos de Colônia, utilizando a doutrina e a jurisprudência da metrópole. Para Limongi França, pouco mudou da Independência até 1917, quando entrou em vigor o Código Civil de Clóvis Beviláqua, de 1916 (op.cit. p.281-2). Assim, em matéria civil, Portugal mantinha entre seus preceitos o princípio da irretroatividade das leis e o respeito ao direito adquirido. Tal princípio não foi suspenso no Brasil nem com o Império, tampouco com a República, aliás, muito ao contrário. Ao desatar os vínculos com Portugal, o Brasil reafirmou o respeito ao direito adquirido; da mesma forma, ao desatar os vínculos com os mandatários da família real, fundando a República, novamente, reafirmou-se o respeito aos atos praticados sob a antiga ordem e os direitos deles advindos.

Maria I editou um decreto em 17 de julho de 1778, o qual suspendeu muitas leis do Reinado antecedente, mas que determinava respeito às *causas findas por sentença passada em julgado* e que, em caso de recurso, a instância superior deveria julgar pela lei vigente à época em que a sentença tivera sido prolatada (Limongi França, op. cit., pág. 278-9). Após analisar outras leis, em especial editadas para conformar heranças, Limongi França

assim resume os princípios vigentes no ordenamento jurídico de Portugal no século XVIII:

“I. A irretroatividade é o princípio dominante;

II. O Direito Adquirido, ainda quando revogado, é o critério adotado pelo legislador para preceituar a retroação;

III. A retroatividade é determinada expressamente e, constantemente, por razões de ordem pública.” (op. cit, pág. 280).

O período em torno da e logo após a proclamação da independência do Brasil, no qual se erigiu o Império Constitucional, é conhecido na História do Direito como “Período do Revigoramento das Ordenações”. Nele, nota-se que os diplomas legais são, como regra, revigorados, com exceção daqueles ligados a razões de ordem pública, em especial ao erário, como aposentadorias, pensões, gratificações e *quaisquer despesas que não se acharem estabelecidas por Lei ou Decreto*.⁴

A Constituição Política do Império do Brasil, promulgada em 25 de Março de 1824, ordenava, em seu artigo 179, que nenhuma lei poderia vir a ser *estabelecida sem utilidade pública* e que *sua disposição* não poderia ter *efeito retroativo*, texto que passou incólume pelo período da Regência. Assim, o Brasil equiparou-se à Noruega e aos Estados Unidos⁵, os únicos países à época que mantinham em patamar constitucional a referência à irretroatividade das leis.⁶

4 Os decretos foram promulgados em períodos coincidentes com o retorno da família real a Portugal. Como é bem sabido, a volta de fortunas e de metais nobres a Portugal abalou o Banco do Brasil, trouxe escassez de moeda e o padrão monetário passou a ser estampado em cobre. Daí deriva a expressão “passar nos cobses” e é também nesse momento que tem início um forte período inflacionário, dada a onda de falsificações que aumentou artificialmente o volume do meio circulante e criando um deságio para as notas impressas, que chegava a 59%. A crise culminou com o fechamento do Banco do Brasil em 1829 (Fausto, B. História do Brasil, EDUSP, SP, 1995, p.155-6).

5 Art 97 da então constituição norueguesa (Toledo, C. Direito Adquirido & Estado Democrático de Direito. Landy Editora, 2003, p.149.); a constituição norte-americana (de 1787, Art 1º. Section 9 §3) proíbe a antiga prática inglesa do “Bill of Attainder” (ato legislativo que pode culpar alguém por crime, sem processo judicial) e “ex post facto Law” (lei feita para atender fato pretérito).

6 Embora esse fato seja reiteradamente citado por alguns

A República não só manteve como ampliou o espectro da irretroatividade das leis. O primeiro projeto de constituição republicana, escrito por Rui Barbosa, afirmava que era *vedado aos estados e à União prescrever leis retroativas*, texto que será consolidado no artigo 11 da constituição de 24 de fevereiro de 1891. A doutrina que irá iluminar o atual Código Civil, a lei 10.406/2002, e a própria redação da Constituição Federal de 1988, em seu artigo 5, XXXVI, deriva dos constitucionalistas da época da República, como Pimenta Bueno, Rui Barbosa e João Barbalho, de civilistas como Trigo de Loureiro, Cândido Mendes e o Conselheiro Lafayette, e sobretudo de Reynaldo Porchat, reconhecido por seu brilho especial sobre a matéria.

Rui Barbosa argumenta que a retroatividade da lei é inconstitucional quando ofende o princípio do direito adquirido. Reynaldo Porchat defendia a tese segundo a qual a lei deve ser sempre retroativa conquanto não depare, ao produzir efeitos, com algum direito que possa vir a ser lesado. Para o eminente jurista, o direito adquirido pode ser definido como posse de um *estado civil definido*, em função do que diz a lei, mas que ainda não foi utilizado. O *direito consumado*, outro conceito central para ele, é aquele que já se fez inteiramente efetivo, é um fato acabado, totalmente realizado, e a respeito do qual nada é possível reclamar senão o respeito ao que já aconteceu e que já produziu todos os seus efeitos. O exercício de um direito deriva de uma *faculdade*, uma possibilidade objetiva que faculta a seu titular a prática de atos jurídicos. Porchat chama a faculdade o estado de coisas que antecede o exercício daquilo que já pode ser feito em função de uma aquisição de conjunto de prerrogativas legais de seu titular. Ele fará uma distinção profunda entre a faculdade e a *expectativa*, definida como *esperança de um direito que, pela ordem natural das coisas, e de acordo com uma legislação existente, entrará provavelmente para o patrimônio de um indivíduo quando se realizar um acontecimento previsto*. O indivíduo, de posse de um estado civil definido, exerce um direito, que se torna um direito consumado. Caso não seja consumado, e apenas se for esta a diferença, o sujeito adquiriu faculdades que lhe permitem exercer o direito; este, então, é dito adquirido, porque

juristas e seja motivo de gáudio, Antonio Jeová Santos assinala que, atualmente, apenas nações como Brasil, Bolívia, Peru, Paraguai, Honduras, Costa Rica e Nicarágua mantêm a matéria em nível constitucional (além de Estados Unidos). Isso poderia ser considerado como indicador de insegurança jurídica e apreensão generalizada sobre a manutenção dos direitos civis.

não ainda exercido, e a nenhuma lei é dado ofender, negar ou constranger esse direito, sendo obrigatório seu reconhecimento, sob o risco de contrariar o que dizia nossa primeira constituição republicana. João Barbalho, outro constitucionalista, escreveu: *Basta, para que o preceito constitucional não seja preterido, que a lei de modo algum prejudique: a) os direitos civis adquiridos; b) os atos jurídicos já perfeitos; e c) as sentenças passadas em julgado*. (apud Limongi França, op.cit., p. 300). De fato, o Art. 5º, XXXVI, da Constituição de 1988, é cópia fiel do texto constitucional de 1946, em seu art. 141, §3º. Este, por sua vez, era tributário do Art. 113, n. 3, da Constituição de 1934. Esta constituição consolidava o que já estava sedimentado no Código Civil de Beviláqua, de 1916, que afirmava:

“Art. 3º A lei não prejudicará, em caso algum, o direito adquirido, o ato jurídico perfeito, ou a coisa julgada.

§1º. Consideram-se adquiridos, assim os direitos que o seu titular, ou alguém por ele possa exercer, como aqueles cujo começo de exercício tenha termo pré-fixado, ou condição pré-estabelecida, inalterável a arbítrio de outrem. (...)”

Essa formulação, que se alinha com a robusta tradição jurídica luso-brasileira, será predominante até a Constituição de 1937, que rompeu com a tradição em diversos sentidos, e que inaugura um período que se estenderá até 1946 e no qual a certeza do respeito adquirido foi fragilizada, dado que a teoria clássica é retirada do patamar constitucional. Para alguns juristas, como o próprio Limongi França, esse período trouxe um novo ordenamento jurídico que procurou fragilizar a tradição da irretroatividade e irretro-operatividade das leis que, nas palavras dele, trouxe “verdadeira balbúrdia” tanto para o legislador, como para o intérprete e mesmo para o cidadão. Adotou-se a Teoria das Situações Jurídicas, que tem na figura do civilista francês Paul Roubier (1886-1964) figura emblemática⁷. Foi sob essa nova influência, verdadeira exceção em toda a história brasileira, que

7 Jurista francês, foi diretor da Escola de Direito de Beirute (Líbano) entre 1919 e 1922, e professor de direito da Universidade de Lyon, entre 1924 e 1957. Limongi França chama a Teoria das Situações Jurídicas de “galicismo jurídico”. A importância que adquiriu na França, nesse período e em especial com a ocupação nazista, seria uma justificativa para questionar seu significado heurístico.

uma nova Lei de Introdução ao Código Civil (LICC) foi publicada (Decreto-lei 4657, de 4 de setembro de 1942), introduzindo a noção, em seu Art. 6º:

“Art. 6º: a lei em vigor tem efeito imediato e geral, e que a lei não atingirá, salvo disposição em contrário, as situações jurídicas definitivamente constituídas e a execução do ato jurídico perfeito.”

A ausência de referência ao direito adquirido e a ressalva reservada à disposição contrária são apontados como emblemáticos daquele período autoritário e que mereceu revogação com a Constituição de 1946.

É importante que se registre dois autores que escreveram sobre as regras do direito intertemporal desse período de exceção, que foram Serpa Lopes e Carlos Maximiliano (C. Toledo, op. cit, p. 150). Isso há de despertar cautela, dado que na tradição luso-brasileira a teoria das situações jurídicas teve influência muito restrita, inclusive no tempo⁸.

A nova LICC será promulgada apenas em 1957 (Lei 3.238/1957) e irá conjugar parte da anterior e parte do Código Civil de 1916, chegando a um resultado original, em vigor até os dias atuais, e que ilumina a própria interpretação da Lei 10.406/2002. Deste código pioneiro, a LICC de 1957 reteve a tradição e respeito ao princípio de irretroatividade das leis, sem, contudo, deixar de acrescentar um ingrediente original. Ao dizer que a *lei em vigor terá efeito imediato e geral, respeitados o ato jurídico perfeito, o direito adquirido e a coisa julgada*, há uma inversão na prioridade do direito adquirido, que cede seu lugar ao ato jurídico perfeito.⁹ Com isso, estabelece-se o primado dos atos consumados geradores de direitos subjetivos sobre os direitos ainda não exercidos, mas legalmente adquiridos. Esse movimento cria espaço para a aplicação imediata

e geral das leis vigentes. Assim, abre-se a possibilidade de fazer valer uma lei constringendo tradições antigas, mesmo se respeitados os direitos consumados ou adquiridos das partes.

Limongi França conclui que nossa tradição implica obrigação não apenas para o juiz, mas a todos que se dedicam a editar normas e leis. Diz ele:

“Esses princípios mostram, à face das mais importantes constituições da época, a particular vocação do direito luso-brasileiro, no sentido de entender que a irretroatividade civil, além do caráter privado, apresenta também o de garantia das liberdades individuais e da personalidade humana à face do Estado, razão pela qual constitui um mandamento não apenas para o juiz, senão também para o próprio legislador.” (Limongi França, op. cit. p.127).

Em trabalho acadêmico de destaque, Cláudia Toledo (2003, op. cit.) explora a intangibilidade que consagra o *princípio do direito adquirido* e estuda sua relação com o *princípio do efeito imediato das leis*, em cuja complexa relação repousa o entendimento atual do *conceito do direito adquirido*. Por meio de hermenêutica constitucional, ela retoma Limongi França e vai além, colocando a compreensão do tema nos dias atuais. Sua conclusão, é a de que no período do Império e na Constituição da República de 1891,

“havia a declaração da irretroatividade ampla, já que a proibiam em qualquer hipótese. Porém, o entendimento tanto doutrinário como jurisprudencial da época sempre foi no sentido de que a proibição de prescrever leis retroativas significava apenas a exigência de lei nova respeitar como limites o direito adquirido, o ato jurídico perfeito e a coisa julgada. Isto é, poderia ser retroativa, mas deveria ela preservar aqueles três limites impostos à sua retroação, o que equivale à noção de irretroatividade relativa” (C. Toledo, idem, p. 196).

Segundo a mesma autora, essa seria a norma que obrigaria o legislador nos termos das constituições de 1824, 1891, 1934, 1946, 1967, inclusive em sua Emenda de 1969¹⁰, bem como, na mesma linha,

8 Segundo Limongi França, a exceção à tradição da irretroatividades das leis vigeu no Brasil apenas nos quatro anos que separam a LICC de 1942 da Constituinte de 1946. Mesmo assim, assinala ele, os doutrinadores e os órgãos judicantes não deixaram de seguir a tradição da irretroatividade (Limongi França, op. cit, p. 428)

9 A propósito, o magistério de Gilmar Ferreira Mendes: “De qualquer sorte, é certo que, a despeito dessa formal tripartição, o conceito central é o direito adquirido, nele contemplados de alguma forma tanto a ideia de ato jurídico perfeito como a de coisa julgada.” (Curso de direito constitucional. 7ª ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2012, p. 407.)

10 Na constituição de 1967, o Art. 149, IX, e na Emenda de 1969 no Art. 153, §3o. (Cf. C. Toledo, op. cit, p. 196-197).1

na Constituição de 1988. A única exceção seria a constituição de 1937, típica do período de exceção que representava.

DIREITO INTERTEMPORAL EDUCACIONAL E OS PROFESSORES

Nos dias atuais, faz-se necessário, ao analisar os casos relativos ao magistério, distinguir três situações distintas, mesmo que em algumas áreas elas se sobreponham.

A primeira é a de fazer valer hoje direitos legitimamente conquistados e já exercidos anteriormente à vigência da lei 9394/96, em seus termos originais ou com as modificações eventualmente nela introduzidas, por exemplo, com o texto do PL 6840/2013. Neste caso fala-se rigorosamente de **direitos consumados** (e não de direitos adquiridos), dado que eles já produziram efeitos no passado. Neste caso, o titular do direito satisfaz as exigências legais de seu tempo e conquistou faculdades jurídicas, atingindo um patamar que deve ser protegido por ação judicial, dado que há direitos subjetivos a respeitar e deveres jurídicos a cumprir. Quando o respeito ao direito não é espontâneo, ele deve ser requerido por seu titular para que se constitua uma situação jurídica (sentença constitutiva), a declaração de uma situação jurídica (sentença declaratória) ou indenização por lesão a direito (ação condenatória, de reparação de perdas e danos) (C. Toledo, op. cit. p. 170). Todos os profissionais que exerciam atividades no magistério, com o devido amparo legal, não podem ser impedidos de continuar a fazê-lo sob o argumento que a lei antiga carecia daquilo que a lei nova virá a dispor. Vulnerar os direitos legalmente constituídos diante de normas novas implica fazer retroagir a lei, prejudicando o direito subjetivo de exercício profissional, em suma, afrontar a Carta Magna, que, aliás, no art. 5º, XIII, alberga expressamente a liberdade de exercício de qualquer trabalho, ofício ou profissão, atendidas as qualificações profissionais que a lei estabelecer, aqui entendida como legislação contemporânea ao exercício.

É visão acanhada, merecedora da mais generosa crítica, aquela que faz assentar no dispositivo constitucional somente a liberdade de escolher qualquer profissão lícita, nele se contendo, igualmente e para bem além disso, a proteção da efetiva prática laboral ao longo do tempo, da vida da pessoa. Feriria mesmo os fundamentos republicanos da cidadania

(na acepção Arendtiana de “direito a ter direitos”), da dignidade da pessoa humana e dos valores sociais do trabalho e da livre iniciativa, todos alojados no artigo inaugural da Constituição Federal de 1988, tolher, ao longo da história pessoal de qualquer um, após a escolha de ofício lícito (ainda que o exercício inicial decorrente dessa escolha só se dê muito tempo depois dela), a necessária dedicação ao trabalho.

E o trabalho humano, de tão importante, constitui-se em fundamento da ordem econômica, conforme se retira do *caput* do art. 170, da CF/88, o que evidencia a gravidade do ato de ofender o direito ao trabalho, caso típico dessa primeira situação.

A segunda situação é a dos casos nos quais os formados não exerceram a profissão e os direitos legitimamente conquistados não satisfazem a LDBEN, em especial seu Art. 62, na versão original ou nas possíveis futuras versões, mas satisfaziam legislação válida à época. Neste caso fala-se rigorosamente de **direitos adquiridos**, pois ainda não exercidos, mas que podem sê-lo a qualquer tempo, mesmo sob uma lei nova que não os ampare. O enunciado clássico diz que o direito adquirido é consequência de fato idôneo em virtude de lei de seu tempo, embora a ocasião de exercê-lo não se tenha apresentado antes da atuação de lei nova e que, nos termos da lei anterior, passou irreversivelmente a fazer parte do patrimônio pessoal de quem o adquiriu.

O fato idôneo é aquele que se entende em conformidade com o quadro legal de referência. Assim, direitos adquiridos são decorrentes de ato jurídico perfeito¹¹. Este deve, simultaneamente, implicar satisfação da legalidade de maneira incontroversa, por um lado e, por outro, ser completo. Ao ato jurídico perfeito nada falta, não há o que se possa objetar da apresentação de prova incontestada de sua realização; ele decorre de contrato válido, que é realizado em boa fé, em plena conformidade com as normas que regem a matéria.

É amplamente admitido que existem áreas fronteiriças nas quais a inclusão do direito adquirido é incerta. Limongi França (op. cit, p.436 e segs.) trata de algumas delas. Ele fala dos “direitos a termo”, como

11

“Pode-se, como visto, considerar que o direito adquirido é uma decorrência da preservação do ato jurídico perfeito.” (TAVARES, André Ramos. Curso de direito constitucional. 10. ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2012, p. 769)

sendo aqueles que têm instante ou dia certo a partir do qual deve iniciar ou extinguir-se, com certeza, a eficácia de um ato jurídico. As expectativas de direito, por outro lado, fundam-se em esperança difusa, mesmo se conformada por lei presente, mas que deve aguardar a ocorrência de um fato que se sabe futuro, o qual passa a ser fato aquisitivo quando consumado. A teoria clássica ensina que o fato aquisitivo deve *verificar-se por inteiro antes que se possam dizer adquiridos os direitos que os mesmos fatos são destinados a produzir*. Nos diz Limongi França que a *diferença entre a expectativa de direito e direito adquirido está na existência, em relação a este, do fato aquisitivo específico, já configurado por completo* (idem, ibidem, p.445). A expectativa de direito mantém sobreposição parcial com o conceito de faculdade jurídica no sentido que a expectativa de um direito implica aguardar a ocorrência positiva de um fato aquisitivo específico, na falta do qual será frustrada. A expectativa refere-se a algo provável; faculdade jurídica, por seu turno, é algo possível, que se apresenta como consequência previsível de um determinado ordenamento. Assim, é lícito dizer que a expectativa de direito é, de certa forma, uma faculdade jurídica abstrata, dependente de fato aquisitivo derivado de requisitos (idem, ibidem, p.450).

A terceira situação refere-se aos portadores de **direitos sob condição**, caso daqueles que, diante de um contexto incerto, tentam satisfazer determinados requisitos indispensáveis à complementação do fato aquisitivo específico estipulados por determinada lei. Se uma nova lei os colhe de surpresa, estabelecendo requisitos adicionais àqueles constantes no contrato inicial, existe a dúvida se o germe de direito presente naquele contrato ganhará a estatura de relação perfeita ou se será totalmente desprezado. Apesar da complexidade do tema, Limongi França nutre-se de diversos jurisprudências para demonstrar que nos casos de direito sob condição ele é esperado, mas ainda não realizado. No entanto, uma vez satisfeitos todos os requisitos, o direito supõe-se ter existido desde que se deu o fato que o criou. Neste caso existe retroação que visa, justamente, proteger o direito adquirido de quem estabeleceu um contrato legal, dentro da lei vigente ao tempo.

Um estudante universitário que ingressa em um curso de licenciatura tem certeza que, uma vez tendo concluído o curso, terá direito a um diploma.

Com este, poderá requerer seu registro e, assim, ser considerado habilitado ao exercício da profissão. Uma vez habilitado, o profissional tem uma esperança difusa de iniciar o efetivo exercício sob condições conhecidas apenas parcialmente quando ingressa no curso e que se devem conformar a diretrizes e bases estabelecidas pela União.

Ao ingressar no curso o estudante firma um contrato com a Instituição de Educação Superior (IES), que estipula deveres e direitos. Os deveres, afora os pecuniários no caso de instituição privada de ensino, incluem um percurso curricular planejado em função da habilitação profissional pretendida, que constitui o direito correspondente. Tanto os deveres quanto os direitos não são estipulados livremente, dado serem constrangidos por normas próprias.

Este contrato para a obtenção de uma licença possui um germe de direito que ganha estatura de relação perfeita quando todas as condições nele estabelecidas estiverem cumpridas. O estudante, ao ingressar em um curso de licenciatura tem, portanto, **direito sob condição**¹² para a habilitação profissional, que lhe dá a segurança jurídica de conquistar prerrogativas vantajosas caso satisfaça os pré-requisitos estabelecidos.

Uma vez formado, o cidadão deve proceder o registro de seu diploma. A modificação da redação de artigos, como o Art. 62 da LDBEN, ou mesmo sua revogação por força de nova lei, não vulnera as prerrogativas laborais dos profissionais legalmente habilitados, que nada ficam a dever para aqueles que se diplomarão de acordo com a nova lei ou a nova versão da lei antiga. Portanto, esses profissionais têm **direito subjetivo** em relação à habilitação profissional ao magistério. O direito consumado, gerador de um respectivo direito subjetivo, goza de proteção jurídica, habilitando o manejo das correspondentes ações judiciais.

Os professores que obtiveram seus títulos profissionais em cursos regidos pela Lei 4.024/1961, alterada pela Lei 5.040/1968 e pela Lei 5.692/1971 (conjunto normativo recepcionado pela ordem

12

Justamente por isso é que, durante o ciclo de sua formação, o licenciando pode receber os influxos decorrentes de eventuais mudanças curriculares havidas no transcorrer do curso, cabendo-lhe direito de opor-se à norma à qual o curso estava originalmente jungido ou valer-se da nova norma.

constitucional de 1988, por lhe ser, nesse aspecto, integralmente compatível), e que foram obrigados a atender as demandas da Lei 9.394/1996 (LDBEN) em editais de concursos, atos de nomeação e posse e até mesmo em procedimentos de designação temporária, enfrentaram uma situação injusta. A mudança da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, em 1996, implicou mudanças profundas na organização educacional. Elas nasceram de um anseio da sociedade, a fim de agregar qualidade à educação – preceito constitucional – e dar conta dos novos desafios da contínua evolução do mundo em que vivemos. No entanto, tais mudanças não têm o condão de tornar inabilitados, da noite para o dia, os professores que já atuam nas escolas da educação básica e que se formaram em conformidade com as normas e leis de seu tempo.

A Lei 9.424/1996, já enfatizava de maneira perime a necessidade de integrar imediatamente os profissionais da educação em planos de carreira, que incentivassem e reconhecessem a necessidade de aperfeiçoamento constante. Em seu artigo 9º diz:

“Art. 9º. Os Estados, o Distrito Federal e os Municípios deverão, no prazo de seis meses da vigência desta Lei, dispor de novo Plano de Carreira e Remuneração do Magistério, de modo a assegurar:

I - A remuneração condigna dos professores do ensino fundamental público, em efetivo exercício no magistério;

II - O estímulo ao trabalho em sala de aula;

III - A melhoria da qualidade do ensino.”

Ora, uma lei¹³ não pode exigir planos de carreira no prazo de seis meses de sua vigência e, ao mesmo tempo, outra lei¹⁴, aprovada poucos dias antes, desqualificar aqueles que deveriam se beneficiar com eles. Assim fosse, criados os planos de carreira até 1º de julho de 1997, ninguém poderia a eles candidatar-se, no aguardo de requalificação segundo diretrizes curriculares que viriam a ser editadas apenas em 2002.

13 Lei 9.424, de 24 de dezembro de 1996, publicada no D.O.U de 26 de dezembro de 1996.

14 Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996, publicada no D.O.U. de 23 de dezembro de 1996.

A interpretação de que a Lei 9.394/1996 suspende os efeitos da Lei 9.424/1996 fere princípios elementares de hermenêutica jurídica (unidade, sistematicidade e coerência do sistema normativo), além de atentar contra a própria dicção do texto constitucional, quando dispõe sobre a qualidade na educação pública e gratuita (Art. 206, VII).

A insistência em fazer retroagir a lei e vulnerar os direitos dos professores, deles exigindo que tenham satisfeito no passado as normas editadas no futuro, tem tido efeitos perversos para a educação, trazendo insegurança generalizada não apenas para os profissionais, mas inclusive para famílias e alunos. A própria legalidade da formação dos estudantes na educação básica poderia vir a ser questionada, diante da suposta inabilitação repentina de seus professores.

É inadmissível que professores que se submeteram a provas e tiveram o valor de seus títulos julgados e avaliados em concursos públicos, e que, uma vez aprovados, tiveram o resultado de concurso homologado, foram nomeados e tomaram posse de seus cargos, tendo inclusive assumido o efetivo exercício, deixem de ter reconhecidos seus direitos subjetivos e consumados, sob o argumento de que uma lei nova retroagiu no tempo e anulou atos jurídicos perfeitos.

No início dos anos 2000 foram aprovadas novas diretrizes curriculares, modificando inclusive a duração dos cursos de bacharelado. Isso significa que um advogado, em meio a uma audiência em um Fórum, poderia ser colhido com a notícia de que seu diploma perdeu valor porque seu curso, concluído em data anterior, não satisfazia as novas exigências? Igualmente inadmissível seria pensar que um médico pudesse ser surpreendido em meio a uma cirurgia cardíaca pela notícia de que sua habilitação profissional foi anulada em decorrência de novas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Medicina. Além de vulnerar direitos profissionais legítimos, essa retroação coloca sob insegurança todos aqueles que dependem da atuação desses profissionais.

Se esses procedimentos são cabalmente inadmissíveis para o caso de advogados e médicos, por que não seria para o caso de professores? Será possível fazer tabula rasa de tudo quanto foi disposto sobre a valorização do magistério?

E isso, ao contrário do que uma análise parcial pode supor, dá a exata compreensão de que cursos que atendam as Diretrizes Curriculares Nacionais e demais normas que regem a matéria conformam a habilitação com efeitos prospectivos, de modo que a sua eventual superação por novos padrões estruturais do processo de ensino-aprendizagem jamais poderá desqualificar aquilo que se ergueu com fundamento em diretrizes passadas, boas e valiosas à sua época.

A recente aprovação das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica (Parecer CNE/CP 2/2015) afirma que a habilitação do licenciado pressupõe formação continuada, a partir de uma concepção de desenvolvimento profissional que leve em conta as especificidades locais de sua atuação, bem como o acompanhamento da inovação e desenvolvimento associados ao conhecimento, à ciência e à tecnologia. Essa concepção depõe em favor da inquestionável realidade de que o conhecimento pode começar nos bancos escolares, mas se projeta para além deles, num processo de atualização que se dá por iniciativa de quem já aprendeu a aprender, fazendo-o, no mais das vezes, no e em razão do exercício da profissão a que teve acesso justamente por decorrência de uma habilitação inicial, a que não se deve negar valia.

As mesmas diretrizes curriculares recém aprovadas, bem como outros instrumentos normativos já mencionados ou que por ventura venham a ser produzidos, permitirão a fusão de disciplinas escolares tradicionais, possivelmente alinhando as áreas avaliadas pelo ENEM com as disciplinas do ensino médio e com as áreas de formação de professores. Mesmo que não venha a ser criada a disciplina “Ciências Naturais” no ensino médio, novos cursos de licenciatura com essa designação poderão vir a ser criados sob essa justificativa, somando-se inclusive aos já existentes. Poderá, então, ser reabilitada a antiga dúvida sobre a continuidade da validade da habilitação profissional dos professores habilitados a ministrar apenas uma das disciplinas (Biologia, Física e Química), ou se eles perderão o direito de lecionar a eventual nova disciplina genérica.

O licenciando que estudou as leis de Newton, as ideias de Galileu, Lavoisier ou de Darwin, qualificou-se para o exercício do magistério desses conteúdos

conceituais. Tradicionalmente eles figuram em determinadas disciplinas escolares, que poderão ter seu nome ou estrutura modificados no futuro, inclusive por novo texto a ser introduzido na Lei 9.394/1996. Novos cursos de formação de professores poderão conformar-se a esses novos arranjos curriculares da educação básica. No entanto, o novo texto legal, ou mesmo uma nova lei, ao modificar aspectos curriculares, tornará obsoleto o conhecimento produzido pelas figuras luminárias da ciência moderna, ensinado nas escolas e exigido em concursos públicos e exames, como o ENEM? Se o professor de matemática não deixará de saber ensinar como calcular o valor da hipotenusa a partir dos catetos de um triângulo retângulo, por que então o professor de Física, Química ou Biologia deixaria de estar qualificado para ensinar os conteúdos que domina em disciplina em cujo programa eles venham a figurar?

Diante de previsíveis mudanças futuras na estrutura curricular da educação básica e/ou da formação de professores, não pode ser levantada dúvida quanto ao direito subjetivo dos atuais professores em relação à sua habilitação profissional ao magistério.

DIREITO INTERTEMPORAL EDUCACIONAL E CONCURSOS PÚBLICOS

Uma vez considerado o aspecto do exercício profissional, cabe considerar o aspecto da participação em concursos públicos. Se há profissionais legalmente habilitados para o exercício do magistério, de acordo com a lei da época em que se formaram, nada os pode impedir de participar de concursos públicos para o cargo de professor na atualidade.

Nos termos do Art. 48 da Lei 9394/96 os diplomas de cursos reconhecidos têm validade nacional (quando registrados) como prova da formação recebida por seu titular. Quando a lei define um requisito acadêmico para habilitação profissional no magistério ela estabelece as condições de validade de contratos. O ato jurídico perfeito emana de contratos válidos e gera direito. O Poder Público tem a obrigação de reconhecer a habilitação profissional decorrente de ato jurídico perfeito e o direito subjetivo que foi incorporado irreversivelmente ao patrimônio pessoal dos egressos de cursos profissionais.

As pessoas que foram legalmente habilitadas para o exercício do magistério por força de ato jurídico perfeito têm assegurado o reconhecimento de seu título profissional por toda a vida, tendo incorporado irreversivelmente essa prerrogativa a seu patrimônio pessoal, não podendo ser impedidos de exercer a profissão docente na esfera da habilitação específica na forma da lei. Outro preceito importante em relação ao direito refere-se ao fato de ele ser incorporado mesmo se não exercido, caso em que, como vimos, é dito direito adquirido.

Todos os profissionais da educação que adquiriram a prerrogativa do magistério podem, de forma legal, participar de qualquer mecanismo de acesso a funções docentes, em especial na esfera do serviço público. O **concurso público de provas e títulos** é genuinamente o mecanismo de acesso consagrado em nossa Carta Magna (art. 206, V, com a redação da Emenda Constitucional 19, de 04/06/98). A LDBEN, também ressalta a importância do concurso público de provas e títulos (Art. 67, I), franqueado a todos os que estão legalmente habilitados, como via única de acesso a cargos docentes. A LDBEN chega a ser inclusive incisiva nesse ponto dado que o Art. 85 diz que *qualquer cidadão habilitado com a titulação própria poderá exigir a abertura de concurso público de provas e títulos para cargo de docente de instituição pública de ensino que estiver sendo ocupado por professor não concursado, por mais de seis anos*.

Professores em atuação na atualidade iniciaram seus cursos profissionais sob a égide de diferentes referências legais. Os ingressantes após o início da vigência da lei 9394/96, a tem como base e, via de regra, não há dúvidas sobre seus direitos profissionais. No entanto, os que ingressaram anteriormente à nova LDBEN, estiveram sob a influência de diferentes normas, como diversas resoluções do extinto CFE, Decretos-Lei, por exemplo DL 86.324, de 31/08/81, DL 91.004, de 27 de fevereiro de 1985, bem como Portarias Ministeriais, como a PM 162, de 6 de maio de 1982, PM 166, de 5 de março de 1985, PM 35, de 27 de novembro de 1985, e PM 399, de 28 de junho de 1989. Assim, existe uma pletora de situações nas quais foi outorgado diploma legal para exercício profissional no magistério nos últimos 30 anos, sendo que muitos desses profissionais ainda estão em exercício. Tendo origem em atos jurídicos perfeitos, é facultada à

docência em determinadas disciplinas aos portadores de diplomas, de acordo com os diferentes quadros legais aos quais estão jungidos.

Firma-se aqui, portanto, um importante preceito: o agente público não pode, com base na Lei 9394/96, com a redação presente ou futura, em nenhum tempo, impedir profissionais da educação legalmente habilitados de participar de concurso público e a seu pretexto não podem ser cometidos quaisquer atos contra o efetivo exercício profissional de professores legalmente habilitados de acordo com legislações da época na qual os atos se efetivaram.

Os sistemas de ensino têm à sua disposição professores com diploma de nível médio e de licenciatura plena, ao lado de portadores de diplomas de licenciatura de curta duração (como parte de quadro docente em extinção). Cabe aos sistemas de ensino priorizar aqueles que, na forma da lei, mais contribuam para a causa da qualidade na educação por meio de normatização complementar, de acordo com o que dispõe o Art. 211 da CF e Art. 10 e 11 (entre outros) da Lei 9394/96.

Assim, o Parecer CNE/CEB 26/2000 registra:

“Como o acesso ao cargo docente na rede pública tem como via única o concurso público de provas e títulos (CF, art. 206, V, LDBEN, art. 67, I), é lógico supor que os professores que se submeterem a concursos públicos terão seus títulos avaliados, quando será aquilatado o valor relativo de cada título apresentado, inclusive os obtidos em programas de desenvolvimento profissional. É do interesse do profissional em particular, esteja em efetivo exercício ou não, e da educação em geral, que tais programas sejam implementados pelos sistemas de ensino.

Ao realizar concursos públicos para cargos docentes, as administrações públicas devem atentar a essas disposições legais e, ao mesmo tempo, ao interesse maior da educação. É da dicção do texto constitucional que a educação, obrigação do Estado, deve ser de qualidade (CF, art. 206, VII). Portanto, os professores devem ter seus títulos avaliados, quando do ingresso na carreira docente, seja por concurso ou seleção pública, no interesse maior da educação. Assim, os editais para concursos públicos devem prever a participação de profissionais que estejam em

conformidade com a legislação atual, satisfazendo exigências mínimas, bem como a de profissionais que não as possuem, mas têm direito adquirido por terem satisfeito, sob outras legislações já extintas, os requisitos então exigidos. Caberá ao certame de títulos a valoração relativa pertinente, podendo conferir valores diferentes às diferentes modalidades de formação, inclusive diplomas não mais expedidos atualmente (licenciaturas curtas), mas que conferiram a seus portadores, à época, direito à docência.”

Dessa forma, editais de concursos públicos devem conter uma parte referente ao certame de títulos, no qual serão aquilatadas as diferentes credenciais apresentadas e sua validade, segundo os quadros legais de referência. Caso o edital não preveja a participação de algum tipo de profissional legalmente habilitado, os cidadãos que se considerarem lesados devem, antecipadamente à realização das provas, pleitear o direito de inscrição, na forma legal, por requerimento especial ou, se não respondido ou denegado, por via judicial. Assim, registrando o fato de o possuidor ter credenciais distintas das previstas no edital, ele deixa claro que não cumprirá literalmente todos os itens do edital, mas assume compromisso com o conteúdo de seu pleito, apresentando a credencial que declara possuir.

Os profissionais que não tiverem pleiteado à época própria o direito de participação no concurso, não poderão fazê-lo após a realização do referido concurso. Para atos de nomeação e posse a autoridade competente, no exercício de sua função pública, está compelida a exigir as credenciais solicitadas no respectivo edital previamente à realização das provas, quais sejam, as que implícita ou explicitamente os candidatos declararam possuir, inclusive em petição específica.

Nesse particular, podemos localizar alguma tendência jurisprudencial¹⁵ muito mais atenta à

15 “Conforme bem delineou o acórdão recorrido, a licenciatura curta obtida pela recorrente estava em conformidade com a exigência legal. Contudo, se o edital do concurso público, atentando-se a novos parâmetros legislativos, exige a licenciatura plena para o exercício do cargo, não há como admitir os efeitos da graduação curta como se plena fosse, como pretende a recorrente.

Mutatis mutandis, o STJ tem afastado a existência de

formalidade do concurso público e de seu edital, do que à análise material do próprio direito ao exercício do magistério. Chama-se a atenção do Poder Judiciário para a necessidade de que avaliação do caso controvertido, em tais hipóteses, não deixe de considerar as situações jurídicas constituídas muito antes da edição dos editais, os quais, nem sempre, são capazes de apreender — seja por desconhecimento ou displicência da Administração, seja por verdadeira compactuação com arranjos estruturais, conjunturais e mercadológicos diversos — relações jurídicas já estabilizadas e merecedoras de igual proteção da lei.

Quando se publica um edital de concurso público para provimento de cargos de professores, não se pode considerar que as únicas pretensões legítimas a serem satisfeitas são as atinentes ao preenchimento das vagas de magistério. Também é legítima e protegida a pretensão de toda a sociedade, no que se inclui o interesse próprio dos habilitados de concorrem em condições equilibradas, parametrizadas pelo conjunto normativo global que regula a atividade e, que no caso, muito longe está de restar limitada pela atual LDBEN. O concurso público também é um importante instrumento de satisfação dos interesses dos cidadãos-profissionais.

direito líquido e certo de impetrante, assim como fizera a Corte de origem, que intenta, por meio de mandado de segurança, acolher tese de que a licenciatura curta é apta a produzir os mesmos efeitos da graduação plena, quando esta é requisito constante no edital. Isso porque o concurso público rege-se pelo princípio da vinculação ao edital.” (AREsp 037307/RS, Rel. Min. HUMBERTO MARTINS, Segunda Turma, DJe. 24.2.2012)

“ADMINISTRATIVO. RECURSO ORDINÁRIO EM MANDADO DE SEGURANÇA. CONCURSO PÚBLICO. REQUISITOS EXIGIDOS PELO EDITAL NÃO COMPROVADOS. DIREITO LÍQUIDO E CERTO. AUSÊNCIA. RECURSO NÃO PROVIDO.

1. O edital é a lei do concurso, cujas regras vinculam tanto os candidatos quanto a Administração.

(...)

3. No caso a recorrente, não obstante possua carteira profissional de professora, emitida pelo Ministério da Educação na vigência da revogada Lei 5.692/71, que lhe autoriza lecionar língua inglesa em turmas de 1º e 2º graus, não possui a graduação exigida pelo edital do certame, pelo que não há ilegalidade no ato que a declarou inabilitada para o cargo pretendido.

4. Recurso ordinário não provido.” (RMS 32.927/MG, Rel. min. ARNALDO ESTEVES LIMA, Primeira Turma, DJe de 2.2.2011).

Como o núcleo duro do direito à educação reside essencialmente na tutela da relação aluno-professor, importante considerar que as legislações e diretrizes educacionais amoldem-se à realidade própria não só do alunado, mas também do professorado. Nesses termos é que uma nova diretriz poderia mesmo fundir disciplinas numa única, como, por exemplo, biologia, física e química, sob a rubrica “ciências naturais”. Mas seria justo, razoável mesmo, obrigar todos os professores daquelas especialidades a generalizarem-se, ou poder-se-ia contemplar, na condução dessa disciplina única, a participação compartilhada daqueles especialistas? Parece-nos que — somente na segunda opção — se estará privilegiando um juízo de razoabilidade, proporcionalidade, vez que o mesmo resultado (eficiência pedagógica) será obtido com menor sacrifício do professor.

O licenciado generalista terá maior domínio das leis de Newton do que o licenciado em Física? Tal raciocínio pode ser estendido às demais especialidades e às Humanidades, e não será difícil concluir que apenas em locais com carência de professores especialistas será possível alocar os generalistas, mas, mesmo assim, sem impedir que os alunos possam ter aulas com os professores disponíveis que melhor dominem o conteúdo conceitual curricular.

NOVO CENÁRIO EDUCACIONAL E FORMAÇÃO DE PROFESSORES

A legislação brasileira não permitia a formação de fundos de investimento e a distribuição de lucros por instituições de educação superior (Lei 5540/1968, Art. 4º). A nova legislação da década de 1990 deixou de restringir a constituição da personalidade jurídica das mantenedoras das IES, de modo que a distribuição de lucros e a abertura de capital passaram a ter a devida provisão legal. Com a edição da Lei 9870/1999, foi alterado o Art. 7º. da Lei 9131/1995, que passou a ter a seguinte redação:

Art. 7º. As pessoas jurídicas de direito privado, mantenedoras de instituições de ensino superior, previstas no inciso II do art. 19 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, poderão assumir qualquer das formas admitidas em direito, de natureza civil ou comercial e, quando constituídas como fundações, serão regidas pelo disposto no art. 24 do Código Civil Brasileiro.

Com a possibilidade de assumir qualquer das formas admitidas em direito, sem restrições, houve abertura de capital de muitas instituições, com participação de grandes grupos de investidores. Isso liberou seus mantenedores dos “artifícios que tradicionalmente utilizaram para se apropriarem dos resultados financeiros de suas atividades educacionais formalmente não lucrativas: empregar membros da própria família no corpo dirigente com salários acima dos praticados no mercado, (...)” (SAMPAIO, 2011, nota 15, p. 33)¹⁶.

A autonomia universitária, conferida pela CF/88, trouxe a possibilidade de maior dinamismo na disputa por alunos. De fato, houve expressivo aumento do número de universidades privadas, que triplicou em menos de dez anos, mesmo em um mercado sem expressivo aumento do número de matrículas. A situação começou a modificar-se com a criação do ENEM, fruto da percepção de que o mercado privado poderia crescer incorporando os egressos do ensino médio que tradicionalmente não se dirigiam ao ensino superior, o que efetivamente trouxe novo ciclo de expansão das matrículas no mercado privado. Entre 2000 e 2004 as matrículas nas instituições privadas quadruplicaram no Nordeste e mais do que dobraram na região Norte (SAMPAIO, 2011, nota 21, p. 35).

Entre 2008 e 2011 o sistema de educação superior privado passou por uma fase de estagnação, oferecendo número de vagas muito superior à demanda, da ordem de duas vagas por candidato. O estímulo ao crescimento da demanda pode ser percebido em importantes mudanças a partir de então, cujo corolário é o Plano Nacional de Educação, cujo projeto original foi encaminhado ao Congresso Nacional em dezembro de 2010.

A partir de então, uma série de mudanças nas normas de organização e avaliação das IES alterou o cotidiano de muitas instituições tradicionais, que se viram compelidas a ceder suas posições a outros titulares, incentivando um inédito movimento de capitais, com fusões e aquisições de grandes dimensões para os padrões nacionais. As ações implementadas entre a remessa do projeto ao Congresso e sua

16

SAMPAIO, H. O setor privado de educação superior: continuidades e transformações. Revista Educação Superior Unicamp 4: 28-43, (2011).

aprovação, em junho de 2014, confirmam a falta de delimitação objetiva das fronteiras entre os domínios público e privado da educação brasileira (CUNHA, 2007)¹⁷. Inscrevem-se nessa geografia de garantia de recursos públicos para a atividade privada atitudes latitudinárias, desde a captação de alunos, subsidiando o exame de ingresso de maneira ilimitada ao longo da vida, até a formação inicial, continuada e pós-graduada de professores da educação básica.

A comercialização no mercado acionário, inclusive com participação de fundos de investimento estrangeiros, reagiu rapidamente a essas mudanças, com forte valorização de ativos na Bolsa de Valores, em especial no período 2010-2014. Nesse período foram alteradas as normas de financiamento estudantil, garantido fundos públicos federais para o pagamento de mensalidades escolares por meio do FIES, ao mesmo tempo em que se reduziam as exigências de garantias por parte dos alunos. A Kroton Educacional¹⁸, a maior empresa de educação privada do país, com mais de 1,5 milhões de estudantes, viu suas ações valorizarem cerca de 1.000% nesse período (Figura 1).

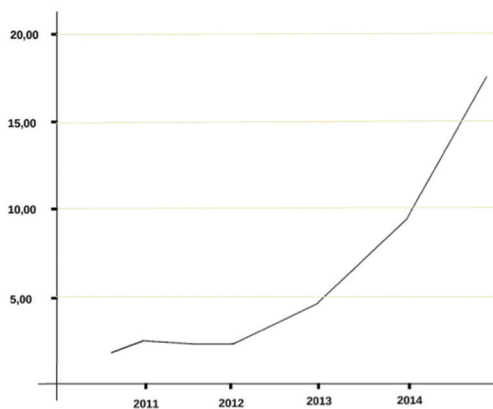


Figura 1. Evolução do preço (R\$) das ações da Kroton Educacional entre o final de 2010 e outubro de 2014. (Fonte: Thomson Reuters).

Essa valorização acompanhou de perto o incremento dos recursos do FIES, que somaram R\$ 1,1 bilhão em 2010, passando para R\$13,4 bilhões em 2014, (Figura 2).

Desembolso do governo federal com o Fies por ano

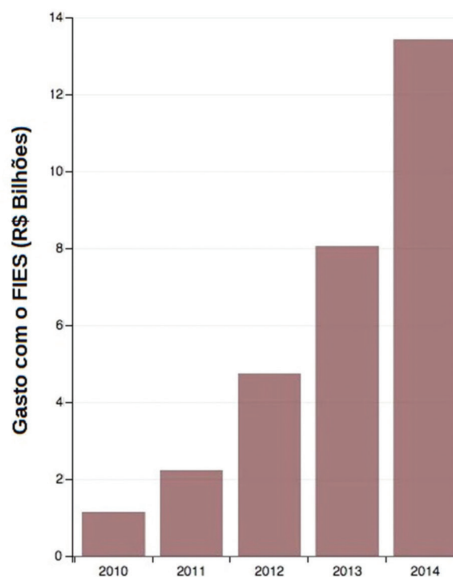


Figura 2. Evolução dos recursos do FIES.

(Fonte: O Estado de São Paulo, 15 de fevereiro de 2015¹⁹).

Esse novo mercado tem demonstrado ser particularmente sensível a modificações do FIES, inclusive com as restrições introduzidas em dezembro de 2014. O PNE traz referências expressas a ele, assegurando provisão financeira para o grande movimento de qualificação profissional dos professores, seja em nível de graduação, seja em nível de pós-graduação. Assim, não seria ocioso lembrar que esse mercado exercerá considerável pressão para aumentar a demanda por serviços educacionais financiados diretamente pelo erário, e as disposições do PNE são particularmente indicativas dessa possibilidade.

O recurso da modalidade a distância (EAD) deve ser mencionado, por ter destaque no PNE, sendo referido explicitamente como destino de recursos do FIES. Há atuação marcante das IES privadas nesse segmento e recente movimento empresarial de aquisição foi registrado entre o grupo Anima Educação²⁰, proprietária de diversas IES, e o

¹⁷ CUNHA, L.A. O desenvolvimento meandroso da educação brasileira entre o Estado e o mercado. *Educação e Sociedade* 28 (100): 809-829, (2007).

¹⁸ Os dados da empresa foram colhidos em seu site institucional, em 08/11/2015.

¹⁹ Disponível em: http://linkis.com/sao-paulo.estadao.com.br/Gasto_com_Fies_cresc.html

²⁰ Os dados da empresa foram colhidos em seu site institucional, em 08/11/2015, e publicação de "Fato relevante", na imprensa do dia 22/04/2015

fundo de investimento Whitney, com sede em Miami (EUA), que atua no Brasil no mesmo segmento. Ao distratar o contrato de aquisição, por R\$ 4,1 bilhões, de duas IES de propriedade do fundo norte-americano, a empresa brasileira manteve a compra de equipamentos e softwares para educação a distância, visando ampliação futura, visto possuir cerca de 77 mil alunos em cursos presenciais de graduação, mas apenas 384 alunos em cursos de EAD²¹.

O fortalecimento do FIES, conforme previsto no PNE, foi confirmado no projeto original de Lei de Diretrizes Orçamentárias 2016 (MSG no. 098/2015-CN) encaminhado pelo Palácio do Planalto ao Congresso Nacional. A peça orçamentária trouxe uma série de cortes substanciais de programas sociais, com cortes significativos no programa “Minha Casa Minha Vida”, que sofreu redução de mais de 20%, com destinação de R\$ 15,57 bilhões, ao lado do de construção de creches e pré-escolas, reduzido em mais de 80%, passando de R\$ 3,864 bilhões, em 2015, para apenas R\$ 0,55 bilhão em 2016. Ao mesmo tempo, o único programa que teve aumento de orçamento foi justamente o FIES, que figura naquela peça como o programa mais bem aquinhado da área social, com o total de R\$ 18,838 bilhões (O Estado de São Paulo, 27/09/2015, pág. B5²²). Como vimos, a redação final do PNE permite contabilizar esses recursos como investimento público em educação, mesmo sendo destinados exclusivamente a instituições privadas.

A possibilidade de formação do licenciado nas *“diferentes áreas do conhecimento e com integração entre elas, podendo abranger um campo específico e/ou interdisciplinar”* (Parecer CNE/CP 02/2015, p. 42) traz a possibilidade de formação do professor multidisciplinar de ciências para atuação no ensino médio. As novas Diretrizes Curriculares Nacionais trazem, inclusive, normas específicas para o regresso dos professores aos bancos escolares para a realização de “segunda licenciatura”, o que consagraria a imagem do professor multidisciplinar. Esse profissional provavelmente virá a ser preferido pelos sistemas de ensino, uma vez que existe marcada carência de professores de certas áreas, em especial das disciplinas científicas, como no

caso da Química e Física, que poderiam passar a ser atendidas por professores multidisciplinares.

A alteração do quadro de disciplinas dos currículos escolares da educação básica, com seu alinhamento com as áreas do ENEM, poderá ensejar uma possível demanda de professores com credencial profissional genérica, em especial se vier a ser aprovado o PL 6840/2013. Assim, os conteúdos atualmente desenvolvidos nas tradicionais disciplinas de Física, Química e Biologia, passariam a ser reunidos e ministrados em uma nova disciplina escolar do ensino médio, “Ciências Naturais”, tal qual figura no referido exame. Os professores com formação específica em Biologia, Física e Química poderiam ser impedidos de ministrar a nova disciplina escolar? Poderiam ser impedidos de participar de concursos públicos, ou de tomar posse nos rituais de nomeação? Como vimos, por mais absurdas que pareçam essas questões, há que se considerar os precedentes de nossa história recente. A restrição ao exercício profissional afronta a legislação vigente, inclusive de patamar constitucional, mas já foi observada entre nós, inclusive formando jurisprudência pouco consistente. Ademais se observe o disposto no PL 6.114/2009, que pretende instituir um exame nacional para o magistério, que poderá acrescentar novos elementos à questão da qualificação profissional dos professores.

Diante desse quadro, com fortes interesses econômicos, antes ausentes do cenário educacional, pelo menos com a intensidade atual, as novas disposições normativas podem voltar a ser vistas como capazes de vulnerar direitos profissionais dos professores. Editais de concursos públicos eventualmente restringirão a participação de professores com credenciais obtidas de acordo com regramentos anteriores, o que constituirá forte incentivo para o retorno aos bancos escolares. A disponibilidade de financiamento público para cursos oferecidos em instituições privadas, inclusive na modalidade a distância, poderá ampliar as chances desse movimento. Como vimos, o PNE traz provisão específica nesse sentido, requerendo o fortalecimento do FIES, o que de fato acabou sendo consagrado na proposta original da peça orçamentária de 2016, malgrado a situação dramática de cortes em programas sociais de grande relevância, como a construção de creches e pré-escolas.

21 Dados referentes ao segundo trimestre de 2015, colhidos no site da instituição em 08/11/2015.

22 Notícia disponível em: http://linkis.com/economia.estadao.com.br/Governo_cortara_R_25.html

As universidades públicas têm, como é bem sabido, agilidade muito menor para mudanças curriculares, e particular reserva em relação a cursos genéricos, mesmo diante de forte apelo mercadológico. Diante de mudanças rápidas do quadro legal de referência para a formação de professores, poderão enfrentar considerável dificuldade em justificar a manutenção de cursos tradicionais, em áreas específicas, diante de possível notícia de que seus egressos perderão suas prerrogativas profissionais. A jurisprudência, como mencionado, pouco tem levado em conta os aspectos essenciais da verdadeira tutela da relação professor-aluno que se espera do poder público.

A valorização do magistério é, como bem apontam diversos documentos e textos legais, condição essencial para a melhoria da qualidade da educação básica. No entanto, ela não pode ser realizada com palavras vazias, mas considerar sua dimensão real, com efetiva elevação salarial, e simbólica, com valorização social do ofício de professor. No entanto, deve contemplar ainda sua dimensão formal. As credenciais profissionais dos professores não podem continuar a ser consideradas precárias e provisórias, mantendo-os em situação de permanente insegurança jurídica e desrespeito a seus direitos subjetivos, por razões meramente mercadológicas.

POSFÁCIO

Este texto foi redigido no segundo semestre de 2015, a partir de dados referentes a 2014, consolidados até setembro de 2015, como no caso da Proposta de Orçamento da União. Vivemos, ao longo de 2016, um período ímpar de nossa história política, econômica e educacional, com uma série de modificações dramáticas. A Emenda Constitucional nº 95/2016, aprovada no apagar das luzes de 2016, impôs profunda mudança no panorama econômico nacional, instituindo-se Novo Regime Fiscal, com indiscutível reflexo sobre a execução das metas do

PNE. As normas relativas à concessão de contratação do FIES continuam a ser objeto de negociações, tendo havido expressiva redução dos montantes liberados, desde o início de 2015. Importante frisar que o constrangimento de gastos públicos (“teto”) previsto na EC 95/2016 não alcança o FIES e o PROUNI, pois não caracteriza despesa primária, mas financeira, ou renúncia de receita.

Outra modificação importante foi proposta nas normas que regem o conteúdo da educação, tanto o ensino médio como a formação de professores, o que se deu pela Medida Provisória nº 746/2016, a qual, no momento de revisão deste texto (fevereiro de 2017), já aprovada e sancionada (Lei 13.415/2017). Especial atenção deve ser dedicada às emendas introduzidas no texto original encaminhado pelo Executivo, em especial na nova redação conferida ao Art. 61 da Lei 9394/1996, destacando-se a inserção do inciso V, que considera profissionais da educação “profissionais graduados que tenham feito complementação pedagógica, conforme disposto pelo Conselho Nacional de Educação”.

A análise aqui apresentada contribui para compreender a lógica das modificações implementadas entre o momento em que este texto foi escrito e a edição da MP 746/2016 e aprovação da Lei 13.415/2017, em especial nas alterações dos Artigos 61 e 62 da Lei 9394/1996, que definem os perfis dos profissionais da educação e sua formação inicial e continuada, na forma de “complementações pedagógicas”. Todas as IES devem modificar seus cursos de formação de professores com uma nova proposta da BNCC, a ser balizada pelas áreas do ENEM, as quais passaram a fazer parte, pela primeira vez, do texto legal da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Este texto tratava justamente desta hipótese e das possíveis consequências para os professores formados de acordo com a norma anterior e possíveis questionamentos sobre a validade futura de suas credenciais profissionais.

REFERÊNCIAS

CUNHA, L.A. *O desenvolvimento meandroso da educação brasileira entre o Estado e o mercado*. Educação e Sociedade 28 (100): 809-829, (2007).

FAUSTO, B. *História do Brasil*, São Paulo: EDUSP, 1995

FRANÇA, R.L. *Direito Intertemporal Brasileiro, doutrina da irretroatividade das leis e do direito adquirido*, São Paulo: Editora dos Tribunais, 1968, 2ª. edição, p30-3.

MENDES, Gilmar Ferreira; BRANCO, Paulo Gustavo Gonet. *Curso de direito constitucional*. 7ª ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2012.

SENA, Paulo. *A história do PNE e os desafios da nova lei*. pp 9-42, IN BRASIL [Plano Nacional de Educação (PNE)] Plano Nacional de Educação 2014-2024 [recurso eletrônico]: Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014, que aprova o Plano Nacional de Educação, (PNE) e dá outras providências. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2014. p. 25-6)

SAMPAIO, H. *O setor privado de educação superior: continuidades e transformações*. Revista Educação Superior Unicamp 4: 28-43, (2011)

SANTOS, A.J. *Direito Intertemporal e o Novo Código Civil*. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2003.

SUPREMO TRIBUNAL DE JUSTIÇA. AREsp 037307/RS, Rel. Min. HUMBERTO MARTINS, Segunda Turma, DJe. 24.2.2012

SUPREMO TRIBUNAL DE JUSTIÇA. RMS 32.927/MG, Rel. min. ARNALDO ESTEVES LIMA, Primeira Turma, DJe de 2.2.2011

TAVARES, André Ramos. *Curso de direito constitucional*. 10. ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2012, p. 769)

TOLEDO, C. *Direito Adquirido & Estado Democrático de Direito*. São Paulo: Landy Editora, 2003.

BASES CURRICULARES DE CIÊNCIAS: O QUE DIZEM AS EVIDÊNCIAS E MELHORES PRÁTICAS

João Batista Araujo e Oliveira

*Instituto Alfa e Beto*¹

O presente trabalho aduz evidências científicas e melhores práticas sobre a importância e qualidade de currículos escolares para analisar a qualidade da proposta das Bases Curriculares de Ciências apresentadas pelo Ministério da Educação em meados de 2015. O artigo compara os currículos de Ciências dos países com melhor desempenho nos testes do TIMSS e utiliza dois dos três critérios internacionalmente usados para avaliar currículos, coerência e rigor, para demonstrar as fragilidades da proposta apresentada. O artigo conclui com uma análise das implicações das fragilidades apontadas na proposta do MEC para a fase de implementação e com uma breve nota a respeito da impropriedade de definir um currículo único para o Ensino Médio antes de considerar a necessidade de diversificar as opções para os alunos desse nível de ensino, a exemplo do que ocorre no resto do mundo.

INTRODUÇÃO

Currículos constituem a carteira de identidade de um sistema educacional. As primeiras universidades ministravam as disciplinas que compõem o currículo clássico do *Trivium* e *Quadrivium* (Joseph, 2014), uma proposta que articulava e integrava os instrumentos e conhecimentos considerados adequados para promover uma educação liberal, isto é, de um cidadão preparado para pensar livremente. Resquícios desse conceito ainda se encontram, de maneira fragmentada, na ideia dos *Liberal Arts Colleges*. Ian Comênio, na sua *Didacta Magna* (1593-1634) propôs uma primeira

articulação de currículo com metodologias para o seu ensino e, no bojo de sua proposta, abriu o flanco para a segmentação do conhecimento e sua consequente fragmentação. Com a Revolução Industrial, o Enciclopedismo e a constituição dos Estados Nacionais a escola foi substituindo às famílias e à Igreja, como instrumento de transmissão da cultura adquirida pelos antepassados, e ficou responsável, especialmente, por transmitir os conhecimentos e habilidades necessários para assegurar os ideais da racionalidade e do Progresso – preparando o indivíduo para conviver e contribuir produtivamente com a sociedade.

¹ Artigo apresentado no Simpósio de Educação Técnico-Científica no Ensino Médio, promovido pela Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 30 de novembro e 1º de dezembro de 2015.

Os conhecimentos que a escola deve transmitir é o objeto dos currículos. Como deve transmiti-los é objeto da Pedagogia – mas essas definições acabam por se tornar interdependentes. Nada mais natural, portanto, que a discussão sobre currículo seja sempre objeto de atos autoritários nos países que utilizam a escola como meio de doutrinar os seus cidadãos, ou de intensos debates e discordâncias, entre cientistas, pedagogos e ambos, em países democráticos. O debate acirrado em torno de currículos é muito comum em países como França, Espanha e anglo-saxônicos. Nos EUA, esse debate, muitas vezes, tornou-se conhecido como “guerras”, as guerras dos métodos de Alfabetização (Snyder, 2008) ou *Math wars* (Klein, 2007). Na área de Ciências, especialmente a partir das propostas articuladas em torno do conceito de *STEM* (Science, Technology, Engineering and Mathematics), continuam intensas as discussões entre diferentes grupos, notadamente os que defendem propostas calcadas no ideário Pós-Moderno² e as posições mais conservadoras, consagradas em estudos e propostas articuladas em torno da National Academy of Sciences, e divulgada nas publicações da *National Academies Press* (Duschl, Schweingruber e Shouse, 2007). A falta de intensos debates sobre um tema tão relevante – como ocorre no Brasil – é, por si, reveladora de graves problemas na comunidade científica e acadêmica, na sociedade e, conseqüentemente, no setor educacional.

O Brasil parece estar acometido de uma acentuada crise de sufocamento de ideias e inapetência pelo debate - em parte explicado pelo abandono de referências curriculares fundamentais como o ensino da Gramática e da Retórica, centrais na concepção clássica de uma Educação Liberal, isto é, para formar cidadãos capazes de pensar livremente – vem sendo provocada por uma aparente hegemonia de determinada forma de pensar a Educação e o ensino. Esse pensamento – cuja origem filosófica e ideológica é extremamente consistente – foi sendo desenvolvido progressivamente em diversos países e seus desdobramentos no Brasil começam com a crítica ao ensino de conteúdos – denominada de “Pedagogia Bancária”, por Paulo Freire – passando

a diversos aspectos, como: a teoria da reprodução, a crítica às disciplinas como base para estabelecimento de currículos, a autoridade do professor, a hierarquia escolar, os exames, aos diagnósticos, que são taxados como criadores de estereótipos, os livros didáticos, a disciplina “imposta”, a avaliação, a liberdade de expressão, que passa a ser regulamentada pelo “politicamente correto”, enfim, os próprios currículos e a função da escola (Enkvist, 2014). Este artigo concentra-se na questão do currículo, ilustrando o argumento com a análise de currículos de Ciências, contrapondo as práticas usadas nos países cujos alunos logram melhor desempenho com as propostas apresentadas pelo MEC em 2015.

Embora o currículo do MEC seja apresentado sem menção aos autores, face à virtual falta de análises e críticas consistentes a ele, é importante identificar e caracterizar a predominância, no país, de uma determinada forma de entender o que seja Ciência e produção científica sobre ensino e aprendizagem, antes de prosseguir com a apresentação e análise do currículo.

A Tabela 1 é ilustrativo do fosso que parece separar o pensamento hegemônico dos educadores brasileiros em relação ao que se considera como “estado da arte”, paradigma dominante nos países industrializados. A tabela compara os autores, citados por duas autoridades, como representativos do que há de mais avançado no conhecimento sobre aprendizagem e ensino de Matemática. Ao lado esquerdo encontram-se os autores mencionados na 2ª edição do livro *The Number Sense*, por Stanislas Dehaene (2011), professor do Collège de France, recipiente do *Brain Prize* 2014, concedido pela Grete Lundberg European Brain Research Foundation. Na outra coluna, encontram-se os pesquisadores mais frequentemente citados em publicações de autores brasileiros como sendo as principais referências na área.

2 Dois exemplos desse pensamento encontram-se nos documentos divulgados pela ANPED e ABDC (2015) e por Coutinho, Andrade e Faria (2015) a respeito da proposta curricular do MEC.

Tabela 1. Quem são os principais pesquisadores sobre aprendizagem e ensino de matemática: duas perspectivas

DEHAENE	REFERÊNCIAS MAIS USUAIS NO BRASIL
• Imagens de cérebro: M. Posner, D. Tucker, M. Murias, D. LeBihan, A. Syrota, B. Mazoyer. • Psicolinguistas: E. Dupoux, A. Christophe, C. Pallier. • Desenvolvimento infantil: R. Gelman, R. Gallistel, K. Wynn, S. Carey, J. Bertoincini. • Neuropsicologia: J. Signoret, A. Caramazza, M. McCloskey, B. Butterworth, X. Seron. • Pesquisadores proeminentes: E. Brannon, R. Case, J.P-Changeux, Ghislaine Dehaene-Lambertz, W. Fias, E. Gallistel, R. Gelman, U. Goswami, G. Jorland, N. Kanwisher, A. Nieder, M. Posner, B. Mc Candliss, S. Shaywitz, B. Shaywitz, H. Terrace.	• Psicologia: Piaget, Inhelder, Smezminka, Vergnaud, Carraher, Bryant, Schlieman, Magna, Campos, Spirilo, Meira, Hrealy, Pozzi, Sutherland, Sinclair, Healy. • Historiadores: Valente e Silva, Garrika e Barakhi, Silva, Schiliemann. • Modelos de ensino que não se baseiam em dados empíricos: Machado. • Etnomatemática: d'Ambrosio.

(Fonte: Dehaene, 2011).

O fosso não poderia ser maior.³ Não surpreende, portanto, que a proposta de currículo, ora em processo de consulta pública sem debate, esteja associada a essa visão pedagógica predominante, e, consequentemente, dissociada do que ocorre em

3 No preparo do presente texto o autor reviu cerca de 1.500 artigos publicados em revistas com as notas máximas do sistema da CAPES nos últimos cinco anos, bem como as teses de mestrado e doutorado publicadas pelos alunos de instituições de ensino de Ciências com notas 6 e 7 na CAPES. Menos de uma dezena desses artigos usa métodos empíricos para testar ou validar hipóteses, a maioria consiste de estudos ou especulações teóricas, estudos de caso ou propostas de roteiros ou equipamentos para uso didático. As citações são quase sempre de autores brasileiros e de livros e artigos publicados em Língua Portuguesa. Araujo (2006) observa como é difundida a fixação dos educadores matemáticos em figuras de importância histórica como Piaget e Vygotsky, apesar de suas teorias e propostas já terem sido suplantadas por evidências empíricas há, pelo menos, três décadas.

países que seguem o paradigma científico dominante a respeito de como ensinar e como aprender.

O presente artigo organiza-se em duas partes. A primeira apresenta evidências sobre a importância de um currículo, associando a qualidade da proposta curricular com o desempenho dos alunos e analisando a proposta da Base Curricular Nacional à luz dos critérios de qualidade curricular baseados nas práticas dos países de melhor desempenho. A segunda parte analisa implicações da adoção de um currículo frágil para os diversos aspectos de sua implementação.

O CURRÍCULO E SEUS IMPACTOS

Currículos são importantes por uma série de razões. Schmidt (2011) observa que há forte relação entre a presença de determinado tópico no currículo e o nível de acertos dos alunos em testes internacionais de Ciências e Matemática, como o TIMMS (*Trends in*

International Mathematics and Science Study). Isso sugere que, para que os alunos aprendam, é necessário haver ensino, e também que a menção de um tópico no programa de ensino aumenta a chance de que seja ensinado, e, conseqüentemente, seja aprendido. Disso não se segue necessariamente que a presença de um grande número de tópicos esteja associada a um ensino de alta qualidade. Apenas aponta que o currículo tem efeitos sinalizadores importantes num sistema educacional.

Com base nos mesmos dados do TIMMS, Schmidt, Hsing & Curtis (2005) analisaram as características intrínsecas dos currículos de Matemática e Ciências, nas séries equivalentes ao nosso Ensino Fundamental, em países com melhor desempenho nesse teste. Neste artigo, concentramo-nos nos dados relativos aos currículos de Ciências – embora as conclusões sejam coincidentes com as dos de Matemática. Os quatro melhores países foram: Cingapura, Coreia, Japão e República Tcheca. Em Matemática, além desses quatro, incluem-se Bélgica e Hong Kong.

Em todos esses – e na maioria dos países industrializados – o ensino fundamental de Ciências é como no Brasil, ocorrendo por meio de uma só disciplina, que congrega os conhecimentos de Biologia, Física, Química e Ciências da Terra. O objetivo é sempre o mesmo: por um lado, assegurar os conhecimentos necessários para que o indivíduo compreenda o mundo em que vive e saiba utilizar e beneficiar-se desses conhecimentos e das tecnologias e técnicas a eles associados; por outro lado, visa assegurar aos indivíduos condições de optar pela continuidade de estudos, seja na vertente acadêmica, técnica ou em cursos profissionalizantes mais aplicados. Cabe observar que só exercerá efetivamente uma opção o aluno que tiver adquirido os conhecimentos necessários e suficientes para enfrentar as exigências das diferentes opções. Isso representa uma enorme responsabilidade na elaboração de um currículo. A articulação com os níveis anteriores e posteriores de escolaridade constitui outro critério importante para avaliar a qualidade de um currículo.

O CURRÍCULO DE CIÊNCIAS NOS PAÍSES DE MELHOR DESEMPENHO

A Tabela 2 apresenta o currículo desses quatro países, organizado por tópicos e séries. O **quadrado**

significa que o tópico é ensinado em todos os quatro países e o **círculo**, em três dos quatro países. Cabe observar que (1) apenas um dos quatro países ensina Ciências nos dois primeiros anos, não havendo qualquer consenso nos demais países que participam do TIMMS a respeito do que ensinar nessas séries iniciais; (2) os diferentes tópicos entram no currículo em diferentes momentos, mas, após sua entrada, continuam a ser ensinados até o final do ciclo – o que sugere que são aprofundados nos anos subsequentes; (3) o número de tópicos aumenta a cada ano, refletindo um entendimento do aumento da capacidade de compreensão dos alunos.

Merece atenção especial a ordem em que os conteúdos são inseridos no currículo. Ela reflete uma teoria curricular cujas implicações nada têm de triviais. Na base, encontram-se os conceitos mais fundamentais da Ciência: classificação dos seres vivos, das características físicas da Terra, da matéria e suas propriedades e as diferentes formas de energia.

Uma inspeção visual, apoiada em uma análise mais profunda desses currículos, permite identificar uma estrutura triangular (anos 3-4, 5-6, 7-8), com três estágios articulados: na base (3 e 4 ano) encontram-se os conhecimentos da Biologia, que continuam a serem aprofundados nas séries seguintes; no meio (5 e 6 ano) o foco em Ecologia e Meio Ambiente é apoiado por conhecimentos de Biologia e Ciências da Terra; nas séries finais (7 e 8 ano) são introduzidos conceitos de Química, Bioquímica, Fisiologia, Ciências da Terra e Física, apoiados em conceitos de Biologia e Química. Em cada país, um tópico geralmente é abordado ao longo de três anos consecutivos (o máximo são seis anos).

A Tabela 2 apresenta o currículo organizado pelo ano em que um determinado tópico será ensinado. A Tabela 3 permite uma análise adicional: a organização dos tópicos dentro de cada disciplina. Em Biologia, a progressão vai da (1) Taxonomia e Morfologia para (2) Ecologia e Meio Ambiente para (3) Fisiologia e Bioquímica – também obedecendo a uma estrutura triangular. O estudo das Ciências da Terra também vai da (1) descrição e Taxonomia para os (2) vários aspectos que governam o Sistema Solar e (3) a Terra em particular. Os tópicos de Física e Química também progridem (1) da descrição e classificação da matéria para (2) energia e forças para a (3) Química básica, energia e movimento.

Tabela 2. Tópicos por série

Tópico	Ano							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Órgãos e tecidos	*		●	●	●	●	●	●
Propriedades físicas da matéria	*		●	●	●	●	●	●
Plantas e fungos	*		●	●	●	●	●	■
Animais	*	*	●	●	●	●	■	●
Classificação da matéria	*		■	■	■	■	●	●
Rochas, solo	*		■	■	■	■	●	●
Luz	*		■		*		●	●
Elettricidade	*	*	*	■	*	■	●	●
Ciclo de vida	*		*	●	●	●	●	●
Mudanças físicas da matéria	*		*	●	●	●	●	●
Calor e temperatura	*		*	●	●	●	●	●
Massas de água	*	*	*	■	■	■	●	●
Interdependência da vida	*		*		■	●	■	■
Habitats e nichos	*		*		■	■	■	■
Biomassas e ecossistemas	*		*		■	●	■	■
Reprodução	*	*	*	*	■	*	*	■
Tempo, espaço, movimento	*		*		●	●	●	●
Tipos de forças	*		*		■	■	●	●
Tempo e clima	*		*		■	■	●	●
Planetas do Sistema Solar	*	*	*	*	■	■	■	■
Magnetismo	*		*		*	●	●	●
Composição da Terra	*		*		*	■	●	●
Uso da energia pelo organismo	*		*		*	■	■	●
Terra, água, conservação de recursos marinhos	*	*	*	*	*	■	■	●
A Terra no Sistema Solar	*		*		*	■	■	■
Átomos, íons, moléculas	*		*		*		●	●
Propriedades químicas da matéria	*		*		*		●	●
Mudanças químicas da matéria	*	*	*	*	*	*	●	●
Ciclos físicos	*		*		*		■	●
Formas de terra	*		*		*		■	●
Conservação de materiais e fontes de energia	*		*		*		■	●
Explicação de mudanças físicas	*	*	*	*	*	*	■	■
Poluição	*		*		*		■	●
Atmosfera	*		*		*		■	■
Som e vibração	*		*		*		■	■
Células	*	*	*	*	*	*	■	■
Nutrição humana	*		*		*		■	■
Construir e quebrar	*		*		*		*	●
Tipos, fontes e conversão de energia	*		*		*		*	●
Dinâmica do movimento	*	*	*	*	*	*	*	■
Percepção de estímulos e respostas	*	*	*	*	*	*	*	■
Número de tópicos adicionais propostos, em média, por países A+ para completar seus currículos em cada série. ²	*	*	5/11	5/13	3/15	2/19	4 ³	4

Proposto por todos os países A+, exceto um (3 de 4).
 Proposto por todos os países A+.



Tabela 3. Tópicos por disciplina

Tópicos de Ciências da Vida	Ano							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Órgãos e tecidos	*		●	●	●	●	●	●
Plantas e fungos	*		●	●	●	●	●	■
Animais	*		●	●	●	●	■	●
Ciclo de vida	*		*	●	●	●	●	●
Interdependência da vida	*		*		■	●	■	■
Habitats e nichos	*		*		■	■	■	■
Biomassas e ecossistemas	*		*		■	●	■	■
Reprodução	*		*		■			■
Uso da energia pelo organismo	*		*		*	■	■	●
Células	*		*		*		■	■
Nutrição Humana	*		*		*		■	■
Percepção de estímulos e respostas do organismo	*	*	*	*	*	*	*	■
Tópicos de Ciências da Terra								
Rochas, solo	*		■	■	■	■	●	●
Massas de água	*		*	■	■	■	●	●
Clima e Tempo	*		*		■	■	●	●
Planetas do Sistema Solar	*		*		■	■	■	■
Composição da Terra	*		*		*	■	●	●
A Terra no Sistema Solar	*		*		*	■	■	■
Ciclos físicos	*		*		*		■	●
Formações da paisagem	*		*		*		■	●
Atmosfera	*		*		*		■	■
Construir e quebrar	*	*	*	*	*	*	*	●
Tópicos da Ciência Física								
Propriedades físicas da matéria	*		●	●	●	●	●	●
Classificação da matéria	*		■	■	■	■	●	●
Luz	*		■		*		●	●
Eletricidade	*		*	■	*	■	●	●
Mudanças físicas da matéria	*		*	●	●	●	●	●
Calor e temperatura	*		*	●	●	●	●	●
Tempo, espaço, movimento	*		*		●	●	●	●
Tipos de forças	*		*		■	■	●	●
Magnetismo	*		*		*	●	●	●
Átomos, íons, moléculas	*		*		*		●	●
Propriedades químicas da matéria	*		*		*		●	●
Mudanças químicas da matéria	*		*		*		●	●
Explicação de mudanças físicas	*		*		*		■	■
Som e vibração	*		*		*		■	■
Tipos, fontes e conversão de energia	*		*		*		*	●
Dinâmica do movimento	*	*	*	*	*	*	*	■
Tópicos de Ciências da Vida								
Terra, água, conservação de recursos marinhos	*		*		*	■	■	●
Conservação de materiais e fontes de energia	*		*		*		■	●
Poliuição	*	*	*	*	*	*	■	■

Proposto por todos os países A+, exceto um (3 de 4).
Proposto por todos os países A+.

Em outras palavras: o que eram apenas tópicos apresentados de forma sequencial a cada ano letivo, agora aparecem também como reflexos da estrutura de cada disciplina, concebida e apresentada de maneira consequente e integrada: a apresentação do currículo na forma de tópicos não elimina sua concepção disciplinar.

A identificação do currículo e da Pedagogia Escolar com a ideia de disciplinas constitui um dos pilares de sustentação do conceito tradicional de escola. Todavia, o conceito de “disciplina” é contestado em si mesmo, ora no seu estatuto epistemológico, ora em nome da inter ou transdisciplinariedade, sob os argumentos de motivação, contextualização, relevância social ou mesmo em nome de facilitar a transferência da aprendizagem. Ora é o próprio estatuto da Ciência que é contestado – em nome de outros estatutos e outros saberes, como é próprio do discurso inspirado em ideologias do multiculturalismo e que relativiza o que define como Ciência “Eurocêntrica”.

Tomemos o caso da Biologia como exemplo. A maioria dos biólogos concordará que a disciplina se refere ao estudo da vida, o conhecimento dos níveis e padrões de organização (célula / tecido / órgão / organismo / espécie / comunidade / ecossistema) e dos processos que eles geram (ciclos). Para esses, conhecer Biologia é compreender em níveis cada vez mais profundos os fenômenos, leis, princípios e teorias – o que permite um conhecimento mais apurado dos fenômenos da vida e suas inter-relações. Ao negar ou minimizar a importância da disciplina como foco da organização curricular, impedimos que os alunos atinjam um conhecimento cada vez mais profundo e articulado da disciplina, o que é básico para conhecer o mundo e os padrões de organização dos seres vivos, no caso), para transferir conhecimentos a novas situações reguladas pelos princípios e leis, estabelecer relações com outras disciplinas e, enfim, para prosseguir em estudos mais aprofundados da disciplina. E tudo sempre entendido a partir das perspectivas da Evolução e da Ecologia.

As Tabelas 2 e 3 permitiram observar que os currículos analisados por Schmidt et alia (op. cit.) refletem uma concepção triangular/progressiva do conteúdo das quatro disciplinas consideradas isoladamente, mas

com os conteúdos escolhidos de forma intencional e obedecendo a uma intencionalidade lógica (disciplina) e psicológica (complexidade cognitiva). Resta indagar sobre a articulação pedagógica, ou seja, se dentro de cada ano, há uma interação igualmente consistente entre os conteúdos de cada disciplina.

É exatamente isso que revela a Tabela 4. Ela ilustra a integração dos conteúdos em cada ano letivo – preservando a integridade do ensino de cada disciplina numa sequência defensável e integrada com conteúdos pertinentes das demais disciplinas.

Essa tríplice integração reflete uma intencionalidade pedagógica robusta: um tópico, uma vez introduzido é retomado a cada ano, não apenas em nível de profundidade, mas de articulação com outras disciplinas. Isso permite ao aluno aprofundar progressivamente sua compreensão da disciplina em si – inclusive utilizando conhecimentos de outras disciplinas científicas.

A proposta desses países, assim concebida, parece contemplar os dois requisitos básicos de um currículo, ou seja, assegurar a base necessária para compreender o mundo, mas também o conhecimento razoavelmente articulado dos fatos, princípios e modelo científicos próprios a cada disciplina.

O CURRÍCULO DE CIÊNCIAS PROPOSTO PELO MEC

Resta examinar a questão: como se situa a proposta das Bases Curriculares apresentada pelo MEC, em relação a essas melhores práticas adotadas pelos países de melhor desempenho em Ciências?

Antes de responder, cabe apresentar sucintamente a proposta. A proposta do MEC é encabeçada por um texto que mereceria uma análise em si mesmo. Embora sem autoria e sem referências bibliográficas, o texto deixa claros três aspectos: (1) o conceito de “disciplina” não é alvo de preocupação, a palavra “disciplina” sequer é mencionada. Física, Química ou Biologia são tratadas como “conteúdos curriculares”. A proposta é voltada para o estudo de temas contextualizados em áreas de aplicação social imediata; (2) o objetivo é menos o de compreender a Ciência e mais o de usá-la para mudar o mundo; (3) a proposta parece dar tratamento isonômico a conhecimentos desenvolvidos pela tradição científica

Tabela 4. Integração dos conteúdos

Tópico	Ano							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Órgãos e tecidos	*		●	●	●	●	●	●
Propriedades físicas da matéria	*		●	●	●	●	●	●
Plantas e fungos	*		●	●	●	●	●	■
Animais	*	*	●	●	●	●	■	●
Classificação da matéria	*		■	■	■	■	●	●
Rochas, solo	*		■	■	■	■	●	●
Luz	*		■		*		●	●
Eletricidade	*	*	*	■	*	■	●	●
Ciclo de vida	*		*	●	●	●	●	●
Mudanças físicas da matéria	*		*	●	●	●	●	●
Calor e temperatura	*		*	●	●	●	●	●
Massas de água	*	*	*	■	■	■	●	●
Interdependência da vida	*		*		■	●	■	■
Habitats e nichos	*		*		■	■	■	■
Biomassas e ecossistemas	*		*		■	●	■	■
Reprodução	*	*	*	*	■	*	*	■
Tempo, espaço, movimento	*		*		●	●	●	●
Tipos de forças	*		*		■	■	●	●
Tempo e clima	*		*		■	■	●	●
Planetas do Sistema Solar	*	*	*	*	■	■	■	■
Magnetismo	*		*		*	●	●	●
Composição da Terra	*		*		*	■	●	●
Uso da energia pelo organismo	*		*		*	■	■	●
Terra, água, conservação de recursos marinhos	*	*	*	*	*	■	■	●
A Terra no Sistema Solar	*		*		*	■	■	■
Átomos, íons, moléculas	*		*		*		●	●
Propriedades químicas da matéria	*		*		*		●	●
Mudanças químicas da matéria	*	*	*	*	*	*	●	●
Ciclos físicos	*		*		*		■	●
Formas de terra	*		*		*		■	●
Conservação de materiais e fontes de energia	*		*		*		■	●
Explicação de mudanças físicas	*	*	*	*	*	*	■	■
Poluição	*		*		*		■	●
Atmosfera	*		*		*		■	■
Som e vibração	*		*		*		■	■
Células	*	*	*	*	*	*	■	■
Nutrição humana	*		*		*		■	■
Construir e quebrar	*		*		*		*	●
Tipos, fontes e conversão de energia	*		*		*		*	●
Dinâmica do movimento	*	*	*	*	*	*	*	■
Percepção de estímulos e respostas	*	*	*	*	*	*	*	■
Número de tópicos adicionais propostos, em média, por países A+ para completar seus currículos em cada série.	*	*	5/11	5/13	3/15	2/19	4	4

Proposto por todos os países A+, exceto um (3 de 4).
Proposto por todos os países A+.



e a outras tradições (como a dos astrólogos, por exemplo), e a valorizar os conhecimentos e crenças dos alunos mais do que a compreensão e superação de suas concepções, porventura e frequentemente equivocadas.⁴

4 O tema dos erros e conceitos equivocados (misconceptions) é alvo de estudos nas várias disciplinas, por exemplo (O'Shaughnessy, 1977, em linguagem; Posner et alia (1982), Chi (2008), e Ohlsson (2009), em Matemática e Ciências. Inicialmente denominadas de "misconceptions" (Wandersee, Mintzes & Novak, 1994) essas ideias também foram estudadas sob o nome de "concepções ingênuas" (Chinn e Brewer, 1993), conhecimento intuitivo (Vosniadou, Ioannides, Dimitrakopoulou & Papademetriou, 2001) "primitivos epistemológicos" ou "p-prims" (diSessa, 1993, Facets Minstrell, 1992) ou quadros de referência alternativos (Carey, Evans, Honda, Jay & Unger, 1989). Independentemente da terminologia, o fator importante é reconhecer que o conhecimento prévio de um aluno está embebido em algum tipo de lógica ou mesmo racionalidade, embora possa ser incompatível com o conhecimento científico estabelecido (Tomita, 2008, p. 10). Sadler et alia (2013) documentam a relação entre a falta de conhecimentos dos professores e os resultados dos alunos. O nível de conhecimento dos professores era bastante elevado e semelhante, cerca de 84% de acertos. Mas seu conhecimento a respeito dos erros de concepção de conceitos científicos pelos alunos era muito baixo – apenas 43%. Os itens foram previamente identificados com alunos do Ensino Médio. As análises dos autores concluem que o efeito da formação de professores é diferente de acordo com o nível dos alunos e a existência ou não de "misconceptions": em geral, os alunos aprendem mais quando os professores conhecem os conteúdos e estão conscientes das "misconceptions" dos

A proposta para o Ensino Fundamental é apresentada a partir de seis eixos, denominados de Unidade de Conhecimento.

Em cada eixo são enumerados alguns conceitos, princípios ou feita uma breve descrição do que se deve ensinar. Para cada série são apresentados (1) os conteúdos com exemplos de tópicos ou formas de ensino, (2) sugestões para contextualização histórica, social e cultural, (3) processos e práticas de investigação e (4) linguagens sugeridas para a abordagem dos conteúdos. Em cada série, tipicamente, são desenvolvidas três áreas de conteúdos.

Cabe observar, na Figura 5, que normalmente se ensinam três das seis unidades de conhecimento em cada série escolar, variando o número de tópicos por série. Uma comparação com as Tabelas 2, 3 e 4 mostra a diferença de concepção do que seja uma matriz curricular entre o Brasil e os países líderes no ensino de ciências. As diferenças são marcantes nos três aspectos: (1) a ordem de entrada e permanência de um tópico no currículo; (2) a organização dos tópicos como reflexo do entendimento da disciplina e (3)

alunos. Mas os estudantes de baixo nível acadêmico são os que menos aprendem quando o professor carece de conhecimentos. No documento das bases curriculares, como, de resto, no espírito reinante entre diversos teóricos da Educação no Brasil, parece ser mais importante reconhecer, respeitar e valorizar os "saberes", mesmo quando inadequados, do que ajudar o aluno a identificá-los e superá-los à luz do que seria próprio à missão da escola

Tabela 5. Base Nacional - Ciências - Ensino Fundamental

I- MATERIAIS, SUBSTÂNCIAS E PROCESSOS (Física / Química)	Ano								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Identificar materiais			*		*		*		*
2. Processos de transformação	●		*		*		*		*
3. Usos e características	●	●	*		*		*		*
4. Estados da matéria	*		*		●		*		*
5. Propriedades dos materiais (elétrica/térmica)	*		*		●		*		*
6. Substância, misturas, compostos	*		*		*		●		*
7. Propriedades físico-químicas das substâncias	*		*		*		*	●	*
8. Processos de transformação (combustão)	*	*	*	*	*	*	●	●	*
SUBTOTAL	3	1			2		2	2	
II- AMBIENTE, RECURSOS NATURAIS E RESPONSABILIDADES (Biologia)	Ano								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9. Identificar recursos e usos	*		●		*		*		*
10. Hidrosfera, atmosfera, litosfera	*		●		*		*		*
11. Ciclo da água	*		●		*		*		*
12. Cidade e campo: interdependência	*		●		*		*		*
13. Alimentos: tipos, nutrientes, processamento	*		*	●	*		*		*
14. Cadeia alimentar, equilíbrio	*		*		*		*		*
15. Ecossistemas/diferentes espécies	*		*		*	●	*		*

16. Adaptação, evolução	*		*		*	●	*		*
17. Importância da água e consumo responsável	*		*		*	●	*		●
18. Solo, composição, conservação	*		*		*	●	*		*
19. Ciclos biogeoquímicos	*	*	*	*	*	*	*	*	●
SUBTOTAL			4	1		4			2
III- BEM-ESTAR E SAÚDE (Biologia)				Ano					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20. Cuidados pessoais	●		*		*		*		*
21. Alimentação saudável / saúde e higiene	*	●	*		*		*		*
22. Fungos, parasitas, doenças	*		*	●	*		*		*
23. Antibióticos, antissépticos e vacinas	*		*	●	*		*		*
24. Alimentação saudável, pirâmide alimentar	*		*		*		●		*
25. Manipulação segura de alimentos	*		*		*		●		*
26. Ocupação de solo	*		*		*		*	●	*
27. Parasitas e hospedeiros	*		*		*		*	●	*
28. Micro-organismos e parasitas/patologias	*	*	*	*	*	*	*	●	*
SUBTOTAL	1	1		2			2	3	
IV- VIDA E REPRODUÇÃO (Biologia)				Ano					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
29. Dif. entre animais e relação com ambiente	*	●	*	●	*		*		*
30. Relações entre animais e ambiente	*	●	*		*		*		*
31. Seres vivos: reprodução, desenvolvimento e formas de sustentação, respiração, circulação, excreção, digestão)	*		*		*	●	*		*
32. Ciclos, tempo, Lua	*		*		*		*		*
33. Como seres vivos obtêm energia	*		*		●		*		*
34. Reprodução dos seres vivos	*		*		●		*		*
35. Célula	*		*		*	●	*		*
36. Fotossíntese	*		*		*	●	*		*
37. Metabolismo, alimentação e respiração	*		*		*	●	*		*
38. Aparelho genital masculino e feminino	*		*		*		*		●
39. Hormônios e reprodução	*		*		*		*		●
40. Sistema Nervoso Central	*		*		*		*		●
41. Corpo humano: relação entre processos	*	*	*	*	*	*	*	*	●
SUBTOTAL		2		1	2	4			4
V- TERRA, CONSTITUIÇÃO E MOVIMENTAÇÃO (Ciências da Terra)				Ano					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42. Ciclo, dia e noite/rotação da terra	*		●		*		*		*
43. Rotação da Terra	*		●		*		*		*
44. Medidas do tempo	*		*	●	*		*		*
45. Movimentos cíclicos da Lua	*		*	●	*		*		*
46. Terra como corpo cósmico, consequências	*		*		●		*		*
47. Rotação, translação e suas consequências	*		*		●		*		*
48. Formação do sistema solar e planetas	*		*		*		*		●
49. Propriedades físico-químicas da formação da terra	*		*		*		*		●
50. Modelo de placas tectônicas	*		*		*		*		●
51. Relação entre ciclo das rochas e tectônica das placas	*	*	*	*	*	*	*	*	●
SUBTOTAL			2	2	2				4
VI- SENTIDOS, PERCEPÇÃO, INTERAÇÃO (Biologia / Física)				Ano					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
52. Sentidos, percepções, diferenças Individuais	●		*		*		*		*
53. Diferenças individuais	●		*		*		*		*
54. Vento e ar	*	●	*		*		*		*
55. Energia luminosa, cores	*		*		●		*		*
56. Fontes de energia térmica/processos de produção	*		*		●		*		*
57. Relações entre indivíduos/mimetismo, camuflagem	*		*		*		●		*
58. Instrumentos óticos, absorção, reflexo	*		*		*		●		*
59. Reflexão e refração	*		*		*		●		*
60. Simetria e lateralidade	*		*		*		*	●	*
61. Equilíbrio, gravidade e dinamismo	*	*	*	*	*	*	*	●	*
SUBTOTAL	2	1		2			3	2	
TOTAL	6	5	6	6	6	10	7	7	10

a relação entre os tópicos de diferentes disciplinas ensinados a cada ano.

A Tabela 6 apresenta as Bases Curriculares de Ciências para o Ensino Fundamental, organizadas por séries escolares e Unidades de Conhecimento. Torna-se evidente o contraste entre esta e a Tabela 4, a respeito do que seja uma concepção curricular fundamentada na estrutura conceitual das disciplinas científicas, escolhendo os tópicos de maneira judiciosa para permitir a compreensão progressivamente mais profunda dessa estrutura – refletida em seus conceitos, processos, leis e princípios. É esse conhecimento – e não o mero conhecimento de aplicações e implicações (sobretudo sociais) que permite ao indivíduo generalizar, transferir conhecimentos entre diferentes

considerados como prioritários nos países com melhor desempenho.

Enfim: embora apresentado de maneira formalmente organizada, a proposta de currículo de Ciências do MEC para o Ensino Fundamental não apresenta qualidades substantivas e formais comparáveis aos países educacionalmente mais desenvolvidos. A negação do conceito de disciplina e de sua importância é a raiz substantiva das diferenças. Do ponto de vista formal, falta coerência e rigor à proposta do MEC.

Quando falamos em currículo, o termo coerência pode assumir vários sentidos. Abordamos primeiramente o sentido mais restrito, relacionado ao conceito de disciplina e as implicações disso para

Tabela 6. Base Nacional de Ciências – Disciplinas por série e unidade

	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	TT
BIOLOGIA - V- Vida e Reprodução	-	2	-	1	2	4	-	-	4	13
BIOLOGIA - II- Ambiente, rec. Nat.	-	-	4	1	-	4	-	-	2	11
BIOLOGIA - III - Saúde	1	1	-	2	-	-	2	3	-	9
FÍSICA - I- Materiais, substâncias	3	1	-	-	2	-	2	2	-	10
FÍSICA - VI - Sentidos, perc., interac.	2	1	-	-	2	-	-	-	4	10
C. TERRA IV - Constituição, mov.	-	-	2	2	-	2	-	-	4	10
TOTAL	6	5	6	6	6	10	7	7	10	63

situações e contextos, e continuar aprendendo de forma crítica e autônoma.

O que mais se sobressai na comparação entre a proposta curricular do MEC e a dos países de melhor desempenho em Ciências é a diferença na coerência e rigor no detalhamento curricular. Isso se aplica tanto à coerência dos tópicos dentro de cada disciplina quanto entre as próprias disciplinas, no momento do ensino em cada série. De modo especial, vale registrar sobre a proposta do MEC:

- Não é possível identificar um critério que preside a estrutura, sequência ou relação dos tópicos;
- não há consistência entre os tópicos ensinados a cada ano;
- não há continuidade entre os tópicos de uma mesma disciplina, permitindo caracterizar um aprofundamento e compreensão da estrutura mais profunda de cada disciplina;
- há tópicos relevantes não incluídos e vários de relevância duvidosa, ou que certamente não são

entender a importância da estrutura e sequência de um currículo. Em seguida, tratamos da coerência em termos das implicações para a implementação de um currículo em um sistema educativo.

COERÊNCIA E RIGOR DE UM CURRÍCULO

Na tradição escolar, cabe à escola desenvolver, no aluno, a compreensão das várias disciplinas consideradas importantes para a sociedade. Isso se define num currículo. Desenvolver compreensão significa lapidar, ao longo do processo escolar, o conhecimento da estrutura subjacente a cada disciplina, até chegar ao entendimento das estruturas mais simples – e, portanto, mais gerais e abrangentes. É o processo que vai do particular ao geral, e, uma vez compreendido, no sentido mais geral, via abstração revelada pela compreensão de modelos, princípios e leis, permite a aplicação e transferência do conhecimento a novas situações. Ademais, permite continuar o estudo mais aprofundado da disciplina. Seguem dois exemplos.

Na revisão das políticas do governo britânico para Ciência e Inovação, Lord Sainsbury of Turville (2007, p. 103), comenta a respeito do novo e detalhado currículo introduzido em setembro de 2008 e ressalta seus objetivos: adquirir conhecimento relevante das disciplinas, habilidades e compreensão, incluindo habilidades elevadas em Leitura, Matemática e Compreensão Científica.

Num estudo sobre *STEM* preparado para a Academia de Ciências dos EUA, Michaels et alia (2008) sugerem quatro linhas para balizar o desenvolvimento do currículo e do ensino de Ciências: entender a disciplina (conceitos, princípios, leis), gerar evidência (perguntar, medir, coletar dados, etc.), refletir sobre o conhecimento científico, buscar explicações científicas alternativas, reformular perguntas ou hipóteses) e participar ativamente dos modos de comportamento e comunicação científica, em nível adequado à escolaridade e maturidade.

Entender uma disciplina significa entender a lógica que articula os conteúdos de cada disciplina entre si, o sentido de sua estrutura inerente. Jerome Bruner (1995) – um pioneiro da Psicologia Cognitiva que também se debruçou sobre questões da Educação, currículo e ensino – insiste na importância da profundidade e continuidade, mais do que a extensão ou quantidade de tópicos. Um currículo só é coerente quando se aproxima da estrutura da disciplina – e, portanto, requer o reconhecimento do primado dela.

A coerência curricular obtém-se na medida em que o currículo reflete a estrutura da disciplina e os tópicos são apresentados em uma sequência que leve ao desempenho consistente pelos alunos: a ocorrência simultânea dessas duas condições foi ilustrada na análise dos resultados do TIMMS associadas à análise do desempenho dos alunos nos países de melhor desempenho. Certamente o currículo coerente não será a única explicação para esses resultados, mas possivelmente também não se trata de uma coincidência.

A coerência curricular obtém-se nas relações entre os tópicos ensinados a cada ano e entre os anos, assegurando que todo novo conhecimento é ancorado em pré-requisitos já ensinados em anos anteriores. Mesmo quando disciplinas não possuem estruturas tão hierárquicas, como no caso da Matemática, é possível explicitar as relações de coordenação e subordinação entre tópicos por meio de esquemas ou redes.

O rigor surge como um aspecto da coerência. De acordo com Bruner, o rigor revela-se em como o currículo é aprofundado a cada ano, isto é, se a cada ano o aluno é capaz de entender um pouco mais profundamente a estrutura, a explicação mais simples e econômica para os fenômenos estudados. Para que isso ocorra, é necessário que esse aprofundamento ocorra em um nível adequado à série em que o aluno se encontra. Querer que alunos das séries iniciais considerem perspectivas múltiplas, façam avaliações complexas e tomem decisões, ou indiquem recomendações sobre temas complexos, revela desconhecimento do funcionamento e do desenvolvimento cognitivo.

Portanto, e embora possivelmente reflita o consenso de um número significativo de professores e especialistas em ensino que atuam nas Universidades Brasileiras e que assessoram os comitês do MEC e das Secretarias de Educação, as propostas de novas bases curriculares não passam no teste de coerência e rigor, tanto do ponto de vista conceitual como quando comparados com as propostas dos países com melhor desempenho.

COERÊNCIA CURRICULAR: IMPLICAÇÕES PARA IMPLEMENTAÇÃO

O termo “coerência” também é usado para avaliar a relação entre um currículo e suas decorrências, tais como: elaboração e produção de livros didáticos, formação inicial de professores, orientações para os professores existentes, avaliação e práticas docentes decorrentes do currículo.

As fragilidades apontadas anteriormente sugerem que, da forma como se encontram, as bases curriculares deixam um imenso espaço vazio para interpretações pelos diferentes atores.

Novamente, cabe examinar a experiência de outros países – embora o Brasil permaneça avesso a elas.

A primeira lição já não foi aprendida, e refere-se à forma de elaboração de currículos e ao longo processo de debates que caracteriza essa prática. A proposta do MEC foi feita sem debates e não apresenta referências, fundamentos ou sequer autores. Além disso, apesar de elaborada por pessoas escolhidas pelo MEC, estas não assinam o documento, tampouco o MEC o assume como seu. Dessa forma, torna-se

impossível qualquer debate, pois não há canais para interlocução nem interlocutores.

A segunda lição é a de que a versão original de uma proposta deveria ser amplamente debatida com especialistas nos diversos aspectos do currículo. Essa possibilidade não está contemplada nas orientações do MEC, que preveem apenas o mecanismo de consulta pública, o que exclui qualquer possibilidade de debate. Entretanto, ao mesmo tempo, há iniciativas em curso para criar um consenso em torno da proposta existente – mesmo antes de concluído o processo de revisão, o que sugere uma convicção de que a proposta está aprovada.

A terceira lição é de que nos países democráticos e nos quais a Educação é levada a sério pela sociedade, pela comunidade acadêmica e pelo governo, uma vez acertados os contornos centrais de uma proposta, ela é debatida publicamente com especialistas e grupos de interesse representados por interlocutores tecnicamente qualificados e implicados em sua implementação: editores, autores, responsáveis por sistemas de ensino, especialistas em currículo, avaliação, formação. Também costumam ser ouvidos professores de reconhecido mérito, que lecionam as diferentes disciplinas em diferentes séries das escolas, para identificar possíveis entraves. Esses processos costumam levar a revisões e aprimoramentos que podem ser profundos e complexos, mas que facilitarão bastante os processos de implementação. Raramente existem datas que são usadas como pretextos para suprimir ou limitar o debate. Porém, é evidente que as discussões têm fim e os governos ou as comissões responsáveis assumem as suas responsabilidades e definem o que será para valer. No Brasil, em contraste, havia milhares de manifestações registradas no *site* do MEC até a data de conclusão deste trabalho, o que permite ao MEC exercer seus critérios de seleção de interlocutores e tópicos, excluindo qualquer espaço para um debate qualificado com interlocutores qualificados.

Como nos demais itens tratados na seção central deste artigo, o Brasil apresenta uma resistência a trilhar os caminhos que deram certo e adotar as boas práticas de países com maior experiência. Até o momento, o resultado dessa insistência não tem contribuído para melhorar a qualidade da Educação.

BREVE NOTA SOBRE A PROPOSTA DE CURRÍCULO PARA O ENSINO MÉDIO

Seguindo a mesma metodologia anterior, encontramos evidências e melhores práticas a respeito da natureza e efetividade dos currículos de Ensino Médio.

A primeira constatação empírica, baseada no Pisa, refere-se aos requisitos que os países industrializados consideram que todos os alunos devem dominar. Até a virada do século, estes se limitavam aos conteúdos do Ensino Fundamental, correspondentes aos oito primeiros anos de escolaridade. Com a introdução do Pisa, esses requisitos foram ampliados para mais um ano de escolaridade, uma vez que o aluno típico que participa do Pisa deve ter entre 15 anos e 3 meses, e 16 anos e 2 meses – independentemente da série que esteja cursando (Pisa, 2015). Um exame ainda que superficial das propostas do MEC para o ensino médio sugere que a maioria dos conteúdos previstos vai além do que se espera da maioria dos cidadãos.

A segunda constatação empírica, baseada nos relatórios anuais da OCDE (Education at a GLANCE, 2015) refere-se ao fato de que em todos os países industrializados há uma diversidade de programas, cursos e currículos de Ensino Médio, bem como uma pluralidade de exames de conclusão dele e/ou acesso ao Ensino Superior. Poucos são os países em que metade dos alunos segue as vertentes acadêmicas do Ensino Médio, e, mesmo nestes, são os que exigem que o aluno curse três ou mais disciplinas científicas e, ainda mais raro, que as curse em nível mais elevado. Um exame, ainda que superficial, das exigências em países como os EUA, França, Alemanha ou Inglaterra sustenta essas afirmações. Nos países asiáticos, predominam os cursos médios técnicos, e mesmo a Coreia, que priorizou o caráter propedêutico do Ensino Médio, já vem priorizando novamente a formação em cursos médios técnicos.

Dessa forma, fica prejudicada e torna-se ocioso discutir a proposta curricular para o Ensino Médio proposta pelo MEC, uma vez que precisaria ser precedida por ampla discussão e deliberação suficientemente informada a respeito da diversificação do Ensino Médio. Isso não significa que a proposta

não deva ser discutida, pois ela também está eivada de problemas.⁵

Cabe ressaltar que parte da razão pela qual os países diversificam o Ensino Médio relaciona-se com as características e demandas da Economia. Todavia, parte da decisão também se baseia na premissa de que os jovens que concluem o Ensino Fundamental possuem aptidões, talentos, conhecimentos e motivações muito diferentes, e nem todos dispõem do conjunto de condições necessárias e suficientes para superar os desafios do Ensino Médio acadêmico. Este, por sua vez, também possui vertentes diversificadas na maioria dos países, de forma a oferecer currículos extremamente desafiadores e que servem, também, para triar e selecionar os melhores talentos, que futuramente se candidatarão às melhores escolas.

Portanto, se valer a experiência centenária dos países industrializados, bem como a experiência de diversificação do ensino acadêmico e de suas exigências, especialmente a partir de 1968, na França, e dos anos 80, nos EUA, com a introdução das *Career Academies* e das escolas médias temáticas (Kemple & Willner, 2008), o Brasil deveria repensar a sua proposta de Ensino Médio antes de propor um novo currículo unificado, cuja viabilidade de assimilação adequada é extremamente baixa e cujos efeitos negativos revelam-se pelos elevados níveis de reprovação e evasão associados a esse tipo de política.

5 A Prof^a. Sônia Lopes, do Instituto de Biologia da USP, cita, como exemplo que justificaria uma discussão profunda do currículo de Biologia do Ensino Médio, a inserção de tópicos como o deslocamento do gene H0X6.

REFERÊNCIAS

- ANPED e ABDC (2015). *Documento sem título sobre as Bases Curriculares, divulgado, por ambas instituições, pelo site Pensar a Educação, em documento intitulado: Base Nacional Comum Curricular: nó górdio da educação brasileira?*
- ARAUJO, L. (2006). *Piagetianos e vygotskianos: mitos pedagógicos e a aprendizagem da Matemática*. In: CRATO, N. (ed.). *Desastre no ensino da Matemática: como recuperar o tempo perdido*. Lisboa: Gradiva, pp. 179-190.
- BRUNER, J. (1995). *On learning mathematics*. *Mathematics Teacher*, 88 (4), 330-335.
- CAREY, S.; EVANS, R.; HONDA, M.; JAY, E.; & UNGER, C. (1989). *An experiment is when you try it and see if it Works: A study of grade 7th students' understanding of the construction of scientific knowledge*. *International Journal in Science Education*, 11, 514-529.
- CHAMPAGNE, A. & KLOPFER, L. *Research in Science education: The cognitive psychology perspective*. In D. Holdzkom & P. B. Lutz (Eds.), *Research within reach: Science Education* (pp. 172-189).
- CHARLESTON, W.V.: R & D Interpretive Service, Appalachia Educational Laboratory.
- CHI, M. T. H. (2008). *Three types of conceptual change: belief revision, mental model transformation and categorical shift*. In: VOSNIADOU, S. (ed.), *Handbook of research in conceptual change* (pp 61-82). Nova Iorque e Londres: Routledge Taylor & Francis Group.
- CHINN, C. & BREWER, W. (1993). *The role of anomalous data in knowledge acquisition: A framework and implications for Science instruction*. *Review of Educational research*, 63 (1) 1-49.
- COMENIUS, I. A. (1593-1630). *Didacta Magna*. Versão e-book pela Fundação Calouste Gulbenkian, 2001: <http://www.ebooksbrasil.org/adobeebook/didaticamagna.pdf>.
- COUTINHO, F. A., ANDRADE, R. C. & FARIA, E. S. (2015). *Pensar a descolonização do ensino de Ciências*. In: *Bases Curriculares, divulgadas por ambas instituições pelo site Pensar a Educação, em documento intitulado: Base Nacional Comum Curricular: nó górdio da educação brasileira?*
- DEHAENE, S. *Number Sense*. New York: Oxford Press, 2011 (pp xiii-xxv).
- DiSESSA, A. (1993). *Towards an epistemology of physics, Cognition and Instruction* 10 (2-3): 105-225, doi: 10.1207/s1532690xci1002&3_2
- DUSCHL, R. A.; SCHWEINGRUBER, H.A. & SHOUSE, A. W. (2008). *Taking Science to school: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington, D. C.: The National Academies Press.
- ENKVIST, I. (2014). *Repensar a Educação*. São Caetano do Sul: Bunker Editorial.
- JOSEPH, M. (2014). *O Trivium – As artes liberais da Lógica, Gramática e Retórica*. São Paulo: É Realizações.
- KEMPLE, J. J. & WILLNER, C. J. (2008). *Career Academies: Long-term impacts on labor Market outcomes educational attainment, and transition to adulthood*. Nova Iorque: MDRC, junho de 2008.
- KLEIN, D. (2007). *A quarter century of US 'math wars' and political partisanship*. *Journal of the British Society for the History of Mathematics*, Volume 22, Issue 1, p. 22-33 (2007). Versão online: <http://www.tandf.co.uk/journals/titles/17498430.asp>
- LAWSON, A. E. & WESER, J. (1990). *The rejection of nonscientific beliefs about life: Effects of instruction and reasoning skills*. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(6), 589-606.
- MICHAELS, S.; SHOUSE, A. W. & SCHWEINGRUBER, H. I. (2008). *Ready, set, Science: putting research to work in K-8 Science Classrooms*. Washington, D.C.: National Research Council.
- MINSTRELL, J. (1992). *Facets of students' knowledge and relevant instruction*. In: DUIT, R.; Goldberg, F. & ZNEIDDERER, H. (Eds.). *Research in psychics learning: Theoretical issues and empirical studies*. Kiel, Alemanha, IPN.
- OECD (2015). *Education at a glance*. Paris: OECD.
- O'SHAUGNESSY, M. P. (1977). *Errors and expectations*. Nova Iorque: Oxford University Press.
- OHLSSON, S. (2009). *Meaning change, multiple routes, and the role of differentiation in conceptual change: alternative to resubsumption*. *Educational Psychologist*, 44 (1), 64-71.
- 2009 PISA (2015). *Frequently asked questions*. <http://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/pisafaq.htm>

SADLER, P.M.; SONNERT, G.; COYLE, H.P.; COOK-SMITH, N. & MILLER, K.L. (2013). *Student learning in middle school science classrooms*. *American Educational Research Journal*, 50, 1020-1049.

SNYDER, I. (2008). *Literacy Wars: Why teaching children to read and write is a battleground in Australia?* Crows Nest NSW: Allen & Unwin.

SCHIMDT, W. H. (2011). *O papel da coerência curricular no ensino de Matemática*. In. OLIVEIRA, J. B. A. (org.). *O ensino da matemática nas séries iniciais*. Rio de Janeiro: Instituto Alfa e Beto, pp. 15-46.

_____; HSING, C. & Curtis, C. K. *Curriculum coherence: an examination of US Mathematics and Science content standards from an international perspective*. *Curriculum Studies*, 2005, vol. 37, 5, pp. 525-559.

TOMITA, M. K. (2008) *Examining the influence of formative assessment on conceptual accumulation and conceptual change*. Tese de Doutorado apresentada na Stanford University.

TURVILLE, Lord S. (2007). *The race to the top: a review of governments' Science and Innovation policies*. Londres: HMSO.

VOSNIADOU, S.; IONIDES, C.; DIMITRAKKOPOLOU, A. & PAPAMETRIOU, E. (2001). *The framework approach to the problem of conceptual change*. In. VOSNIADOU, S. (ed.), *International Handbook of Research on conceptual change* (pp. 3-34). Nova Iorque e Londres: Toutledge Taylor and Francis Group.

WANDERSEE, J. H.; MINTZES, J. & NOVAK, J.D. (1994). *Research on alternative conceptions in Science*. In D. Gabel (Ed.): *Handbook of research in Science Teaching and learning* (pp. 177-210). Nova Iorque: Mcmillan.

HÁ MUITA GENTE LÁ FORA! A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E O ENVOLVIMENTO DOS BRASILEIROS COM A C&T

Ildeu de Castro Moreira

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

A IMPORTÂNCIA DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA CULTURA CIENTÍFICA NO PAÍS E PARA A CIDADANIA

Há muita gente lá fora! Tomo como mote de partida uma afirmação que imita um famoso dito do físico norte-americano Richard Feynman. Ele deu a uma palestra sua, feita em 1959, o título: *There's a plenty of room at the bottom* ["Há muito espaço lá embaixo"]. Essa palestra teve um papel importante ao chamar a atenção de cientistas e engenheiros para o enorme potencial de estudar-se a matéria na escala microscópica e antecipou a existência de uma vasta área de pesquisa: a nanotecnologia. As décadas seguintes deram razão a Feynman. O mote que aqui coloco tenta pegar alguma carona na capacidade de observação e imaginação desse grande cientista, mas se refere a um tema e a um contexto bem diversos: a educação em ciências e a divulgação científica no

Brasil. Curiosamente, Feynman analisou e criticou com veemência, em palestras feitas em 1952 e em 1963, no Rio de Janeiro, o ensino de física que aqui conhecera (MOREIRA e PAIVA, 2016).

Quero dizer, com este mote, que um dos grandes dilemas da educação científica no Brasil, seja ela a educação formal nas escolas ou a educação não formal, a qual as atividades de divulgação científica constituem uma parte significativa, é incluir milhões e milhões de brasileiros, em especial crianças e jovens, em um processo de educação/divulgação científica de qualidade. Há um potencial enorme lá fora junto às pessoas, em particular os jovens, que hoje estão "por fora" da C&T por serem mantidas "de fora" do conhecimento científico e da participação cidadã na ciência. A razão principal para este quadro reside na ausência de uma educação científica abrangente e de qualidade no ensino básico no país. Aliada a essa ausência, existe uma fragilidade grande na divulgação científica, um componente também muito importante na criação da cultura científica.

O Brasil, por razões históricas complexas, acumulou um enorme conjunto de desigualdades sociais no tocante à distribuição da riqueza, da terra, do acesso aos bens materiais e culturais, das oportunidades educacionais e da apropriação dos conhecimentos científicos e tecnológicos. Um de nossos desafios é que cada brasileiro tenha a oportunidade de adquirir conhecimentos e práticas científicas básicas, assim como informações sobre a C&T e seu funcionamento, que lhe deem condições de entender melhor o seu entorno, de ampliar suas oportunidades profissionais e de lhe possibilitar uma atuação cidadã com maior conhecimento de causa. Para isso, é importante que ele adquira uma visão geral sobre principais resultados, métodos e usos da ciência, mas também de seus riscos e limitações, dos interesses e fatores econômicos, políticos, militares, culturais, etc. que influenciam seus processos e aplicações.

No contexto nacional, deparamo-nos com uma educação científica ruim, no geral, ressaltadas muitas e meritórias iniciativas localizadas, que mostram que esta regra tem destacadas exceções. Avanços recentes muito positivos mostram também que tal situação poderia ser revertida se fossem adotadas políticas públicas adequadas e continuadas ao longo de anos. Houve um crescimento expressivo da ciência brasileira nos últimos tempos, em termos de publicações, criação de cursos de PG e formação de mestres e doutores. Outro ponto significativo é que a população brasileira declara interesse grande por temas de C&T e tem uma visão muito positiva sobre seus benefícios.

Por outro lado, tem sido observado recentemente um crescimento significativo nas ações relacionadas à divulgação científica no Brasil: criação e expansão de novos centros e museus de ciência; organização de palestras e eventos de divulgação científica para o grande público, como a Semana Nacional de C&T; surgimento de websites, blogs e ciência nas redes sociais; maior presença da ciência em noticiários de rádio e TV; novas interfaces da ciência com o teatro, os audiovisuais, a música e outras formas de arte; a ampliação de feiras, mostras e olimpíadas científicas, etc. Tais ações, que resultaram de uma maior mobilização de universidades, instituições de pesquisa, entidades científicas e do surgimento de políticas públicas mais efetivas (MOREIRA, 2006; FERREIRA, 2014; MASSARANI E MOREIRA, 2016), buscam desper-

tar o interesse e a participação de audiências diversificadas por todo o país. Mas o quadro mostra-se ainda frágil e limitado com amplas parcelas da população brasileira sem acesso à educação de qualidade e às atividades de divulgação. Um diagnóstico da situação da popularização da C&T na América Latina, feito recentemente pela RedPop (Rede de Popularização da Ciência e Tecnologia da América Latina e Caribe), estima que de 630 milhões de habitantes, apenas cerca de 10% são atingidos por atividades diretas de divulgação científica (REDPOP, 2016). Tal índice, pelos resultados que mostraremos no item II, deve ser um pouco maior no Brasil, atingindo talvez, e apenas, 15% da população.

O ensino de ciências nas nossas escolas básicas é, em geral, pobre de recursos, desestimulante e desatualizado. Curiosidade, experimentação e criatividade usualmente não são estimuladas. Ao lado da carência enorme de professores de ciências, em especial professores com boa formação, predominam condições de trabalho precárias e pouco estímulo ao aprimoramento. As deficiências graves em laboratórios, bibliotecas, material didático, inclusão digital, etc. só fazem tornar mais difícil o quadro. Um fato certamente auspicioso das últimas décadas foi a expansão do ensino fundamental para a grande maioria das crianças do país. O ensino médio sofreu também uma expansão acelerada nos últimos anos; ainda assim, uma parcela muito pequena de brasileiros tem acesso ao ensino superior. A média de escolaridade dos brasileiros é ainda muito baixa quando comparada a países desenvolvidos e mesmo a outros países latino-americanos. E apenas cerca de 1% dos jovens brasileiros se volta para carreiras em áreas de C&T. Com isso, o país tem somente cerca de 0,8 pesquisadores/1000 trabalhadores, bem abaixo da China, que tem o dobro, dos EUA, que têm quase 10 vezes mais e da Coreia do Sul (13 vezes mais). Ou seja, há muita gente jovem que precisa estar incluída em uma educação científica de qualidade, que lhe dê condições de apreciar os conhecimentos e as práticas da ciência e, se for de seu interesse, direcionar-se para carreiras científicas e tecnológicas.

Os meios pelos quais se processam as atividades de divulgação científica¹ podem ser classificados

1 O termo 'divulgação científica' é aqui utilizado aqui no sentido da popularização da C&T e de comunicação pública

em três grandes grupos: **i)** os espaços científico-culturais, como centros e museus de C&T, planetários, jardins botânicos, parques ambientais, bibliotecas, observatórios, aquários, etc; **ii)** a mídia impressa e audiovisual, como jornais, revistas e livros, rádio, cinema e TV e, mais recentemente, a internet e as redes sociais; **iii)** os eventos e atividades mobilizadoras, que envolvem parcelas específicas ou o público em geral, como exposições, feiras, mostras, olimpíadas, concursos, excursões científicas, Semana Nacional de C&T, anos internacionais comemorativos de temas de ciência, palestras e debates públicos, além de atividades públicas envolvendo ciência, cultura e arte.

Em um influente relatório organizado, poucos anos atrás, pelas principais academias de ciência dos EUA² sobre o papel da divulgação científica, foi destacado:

A ciência está moldando a vida das pessoas de maneiras fundamentais. Indivíduos, grupos e nações procuram, cada vez mais, reforçar a capacidade científica na esperança de promover bem-estar social, material e pessoal. Esforços para aumentar a capacidade científica miram tipicamente em escolas e focam em estratégias como melhorar a estrutura curricular de ciências, treinar professores e fortalecer a produção científica. O que é frequentemente negligenciado ou subestimado é o potencial para o aprendizado de ciência em ambientes não escolares, onde as pessoas passam a maioria do seu tempo. As pessoas aprendem ciência em ambientes não escolares? Essa é uma pergunta crítica para quem faz as políticas, os profissionais e pesquisadores – e a resposta é sim. O comitê encontrou evidência abundante de que em todos os lugares – experiências do dia a dia, ambientes informais de aprendizado científico e programas –, indivíduos de todas as idades aprendem ciência. (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2009, p.1)

da C&T, embora estes termos possam ter, e tenham muitas vezes, acepções e interpretações diferentes.

2 National Research Council [National Academy of Sciences, the National Academy of Engineering, and the Institute of Medicine] (2009).

O comitê que produziu este relatório, depois de um trabalho bastante intenso e abrangente na literatura científica, concluiu que há fortes evidências de que:

- Práticas informais de aprendizado de todas as culturas podem ser propícias para aprender conhecimento sistemático e confiável sobre o mundo natural. Ao longo da vida, da infância à idade adulta tardia, indivíduos aprendem sobre o mundo natural e desenvolvem habilidades importantes para o aprendizado da ciência.
- Espaços designados - incluindo museus, centros científicos, zoológicos, aquários e centros ambientais - também podem auxiliar no aprendizado da ciência. Ricos em “fenômenos do mundo real”, esses são lugares onde as pessoas podem buscar e desenvolver interesses científicos, engajar-se na investigação científica e refletir em suas experiências através de conversas que fazem sentido.
- Há evidência crescente de que programas de ciências não-escolares e estruturados podem alimentar ou estimular os interesses científico-específicos de adultos e crianças, podem influenciar positivamente a conquista acadêmica para estudantes e podem expandir a noção de futuro em carreiras científicas dos participantes.
- A mídia científica, na forma de rádio, televisão, Internet e dispositivos portáteis, é penetrante e torna a informação científica cada vez mais disponível para as pessoas em diversos lugares de aprendizado científico. A mídia científica está qualitativamente moldando a relação das pessoas com a ciência e é um novo meio de apoio ao aprendizado científico. [NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2009, p.3]

O Livro Azul, documento síntese da IV Conferência Nacional de Ciência Tecnologia & Inovação (MCTI, 2010), destacou a importância de uma revolução na educação do país, uma vez que a baixa escolaridade da população brasileira constitui importante obstáculo ao desenvolvimento científico

e tecnológico do Brasil. Várias recomendações foram sugeridas para o enfrentamento deste grande desafio nos próximos dez anos, em particular no que se refere à educação em ciências. Ao lado disso, o Livro Azul afirmou, no item *CT&I para o Desenvolvimento Social*, a importância da divulgação científica e da apropriação social do conhecimento:

A educação não-formal, estimulando a educação permanente dos indivíduos, é um componente importante do interesse coletivo pela C, T&I. Ela processa-se através de instrumentos como os meios de comunicação, a extensão universitária, a educação à distância e os espaços e atividades científico-culturais. (...) A C, T&I é um importante elemento para a conquista da cidadania, para a democratização da vida social, para a elevação da qualidade de vida e para a redução da informalidade, contribuindo para o direito à cidade e para a melhoria das condições no campo. Mobilizar a criatividade e a inteligência coletiva dos brasileiros para resolver problemas sociais é um desafio permanente; fornecer-lhes condições e recursos adequados para isso é uma das funções do poder público. (MCTI, 2010, p. 51 e 52).

Em uma discussão como a que fazemos aqui, no interior da Academia Brasileira de Ciências (ABC), é relevante perguntarmos sobre o papel dos cientistas: por que os pesquisadores, bem como os estudantes de diversas áreas da ciência, deveriam envolver-se com a divulgação científica e por que é importante que o façam? Algumas razões de peso podem ser elencadas sem maiores justificativas: **i)** são eles que têm a expertise e prática de fazer ciência; **ii)** eles podem trazer, além de conhecimentos atualizados, ideias inovadoras para a comunicação pública da ciência; **iii)** ao fazerem divulgação científica, atendem à demanda social da população que quer mais informação e envolvimento na C&T; **iv)** na divulgação científica eles têm a oportunidade, às vezes rara na academia, de desenvolverem atividades interdisciplinares com colegas de outras áreas e com profissionais da comunicação pública da ciência; **v)** nas ações de divulgação científica eles podem interagir e aprender com as pessoas do povo; **vi)** há muito trabalho para todos, sejam eles cientistas, estudantes,

jornalistas, comunicadores da ciência, etc, porque há muita gente lá fora!

Um ponto a destacar aqui na ABC, que agora completa seu centenário (2016), é o importante envolvimento histórico de muitos de seus membros com a divulgação científica, em particular em seus primórdios, quando seus fundadores, como Henrique Morize, Roquette Pinto e Amoroso Costa, foram influentes lideranças em diversas ações de educação e divulgação voltadas para o grande público (MASSARANI E MOREIRA, 2016).

Um aspecto que merece consideração e referência são as atividades recentes de divulgação científica que tiveram grande impacto e nas quais diversos acadêmicos, além de entidades científicas como a ABC, a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), a Sociedade Brasileira de Matemática (SBM), a Sociedade Brasileira de Física (SBF), a Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) e a Sociedade Brasileira de Química (SBQ), estiveram ou estão envolvidas. Tais iniciativas mostram que é possível obter resultados significativos, que atingem grande número de pessoas, quando são bem conduzidas e têm estrutura aberta que favorece o envolvimento de instituições e pessoas em muitas escalas na sociedade. Menciono apenas duas dessas iniciativas, reconhecidamente exitosas: a Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), criada em 2005, que atinge hoje quase 19 milhões de estudantes e está presente em praticamente todos os municípios do país. Ela é organizada pela SBM e pelo Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), uma instituição de pesquisa em matemática que está entre as melhores do mundo e tem trazido contribuições relevantes para o ensino, a divulgação e a atração de jovens para a matemática. A segunda iniciativa é a Semana Nacional de C&T, criada em 2004, e que, em 2015, atingiu cerca de 1.050 municípios brasileiros com milhares e milhares de atividades de divulgação. Ela conta com o envolvimento voluntário de instituições de pesquisa, universidades, escolas, entidades científicas e o trabalho dedicado de pesquisadores, professores, estudantes e comunicadores da ciência em todo o país. Essas duas importantes iniciativas ocorrem porque houve também uma percepção política sobre a importância de se terem políticas públicas nesta direção e elas traduziram-se em recursos e apoios continuados.

No item seguinte, vamos abordar um ponto específico sobre a divulgação científica: as pesquisas realizadas no Brasil para investigar e analisar as percepções públicas diante da ciência e da tecnologia. A fim de que haja uma comunicação pública da ciência eficiente, é necessário que seja melhor conhecido o público ao qual ela se destina. Do ponto de vista da elaboração de estratégias, programas e ações de educação e divulgação científica, é importante conhecer e analisar o grau de informação, o conhecimento geral, as atitudes e as visões da população brasileira, em seus diversos segmentos, sobre a C&T.

AS PESQUISAS DE PERCEPÇÃO PÚBLICA DA C&T NO BRASIL

Os estudos sobre a cultura científica são relevantes não apenas para a pesquisa acadêmica. Dados sobre os níveis de informação científica da população, as representações sociais e visões sobre a ciência e os cientistas, as percepções e atitudes em relação à C&T, bem como sobre os riscos em relação a suas aplicações, são úteis para a elaboração de políticas públicas para a educação e a divulgação científica. Eles podem contribuir também para um melhor entendimento das razões e do grau de rejeição ou aceitação de novas tecnologias por parte da população, para a compreensão das escolhas de carreiras técnico-científica por parte dos jovens e para favorecer o exercício da cidadania. Eles têm, ainda, relevância do ponto de vista econômico, ao possibilitarem avaliações sobre a capacidade de inovação e a competitividade científica e tecnológica de um país.

As enquetes de percepção pública da C&T têm sido um dos instrumentos mais utilizados na obtenção de tais dados, embora tenham suas limitações. Elas possibilitam um melhor entendimento de quais são e como variam as atitudes, interesses e visões da população sobre C&T em nível nacional ou regional, por faixa etária, grau de instrução, gênero, renda familiar, etc. Fornecem também dados sobre determinados aspectos da cultura científica, como o nível de informação e o uso e a avaliação da cobertura dos meios de comunicação sobre C&T e o acesso a bens culturais e científicos (CASTELFRANCHI, VILELA, LIMA, MOREIRA E MASSARANI, 2013).

Conhecer melhor as diversas audiências e o público ao qual as ações de divulgação científica

são direcionadas é um elemento relevante para o aprimoramento de tais práticas, quando se considera que tanto a educação como a divulgação científica envolvem processos complexos de comunicação, que pressupõem uma interação bidirecional entre os professores (ou os comunicadores) e os alunos (ou o público). Além disso, como já mencionado, entender as implicações econômicas, políticas, educacionais, culturais e éticas da percepção pública da C&T, pode contribuir para uma formulação de políticas públicas mais adequadas nestas áreas. Tal conhecimento pode induzir, ainda, iniciativas mais eficazes para estimular os jovens para as carreiras científicas.

A primeira enquete de percepção pública da ciência foi organizada nos EUA, em 1957, pela National Association of Science Writers (NASW). A partir de 1979, a National Science Foundation realizou outras enquetes similares coordenadas por Jon D. Miller. Elas indicavam, segundo Miller, um nível persistente e muito baixo na “alfabetização científica” dos norte-americanos (MILLER, 1998). Na Europa, tais enquetes foram iniciadas em 1977, particularmente pelo Eurobarômetro, e prosseguiram com elas nos anos subsequentes. Outras pesquisas foram realizadas na Índia, China, Japão e diversos outros países industrializados a partir dos anos 1990 (BAUER, SHUKLA AND ALLUM, 2012). Na América Latina, alguns países promoveram enquetes nacionais de percepção pública da C&T, a partir de meados da década de 1990; elas ganharam mais intensidade depois do ano 2000, em particular na Colômbia, México, Argentina, Chile, Venezuela e Uruguai (POLINO E CASTELFRANCHI, 2012).

No Brasil, a primeira enquete nacional foi feita, em 1987, pelo CNPq e pelo Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), sob a responsabilidade do Instituto Gallup (CNPQ/GALLUP, 1987). Em 2006, o Departamento de Popularização e Difusão da C&T (DEPDI/SECIS/MCTI) realizou, em colaboração com outras instituições como a ABC, o Museu da Vida (Fiocruz), o LabJor (Unicamp) e o Centro REDES (Argentina), uma enquete nacional de percepção pública da C&T mais ampla do que a anterior.³ O questionário foi montado a partir de questões utilizadas em enquetes de outros países, com

3 Resultados em: http://www.museudavida.fiocruz.br/media/2007_Percepcao_Publica_da_CT_Brasil.pdf

a finalidade de possibilitar comparações internacionais, acrescidas de outras relativas à percepção e visão sobre a C&T brasileira. Em 2010, o MCTI em parceria com o Museu da Vida, e com a colaboração da Unesco, promoveu a segunda enquête nacional.⁴

Foram já realizadas também, em anos recentes, enquetes de percepção pública da ciência em âmbito estadual ou municipal em São Paulo, patrocinadas pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), e em Minas Gerais, em 2015, pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – Fapemig (CASTELFRANCHI, VILELA, MOREIRA, MASSARANI, SIMÕES E FAGUNDES, 2016).

Em 2015, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e o MCTI realizaram a quarta enquête nacional de percepção pública da C&T.⁵ Ela teve como objetivo principal realizar um levantamento atualizado do interesse, grau de informação, atitudes, visões e conhecimento dos brasileiros em relação à C&T e produzir uma análise da evolução dessa percepção na última década. Foi utilizado um questionário com 105 perguntas, com amostra probabilística representativa da população brasileira, acima de 16 anos de idade, estratificada por gênero, faixa etária, escolaridade, renda e com cotas proporcionais ao tamanho da população, segundo os dados do IBGE. O questionário de enquête de 2015 está baseado, em grande parte, nas questões das enquetes nacionais de 2006 e 2010, com a finalidade de garantir a comparabilidade entre elas e possibilitar a análise da evolução histórica da percepção pública sobre C&T no Brasil. Foram realizadas 1.962 entrevistas e os resultados exibem uma margem de erro de 2,2% e intervalo de confiança de 95%.

4 Resultados em: http://www.fiocruz.br/museudavida_novo/media/enquete2010.pdf

5 Uma síntese dos resultados da enquête de 2015 pode ser encontrada em: <http://percepcaocti.cgee.org.br/>. Os resultados mais gerais e uma análise aprofundada de um conjunto deles serão publicados proximamente no livro *A ciência e a tecnologia no olhar dos brasileiros - Percepção pública da C&T no Brasil 2015* (CGEE/MCTI, 2016). Participaram da elaboração da pesquisa e da redação do texto Yuriy Castelfranchi, Ildeu de Castro Moreira, Douglas Falcão, Adriana Badaró de C. Villela, Luisa Massarani, Ivone de Oliveira, e Marcelo Augusto P. dos Santos. A execução das entrevistas foi realizada pela empresa CP2 - Consultoria, Pesquisa e Planejamento Ltda.

Alguns dos resultados mais importantes desta enquête, com relevância potencial para a educação em ciências e a divulgação científica e para a formulação de políticas nestas áreas, serão considerados a seguir. Procuramos destacar, em cada item, os possíveis impactos e elencamos também algumas recomendações decorrentes destes resultados.

Interesse dos brasileiros por C&T

Os brasileiros declaram ter um interesse significativo em assuntos de C&T: 61% declaram-se interessados ou muito interessados em C&T, uma porcentagem maior que para o tema Esportes (56%) e bem maior do que para Moda (34%) ou Política (28%) [Figura 1]. O interesse por temas correlacionados com a C&T, como Meio Ambiente e Medicina e Saúde, é muito elevado, com 78% para ambos, comparável ao interesse por Religião (75%). Entre a enquête de 2010 e a de 2015, o interesse declarado caiu ligeiramente para a maioria dos assuntos, inclusive para C&T (de 65 para 61%). Os níveis médios de interesse declarados pelos brasileiros são comparáveis ou superiores às médias da maioria dos países nos quais tais enquetes foram efetuadas. Por exemplo, na enquête de 2013 da União Europeia (EUROBAROMETER, 2014), 53% dos europeus declararam-se muito interessados ou interessados em C&T.

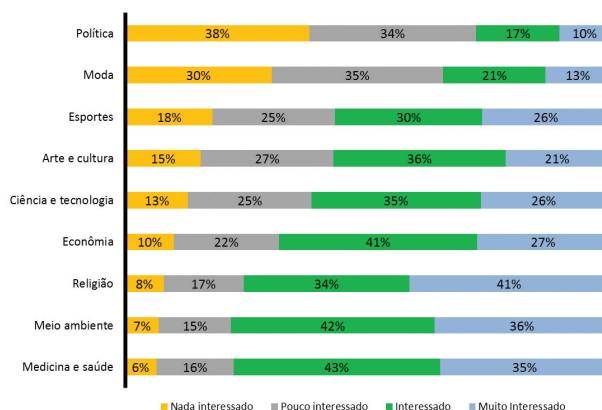


Figura 1. Percentual dos entrevistados segundo o interesse declarado em C&T e outros temas, 2015.

(Fonte: Pesquisa sobre percepção pública da C&T no Brasil, CGEE/MCTI, 2016).

Embora o interesse dos brasileiros por temas de C&T seja, em média, bastante elevado, existem grandes diferenças entre grupos sociais e pessoas

com perfis demográficos diferentes. Os fatores que mais influenciam o interesse declarado em C&T são o nível de escolaridade e a renda. Contudo, elas não são as únicas variáveis associadas: existem também diferenças significativas em relação ao gênero e à idade. Os homens declaram-se, em média, ligeiramente mais interessados em C&T do que as mulheres e bem mais interessados em esportes. As mulheres estão, em média, mais interessadas do que os homens em medicina e saúde, religião e muito mais em moda (CGEE/MCTI, 2016). Significativamente 71% dos entrevistados na faixa de 16 a 17 anos de idade declaram-se interessados ou muito interessados em C&T; trata-se da única faixa etária na qual tal interesse por C&T ultrapassa o de todos os demais assuntos, um ponto importante a ser considerado nas estratégias educacionais e de divulgação científica.

Acesso à informação em C&T

O acesso à informação sobre C&T é pequeno para a grande maioria dos brasileiros, sendo a TV o meio tradicionalmente mais utilizado, mas que agora está ameaçado por um crescimento expressivo e muito rápido do uso da internet e das redes sociais. Cerca de 21% dos brasileiros declaram que utilizam a TV com muita frequência para adquirir informações sobre C&T e 49% o fazem com pouca frequência [Figura 2]. Este nível declarado de consumo de informação científica na TV manteve-se estável nos últimos anos, enquanto que o acesso à informação científica em jornais, livros e revistas, que já era reduzido em 2010 (em torno de 12% declararam que os utilizavam com frequência), diminuiu ainda mais na enquete de 2015, para cerca de 7%. Mas aumentou de forma marcante, tendo dobrado entre 2006 e 2015 (de 23% para 48%), o uso da internet e das redes sociais como fonte de informação sobre C&T. Sua utilização com muita frequência (18%) já se aproxima da TV (21%), sendo que o uso com pouca frequência atinge 30%. Mas o uso da internet e redes sociais é muito maior entre os mais jovens e já ultrapassou o da TV. As pessoas que declaram utilizar a internet como fonte para acessar informação de C&T, visitam, em sua maioria, sites de instituições de pesquisa (42%), seguidos de sites de jornais e revistas (40%), Facebook (28%), Wikipedia (14%) e blogs (14%). A conclusão óbvia é que o

uso da internet e das redes sociais abre uma imensa janela de oportunidade, para usar um termo caro a economistas, para a divulgação e a educação científica.

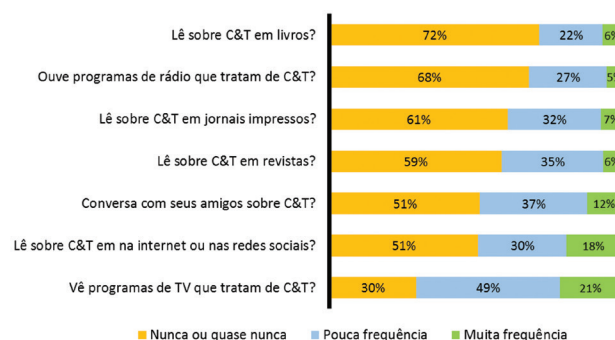


Figura 2. Percentual dos entrevistados segundo a frequência declarada de informação sobre C&T por meios de comunicação, 2015.

(Fonte: Pesquisa sobre percepção pública da C&T no Brasil, CGEE/MCTI, 2016).

Visitação a espaços científico-culturais e participação em eventos de C&T

A visitação a espaços científico-culturais tais como museus e centros de C&T (aí incluídos planetários, aquários e observatórios), museus de arte, bibliotecas, jardins botânicos, zoológicos e parques ambientais, bem como a participação em atividades públicas de popularização da ciência, como feiras e olimpíadas científicas e a Semana Nacional de C&T, aumentou significativamente no Brasil ao longo da última década. Contudo, a visitação a museus e centros de C&T continua ainda muito baixa, se comparada com padrões europeus, e é extremamente desigual: o acesso é muito menor em camadas de renda e escolaridade mais baixa. As dificuldades de acesso aos espaços científico-culturais, incluindo o fato preponderante da não existência deles na região, é a principal razão declarada por metade dos brasileiros para não fazerem tais visitas.

A figura 3 mostra que, de 2006 a 2015, a participação em feiras e olimpíadas de ciências cresceu de 13% para 21%, a participação na Semana Nacional de C&T passou de 3% para 8% e a visitação a museus ou centros de C&T subiu de 4% para 12%. O crescimento foi mais forte em regiões que eram menos favorecidas em termos de infraestrutura de C&T e de divulgação científica e também foi mais

intenso entre os jovens. O crescimento da visitação aos museus, expressivo na última década, foi muito mais significativo entre os jovens: na faixa de idade entre 16 e 17 anos, cresceu de 6,8% para 20,5% e na faixa de 18 a 24 anos, de 4,7% a 17,8%. Para comparação com outros países, mencionamos as taxas de visitação anuais a museus de C&T: 36% na Suécia (2005); 27% na China (2010); 25% nos EUA (2012); 20% na Alemanha e no UK (2005), 16% na média europeia (2005) e 12% na Índia (2004) (CGEE/MCTI, 2016).

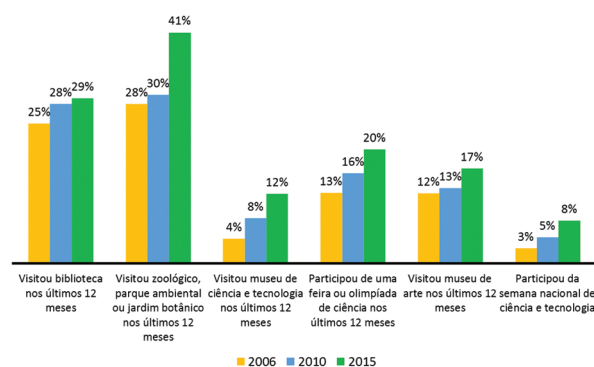


Figura 3. Percentual de visitação a espaços científico-culturais e participação em eventos científicos, 2006, 2010 e 2015. (Fonte: Pesquisa sobre percepção pública da C&T no Brasil, CGEE/MCTI, 2016).

A alta taxa de visitação a espaços relacionados com a natureza, como jardins botânicos, zoológicos e parques ambientais, aliada ao grande interesse declarado pelos brasileiros pelo tema Meio Ambiente, sugere fortemente que políticas e programas que apoiem a realização de atividades de divulgação científica nestes espaços têm uma chance alta de êxito, uma vez que uma parcela significativa da população brasileira já os visita regularmente.

O aumento de visitação a espaços científico-culturais no caso brasileiro teve como motor essencial a execução de políticas públicas para a popularização da C&T, que se iniciaram com mais intensidade na última década, entre as quais estão os programas de apoio a atividades de divulgação via editais ou programas especiais (MOREIRA, 2006). Estas ações tiveram no MCTI o principal ator no plano federal, mas contaram também com iniciativas importantes de muitas fundações estaduais de apoio à pesquisa (FAPs) e de universidades, instituições de ensino e pesquisa e sociedades científicas.

O recente guia *Centros e Museus de Ciência do Brasil - 2015* [GUIA, 2015] registrou a presença de 268 espaços científico-culturais no país, com 155 no Sudeste, 44 no Sul, 43 no Nordeste, 15 no Centro-Oeste e 11 no Norte. O número deles aumentou de 65% nos últimos 15 anos, o que atesta uma alta taxa de crescimento, embora esteja muito aquém do desejado e a qualidade das atividades realizadas, em particular no quesito interatividade e participação ativa dos visitantes, ainda precise ser muito aprimorada. Por outro lado, embora se tenha reduzido na última década, a desigualdade na distribuição regional e social destes espaços pelo país continua ainda muito grande.

Conhecimento de cientistas e de instituições de pesquisa do país

É muito baixo o conhecimento dos brasileiros sobre instituições do país que se dedicam a fazer pesquisa científica e sobre cientistas brasileiros importantes. Uma parcela muito pequena da população consegue lembrar o nome de algum cientista brasileiro importante ou de uma instituição de pesquisa. Em 2015, apenas 12% dos brasileiros mencionaram alguma instituição que faz pesquisa no país e só 6% lembraram-se do nome de um cientista brasileiro de destaque. Estes números são menores do que os da enquete de 2010 (18% e 12%, respectivamente). O desconhecimento entre os jovens é particularmente significativo. Mesmo entre pessoas com título superior, a porcentagem de pessoas que são capazes de mencionar um cientista brasileiro é muito baixa. Como comparação, registra-se que, na Argentina, a enquete de 2012 apontou que 25% das pessoas conseguem mencionar uma instituição científica local. Este índice fica em torno de 30% para outros países da América Latina, como Chile e Venezuela.

Os cientistas mais citados na enquete de 2015 foram: Oswaldo Cruz (41%), Carlos Chagas (16%), Miguel Nicolelis (7%), Vital Brasil (6%), Santos Dumont e Cesar Lattes (3%). Se comparamos com as enquetes de 2006 e 2010, vemos que os nomes de Oswaldo Cruz e Carlos Chagas são sempre os mais citados e que Vital Brasil, Santos Dumont e Cesar Lattes aparecem também, com menções pequenas, em todas as enquetes. Em função de exposição maior na mídia, dependendo da época da enquete, aparecem mencionados, em pequena porcentagem, cientistas

que estão mais em evidência na TV, como foi o caso, em 2015, de Miguel Nicolelis. Entre aqueles que mencionaram uma instituição de pesquisa, as mais citadas foram: Fiocruz (19%), Embrapa (15%), Butantã (11%), USP (10%), IBGE (5%), CNPq (4%), UFMG (4%), e Petrobrás, Unicamp, UFRJ e Natura, todas com 3%. As seis instituições mais citadas, em 2006 e 2010, foram Fiocruz, Embrapa, Petrobras, Butantã, USP e UNICAMP, com ligeiras alterações de ordem.

Estes valores muito baixos traduzem o fato de que a história da ciência no Brasil está ausente na escola básica e é muito raramente coberta pela mídia, particularmente TV, rádio e jornais. Este desconhecimento, com sérias implicações na percepção que os brasileiros têm da C&T feita no país e de suas instituições de pesquisa, poderia ser atenuado com o desenvolvimento de programas amplos e de ações de longo prazo, na educação básica e na internet e redes sociais, sobre a história da C&T no Brasil.

Confiança nos cientistas como fonte de informação

Mesmo com níveis reduzidos de informação sobre C&T e com uma baixa formação científica média, as atitudes dos brasileiros sobre ela são em geral muito positivas, prevalecendo a percepção dos seus benefícios, a confiança grande nos cientistas e nas suas motivações, bem como o reconhecimento da importância do investimento público em C&T. Duas questões da enquête buscaram analisar quais profissionais inspiram mais (ou menos) confiança nas pessoas, em relação a assuntos importantes para ele e para a sociedade. Com a combinação das duas questões, podemos computar um “Índice de Confiança”, que engloba os graus declarados de mais ou menos confiança nestes diversos profissionais. Ele varia de -1 (índice de confiança mínima) até +1 (índice de confiança máxima). Os cientistas ligados a instituições públicas têm o mais alto Índice de Confiança (0,86) entre os atores sociais pesquisados, desde 2006, estando acima de jornalistas (0,74) e médicos (0,70). Tais cientistas têm um índice de confiança significativamente maior do que o de cientistas que trabalham em empresas (0,56). O nível de confiança em políticos permaneceu extremamente baixo em todas as enquetes (-0,96).

A confiança nos cientistas como fonte de informação está correlacionada com a imagem positiva que a maioria dos brasileiros tem acerca de suas motivações. Os principais motivos que os levam a realizar suas pesquisas, segundo os entrevistados, são: 76% atribuem-nos motivações altruístas de ajudar a humanidade e as pessoas ou de avançar o conhecimento e contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico do país, enquanto 17% atribuem-nos motivações ligadas a interesses mais individuais como ganhar dinheiro, prêmios ou prestígio ou satisfazer seus próprios interesses profissionais.

Avaliação sobre a C&T no Brasil

Em uma das questões, os entrevistados são solicitados a avaliar a situação do país no campo das pesquisas científicas e tecnológicas. A avaliação positiva sobre o grau de avanço da ciência brasileira cresceu significativamente de 1987 a 2010, sofrendo uma retração em 2015. A tendência, desde 1987, foi a de uma redução expressiva da parcela da população que aponta que a ciência brasileira está atrasada (em relação à ciência internacional) no campo das pesquisas científicas e tecnológicas: 52% (1987), 33% (2006) e 27% (2010). Em 2015, no entanto, pela primeira vez, aumentou a porcentagem dos brasileiros que consideram a situação do país em pesquisa como atrasada (42%), enquanto 11% a avaliam como avançada e 44% como intermediária.

Os brasileiros apoiam, em sua maioria, o aumento do investimento público em C&T. A grande maioria da população (78%) defende que devem ser feitos maiores investimentos de recursos públicos em C&T, mesmo sabendo que os recursos de qualquer governo são limitados. Se comparada esta posição com a dos norte-americanos, a diferença de visão entre os cidadãos dos dois países é marcante: 78% dos brasileiros declararam que os investimentos deveriam aumentar, o dobro dos EUA, e só 3% consideram que deveriam diminuir, contra 12% nos EUA. Na Argentina, a porcentagem dos que defendem mais recursos para a C&T alcança 63%, na Suécia, Espanha e França está em 40% e cai para cerca de 25% na Alemanha e no UK. Uma parcela significativa da população destes países acha que os investimentos em pesquisa devem ser mantidos como estão.

A maioria dos brasileiros aponta que a principal razão para não haver um desenvolvimento maior em C&T no país é a insuficiência de recursos (53%), mas também destacam os laboratórios mal equipados (19%) e o baixo nível educacional da população (17%), uma preocupação que vem desde a enquete de 2006. A área prioritária para investimento, similar ao que ocorre em outros países, é a dos medicamentos e tecnologias médicas; surgem, em seguida, as energias alternativas, a agricultura e, em proporção já menor, mudanças climáticas e exploração dos recursos da Amazônia.

Atitudes e visões sobre C&T

Em 2015, a grande maioria dos entrevistados (73%) declarou acreditar que C&T traz “só benefícios” ou “mais benefícios do que malefícios” para a humanidade. Esta porcentagem sofreu uma diminuição em relação a 2010, quando este número atingiu 81%. Só uma minoria muito reduzida (4%) acredita que os malefícios sejam preponderantes. Tal opinião otimista prevalece em todas as faixas de renda e escolaridade e em todas as regiões. O Brasil está entre os países mais otimistas do mundo, com índice similar ao da China, quanto aos benefícios da C&T, em comparação com 63% nos EUA e porcentagens menores na Argentina e em países europeus.

Na enquete de 2015, os principais benefícios associados à C&T foram: melhorias para a saúde (31%), para a comunicação e informação (27%), ampliação do conhecimento em si (13%) e bem-estar do ser humano (10%). Aqueles que identificam malefícios produzidos pela C&T citam: favorecimento a vícios, crimes e impactos negativos na família (23%), mau uso de seus resultados (15%), prejuízos para o meio ambiente (11%) e para a saúde (6%), produção de armas químicas ou nucleares (6%) e a facilitação na invasão da privacidade (9%). Há uma preocupação recente com o impacto da internet na potencialização de vícios e ações criminosas e nos riscos à privacidade.

Ao lado da valoração bastante grande da ciência e dos cientistas, estas atitudes positivas em relação à C&T não são, no geral, acríicas ou ingênuas. Há a percepção, na maioria da população, da importância dos aspectos éticos na ciência e de um certo controle social sobre a C&T, bem como a preocupação com os problemas ambientais e sociais associados ao de-

envolvimento científico e tecnológico. Tais respostas não sofreram alterações significativas na última década, segundo as enquetes de 2006, 2010 e 2015.

Na enquete de 2015, foram examinadas as preocupações dos brasileiros com algumas questões local e globalmente relevantes nas quais a C&T está envolvida. O grau de preocupação sendo mensurado em uma escala de 1 a 10, a maior preocupação surge com o ‘Desmatamento da Amazônia’ com índice 9,2, seguida por ‘Efeitos das mudanças climáticas e do aquecimento global’ (9,0), ‘Uso de pesticidas na agricultura’ (8,4), ‘Uso da energia nuclear’ (8,1) e ‘Plantas transgênicas ou comida com ingredientes transgênicos como possíveis causadoras de doenças’ (7,9). Ao analisar este índice, percebe-se que ele está associado, com maior intensidade, a pessoas que demonstram maior interesse por C&T e maior consumo de informação científica e tecnológica (CGEE/MCTI, 2016).

A maioria dos brasileiros considera que é necessário o estabelecimento de padrões éticos no trabalho dos cientistas, que estes devem expor publicamente os riscos decorrentes da C&T e que deveria haver participação da população nas grandes decisões sobre seus rumos. Uma questão importante para a divulgação científica e a educação em ciências refere-se à pergunta se as pessoas são capazes de entender o conhecimento científico, se este for bem explicado. A grande maioria dos brasileiros (75%) concorda inteiramente ou em parte com esta afirmação e apenas 10% discordam integralmente.

Ressalta-se que as atitudes sobre C&T não podem ser entendidas a partir apenas de variáveis sociodemográficas. As pessoas mais informadas, e com maior instrução e renda, não necessariamente possuem visões mais positivas sobre a C&T e as pessoas com visão mais cautelosa ou crítica não necessariamente possuem menor grau de escolaridade (CASTELFRANCHI, VILELA, LIMA, MOREIRA E MASSARANI, 2013). As trajetórias de vida, o contexto de moradia, o capital social, os valores e a participação em atividades políticas são fatores importantes que estão presentes na construção das atitudes acerca dos cientistas, da C&T e de seus impactos.

Um comentário adicional sobre as enquetes quantitativas: elas são instrumentos úteis, mas

evidentemente têm limitações. Fornecem um quadro instantâneo e transitório em diversos aspectos, além de, muitas vezes, estarem escoradas em percepções genéricas. Há um grau adicional de incerteza nas interpretações em função de dificuldades linguísticas e/ou educacionais relativas ao entendimento de termos mais complexos como, por exemplo, biotecnologia ou nanotecnologia, ou até mesmo, em diversos casos, do que se entende por C&T. É importante que tais enquetes sejam complementadas com pesquisas qualitativas, como grupos focais ou entrevistas individuais, para permitir que sejam investigadas com maior profundidade as motivações, opiniões, atitudes e reações dos diversos grupos sociais diante de temas e questões de C&T.

Diversas pesquisas quantitativas têm sido também realizadas com segmentos específicos da população e que têm maior interesse para a divulgação e a educação científica. Elas possibilitam um entendimento mais detalhado e aprofundado sobre tais audiências. Um exemplo foi a enquete “Percepción de los jóvenes sobre la ciencia y la profesión científica”, cujo objetivo era obter um panorama da percepção que os estudantes têm acerca das profissões científicas e tecnológicas, da imagem da ciência e dos cientistas e sobre a valoração e avaliação dos estudantes sobre as disciplinas científicas que cursam em suas escolas. Essa enquete envolveu nove mil estudantes do ensino médio de sete capitais ibero-americanas, incluindo São Paulo (POLINO, 2011).

Outro projeto significativo, e que tem trazido resultados interessantes sobre as visões dos jovens estudantes sobre a ciência, é o ROSE (The Relevance of Science Education), que possibilita comparações entre vários países e que busca discernir fatores afetivos de importância para o aprendizado de C&T. No Brasil, este projeto tem a liderança do professor Nélio Bizzo (FE-USP) e já tem conduzido a interessantes resultados para a educação em ciências (GOUW, 2014).

À GUIA DE CONCLUSÃO: O QUE FAZER?

Como vimos, a divulgação científica tem um papel importante na formação permanente de cada pessoa e no aumento da qualificação científico-tecnológica da sociedade. Em função disso, muitos países têm estabelecido políticas e programas

nacionais voltados para a popularização da CT, como ocorreu no UK, EUA, Chile, França e China. Apenas para exemplificar, mencionemos o caso da China — é dispensável destacar as altas taxas de desenvolvimento científico, tecnológico e econômico que este país tem alcançado. A Lei da República Popular da China para a Popularização da Ciência e Tecnologia foi aprovada durante o 9º Congresso Nacional do Povo da República da China, em 29 de junho de 2003. Um de seus artigos explicita a importância do envolvimento de todos os órgãos de governo e da sociedade nas atividades de popularização da ciência:

Artigo 3: Órgãos de Estado, forças armadas, organizações públicas, empresas e instituições, organizações de base rural e outras organizações devem trabalhar para a popularização de ciência e tecnologia (PCT). Os cidadãos têm o direito de participar de atividades PCT. (CHINA, 2002)

Uma resposta importante sobre o que fazer reside, então, no estabelecimento de políticas públicas eficazes e continuadas e de ações integradas, em todos os níveis, para a popularização da C&T e educação científica. Na formulação e execução de políticas nacionais ou regionais deste tipo, devem ser mobilizados setores sociais como universidades, instituições de pesquisa, centros e museus de ciência, entidades científicas, profissionais e sindicais, órgãos governamentais e da sociedade civil, mídia impressa e televisiva, redes sociais, empresas e outras entidades, com a finalidade de debater e promover um conjunto de programas e atividades de divulgação científica de forma articulada e permanente. Nos últimos anos, teve início uma política nacional para a divulgação científica mais ampla e sistemática, mas ainda incipiente e que guarda muitas limitações. Ela passa, agora, por um processo de retrocesso, que se espera que seja passageiro. Além de recursos e de uma infraestrutura adequada, provenientes do estabelecimento de políticas públicas, um grande desafio é como fazer para estimular uma maior participação dos pesquisadores e estudantes nas atividades de divulgação científica.

Muitas ideias, projetos e sugestões têm sido discutidos e apresentados nos últimos anos no sentido de

expandir e aprimorar a divulgação científica no país (MASSARANI; MOREIRA, 2016). Ao invés de tentar uma síntese delas ou apresentar um novo elenco, recordamos aqui as recomendações principais decorrentes da IV Conferência Nacional de CT&I. Como se tratou de um momento importante de debate e construção de políticas públicas para CT&I, que foram fruto de um movimento coletivo amplo, cremos que os delineamentos e recomendações ali produzidos constituem uma resposta amadurecida coletivamente e que, se implementada, poderia alterar significativamente o cenário nacional neste domínio. Sintetizemos as seis principais recomendações ali contidas; elas propõem o estabelecimento e execução de um Programa Nacional de Popularização e Apropriação Social da CT&I, tendo como elementos importantes:

1. A destinação de recursos suficientes para a área e sua institucionalização adequada, incluindo aí um desafio crítico para toda a C&T: a redução da burocracia excessiva e o estabelecimento de maior autonomia financeira e de gestão nos espaços científico-culturais e órgãos públicos de comunicação. Devem ser buscadas estratégias e parcerias para obtenção de recursos de novas fontes, públicos e privados, além de uma legislação que possibilite incentivos fiscais para investimentos nesta área;
2. Promover a valorização acadêmica das atividades de popularização da C&T nas universidades e agências de fomento, a formação qualificada de jornalistas científicos, comunicadores da ciência e assessores de comunicação, bem como a capacitação de pesquisadores, professores e estudantes universitários das diversas áreas para a comunicação pública da ciência;
3. Promover a expansão, aprimoramento e integração em rede dos espaços científico-culturais, com uma distribuição regional e social menos desigual, estimulando atividades de ciência itinerante e a interação desses espaços com o sistema formal de ensino;
4. Fortalecer, aprimorar e estender a SNCT para todos os municípios brasileiros, bem como ampliar e aperfeiçoar as feiras de ciência, olimpíadas e ações similares;

5. Buscar uma presença mais intensa e qualificada da CT&I em todos os meios de comunicação na mídia brasileira, na internet e nas redes sociais, e promover a produção/veiculação de programas de divulgação e educação científica;

6. Favorecer a interação entre ciência, cultura e arte, com destaque para os aspectos culturais e humanísticos da ciência. Estimular a interculturalidade na relação entre a ciência e os demais conhecimentos, promovendo, ainda, o reconhecimento de saberes populares e tradicionais no processo de construção de conhecimento.

Um segundo ponto essencial é a melhoria da qualidade da divulgação científica praticada, a fim de incorporar uma maior participação e envolvimento do público, em particular estimulando atividades mais conectadas com a cidadania. Isso poderia ser traduzido em algumas linhas de ação:

- i) estimular a inovação e uso das novas tecnologias na educação e na divulgação científica e um maior envolvimento dos jovens;
- ii) expor e debater publicamente os riscos e limitações da C&T;
- iii) colaborar no estabelecimento de políticas públicas que sejam sustentáveis e que conduzam à redução de desigualdades sociais e econômicas;
- iv) estimular o uso da C&T como elemento importante nas tomadas de decisão governamentais ou parlamentares;
- v) ampliar a participação democrática da população nas grandes decisões tecnológicas;
- vi) promover e estimular a ciência cidadã, na qual as pessoas tornam-se partícipes de atividades de investigação científica;
- vii) seguindo o mote dos artistas, ir ao local no qual as pessoas estão. Não se pode esquecer, no entanto, de que a educação de qualidade em ciências e popularização da C&T são indispensáveis, mas não suficientes, para a construção da cidadania e para o desenvolvimento social e econômico sustentável e socialmente menos desigual.

Retomo o mote inicial deste artigo: as ações de divulgação científica e as pesquisas sobre comunicação pública da C&T, bem como as políticas públicas nesta área, podem e devem contribuir para incluir muita gente que está “lá fora” e retirá-las da posição de estarem “de fora”, tanto do conhecimento como das oportunidades individuais e coletivas que a C&T proporciona, e ajudar a incorporá-las em uma cidadania plena.

Em sintonia com estes propósitos, finalizemos com as afirmações de quase um século atrás do maior cientista do século XX que, com as pesquisas que realizou e com a atuação política que desempenhou, tornou-se um dos ícones do mundo contemporâneo:

A comunidade dos pesquisadores é uma espécie de órgão do corpo da humanidade: alimentado por seu sangue, esse órgão secreta uma substância essencial à vida que deve ser fornecida a todas as partes do corpo, na falta da qual ele perecerá. (...) É necessário que cada homem que pensa tenha a possibilidade de participar com toda lucidez dos grandes problemas científicos de sua época e isso mesmo se sua posição social não lhe permite consagrar uma parte importante de seu tempo e de sua energia à reflexão científica. É somente quando cumpre essa importante missão que a ciência adquire, do ponto de vista social, o direito de existir.” (EINSTEIN, 1924)

REFERÊNCIAS

- BAUER, M.; SHUKLA, R.; ALLUM, N. (Orgs.). 2012. *The Culture of Science. How the Public Relates to Science Across the Globe*. New York: Routledge.
- CASTELFRANCHI Y, VILELA E, MOREIRA I, MASSARANI L. 2013. *As opiniões dos brasileiros sobre C&T: o paradoxo da relação entre informação e atitudes*. História, Ciências, Saúde-Manguinhos 20: 1163-1183.
- CGEE/MCTI. 2016. *A ciência e a tecnologia no olhar dos brasileiros - Percepção pública da C&T no Brasil – 2015* (a ser publicado).
- CNPq. 1987. *O que o brasileiro pensa da ciência e da tecnologia?* RJ: MAST/CNPq.
- DURANT, J. R. 1993. *What is scientific literacy?* In J. R. Durant & J. Gregory (Eds.). *Science and culture in Europe*. London: Science Museum. p. 129–137.
- EINSTEIN A. 1924. *Komptonsche Experiment*, Berliner Tageblatt, 20 de Abril de 1924.
- EUROPEAN COMMISSION. 2014. *Special Eurobarometer 401: responsible research and innovation, science and technology*. European Commission, Brussels.
- FERREIRA J R. 2014. *Popularização da Ciência e Tecnologia e as Políticas Públicas no Brasil (2003-2012)*. Tese de doutorado em Ciências Biológicas – IBCCF / UFRJ.
- GOUW, A M S. 2014. *As opiniões, interesses e atitudes dos jovens brasileiros frente à ciência: uma avaliação em âmbito nacional*. Tese de Doutorado. Fac. de Educação, USP.
- GUIA. 2015. *Centros e Museus de Ciência do Brasil*. Rio de Janeiro: ABCMC, Casa da Ciência e Museu da Vida.
- MASSARANI, L M; MOREIRA, I C. 2016. *Science communication in Brazil: A historical review and considerations about the current situation*. Anais Acad. Bras. Ciências (a ser publicado).
- MCTI. 2010. *LIVRO AZUL - IV Conferência Nacional de CT&I Brasília: CGEE and MCT*. <http://www.cgee.org.br/publicacoes/livroazul.php>.
- MILLER, J D. 1998. *The measurement of civic scientific literacy*. Public Understanding of Science. n. 7. p. 203-223.
- MOREIRA, I C. 2006. *A inclusão social e a popularização da ciência e tecnologia no Brasil*. Inclusão Social 1: 11-16.

MOREIRA, I C, PAIVA M C. 2016. *O Rei está nu - A palestra de Feynman no Brasil sobre o ensino de ciências na descrição de Frota-Pessoa, Física na Escola X*, n. 1, 62-63.

NATIONAL ACADEMY COUNCIL. 2009. *Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits*. BELL P, LEWENSTEIN B V, SHOUSE A, FEDER M (Eds.). Washington, DC: National Academies Press.

POLINO, C; CASTELFRANCHI, Y. 2012. *Information and Attitudes towards Science and Technology in Iberoamerica*. In: Bauer, M.; Shukla, R.; Allum, N. (Orgs.). *The Culture of Science*. How the Public Relates to Science Across the Globe. New York: Routledge. p. 155-175. 2012.

POLINO, C (org.) 2011. *Los estudiantes y la ciencia - Encuesta a jóvenes iberoamericanos*. Buenos Aires: OEA.

CIÊNCIA PARA EDUCAÇÃO – HORA DE CONECTAR

Roberto Lent

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

A principal tese sumariada aqui é que o aprimoramento da Educação em qualquer nível depende não apenas de ações de política (no sentido de *policy*), mas também de uma abordagem científica translacional que baseie essas ações em evidências e que crie um movimento de inovação em recomendações de políticas, processos e produtos a serem utilizados na rede escolar.

A esse objetivo dedica-se o novo conceito de Ciência para Educação (chamado, em alguns países, *Science of Learning*¹). O conceito se apoia na concepção de Donald Stokes² de que é mais produtivo para uma política científica nacional enfatizar o fomento à “pesquisa inspirada pelo uso”, que associa elementos de pesquisa básica à perspectiva de sua utilização prática pela sociedade. Essa abordagem enfatizaria o “quadrante de Pasteur”, em uma configuração bidimensional da pesquisa translacional, consonante com a contribuição ao mesmo tempo básica e aplicada do grande biólogo francês Louis Pasteur. Outros quadrantes propostos por Stokes seriam o de Niels Bohr, envolvendo apenas a pesquisa básica, conceitual, e o de Thomas Edison, incorporando

apenas iniciativas de inovação tecnológica de utilidade estritamente prática.

A lógica da proposição de envolvimento da pesquisa científica, em suas inúmeras disciplinas, em favor da Educação, baseia-se na concepção de que, para diminuir a distância entre as curvas de crescimento dos indicadores educacionais do Brasil e as dos países mais destacados no cenário internacional (Finlândia, Polônia, Cingapura e outros), é preciso mais do que aplicar o conhecido. É preciso investir no desconhecido, no novo. Só esse vetor seria capaz de colocar o Brasil em posição internacional competitiva neste século.

O que é o conhecido? É a implementação de ações de política já aceitas universalmente como absolutamente necessárias ao avanço de qualquer sistema nacional de Educação. Algumas delas: elevação de salários dos professores a um nível socialmente compatível com outras profissões (médicos, engenheiros, cientistas); aprimoramento da formação universitária dos professores, estendendo-a ao nível de pós-graduação; dedicação exclusiva dos professores a uma única escola; implementação do turno único para os alunos em toda a rede escolar no ensino básico; implementação de uma base curricular única, sintética e baseada não apenas em informações, mas também em conceitos humanistas e socioemocionais; aumento

1 A.M. Meltzoff et al. (2009) Foundations for a new Science of Learning. *Science* 325:284-288.

2 Donald E. Stokes (2005) O Quadrante de Pasteur. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 247 pp.

dos recursos públicos destinados ao funcionamento da rede escolar; e muitas outras.

A lista poderia ser estendida. No entanto, os exemplos acima bastam para estabelecer o ponto fundamental: trata-se de ações de alta relevância, mas que não necessitam do aporte da pesquisa científica. São ações conhecidas, de impacto já revelado em diferentes países.

A proposição que fazemos é que a aplicação dessas medidas resultará sim em aumento da derivada da curva de crescimento dos indicadores educacionais brasileiros, mas não o suficiente para aproximá-la rapidamente (no âmbito de uma ou duas décadas) dos países mais destacados. A manutenção da distância (o chamado *gap* educacional) entre o Brasil e esses países nos restringirá a uma posição de dependência e baixa competitividade, ainda que possibilitando um aumento mensurável do desempenho brasileiro.

O que é o desconhecido, o novo? Aqui nos referimos ao aporte propiciado por várias disciplinas científicas – particularmente (mas não apenas!) as neurociências.

Alguns exemplos podem ser dados para ilustração: Um primeiro deles se refere ao papel do sono na consolidação das memórias declarativas (aquelas que dependem de descrição verbal, conceitual ou factual). Vários estudos em animais³ e em seres humanos⁴ salientam que é durante o sono que os engramas de memória se fixam no córtex cerebral. Resulta dessa evidência a vantagem, talvez mesmo a necessidade, de propiciar às crianças momentos de sono que contribuam para a aprendizagem, bem como de ajustar os horários escolares ao ciclo sono-vigília da maioria delas, cujo pico de vigília é mais vespertino. Duas sugestões poderiam ser feitas para a avaliação dos gestores. A primeira: em regime de turno único, seria mais produtivo para a maioria dos alunos começar as aulas mais tarde, por volta das 9 horas da manhã, do que às

7 horas como é habitual. A segunda: a possibilidade de uma sesta após o almoço, principalmente para as crianças menores (7-12 anos), contribuiria não apenas para o descanso físico, mas para a consolidação da aprendizagem do período da manhã.

Um segundo exemplo refere-se à aprendizagem da leitura. As redes cerebrais dedicadas a essa habilidade cognitiva são conhecidas há algum tempo⁶ e são ativadas durante o desenvolvimento da criança mediante treinamento específico, na escola ou na família. Ocorre que algumas crianças, por deficiências provavelmente de origem cerebral, têm dificuldade de aprender essa habilidade. São as crianças disléxicas. Um esforço de pesquisa⁷ direcionado a acelerar a leitura nessas crianças resultou na criação de uma ferramenta de informática eficaz também para acelerar a aprendizagem da leitura em crianças “normais”. Trata-se de um programa de computador chamado RAP (sigla em inglês para *Reading Accelerator Program*), já testado em Israel e com perspectivas de utilização em escala. Neste caso, a utilização desse instrumento para acelerar a aprendizagem da leitura diminuiria o tempo investido nessa tarefa, liberando as crianças para efetivamente se dedicarem aos livros e demais materiais pedagógicos.

O primeiro exemplo consistiu-se em uma recomendação para gestão escolar, enquanto o segundo consistiu-se em um produto capaz de se inserir no mercado. Em ambos os casos, trata-se de contribuições relevantes e inovadoras para a Educação.

Tendo em vista que são ainda pouco expressivas as iniciativas internacionais para o fomento da Ciência para Educação, nossa convicção é que se encontra à nossa frente uma janela de oportunidades de grande potencial, que poderá nos levar a um patamar mais alto no desempenho educacional do país, se utilizada em conjunto com as demais medidas de política educacional mencionadas acima.

Acresce que o Brasil já possui uma base instalada em Ciência, Tecnologia e Inovação e uma significativa massa crítica de pesquisadores treinados e produtivos, associada a um elaborado e

3 M. Sigman et al. (2014) Neuroscience and education: prime time to build the bridge. *Nature Neuroscience* 17:497-502.

4 S. Ribeiro et al. (2002) Induction of hippocampal long-term potentiation during waking leads to increased extrahippocampal zif-268 expression during ensuing rapid-eye-movement sleep. *Journal of Neuroscience* 22:10914-10923.

5 A. Beijamini et al. (2014) After being challenged by a vídeo game problem, sleep increases the chance to solve it. *PLoS One* 9:e84342.

6 S. Dehaene et al. (2010) How learning to read changes the cortical networks for vision and language. *Science* 330:1359-1364.

7 Z. Breznitz et al. (2012) Enhanced Reading by training with imposed time constraint in typical and dyslexic adults. *Nature Communications* 4:1486

eficiente sistema de formação de pessoal em nível de pós-graduação. A proposição que fazemos, então, consiste na abertura de editais pelo Ministério da Educação (talvez por meio da CAPES), fomentando a proposição concorrencial de projetos de pesquisa translacional voltada para a Educação, do mesmo modo que já se faz há décadas na área da Saúde.

Ciência para Educação significa, portanto, um direcionamento translacional da pesquisa em diversas disciplinas, buscando inspiração de uso no ambiente educacional. Representa uma oportunidade para acelerar o crescimento do desempenho brasileiro na Educação, necessidade reconhecida por todos os observadores de todos matizes e tendências ideológicas.

REFERÊNCIAS

BEIJAMINI, A. et. al. *After being challenged by a videogame problem, sleep increases the chance to solve it*. PLoS One 9:e84342. 2014.

BREZNITZ, Z. et. al. *Enhanced Reading by training with imposed time constraint in typical and dyslexic adults*. Nature Communications 4:1486. 2012.

DEHAENE, S. et. al. *How learning to read changes the cortical network for vision and language*. Science 330:1359-1364. 2010.

MELTZOFF, A. M. et. al. *Foundations for a new Science of Learning*. Science 325:284-288. 2009.

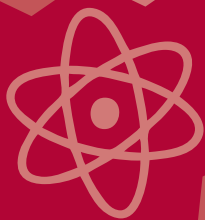
RIBEIRO, S. et. al. *Induction of hippocampal long-term potentiation during waking leads to increased extrahippocampal α if-268 expression during ensuing rapid-eye-movement sleep*. Journal of Neuroscience 22:10914-10923. 2002.

SIGMAN, M. et. al. *Neuroscience and education: prime time to build the bridge*. Nature Neuroscience 17:487-502. 2014.

STOKES, D. E. *O Quadrante de Pasteur*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 247 pp. 2005.

CAPÍTULO 2

O Ensino de Ciências no Ensino Médio: a Visão das Sociedades Científicas



MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO: DESAFIOS E INICIATIVAS

Marcelo Viana

Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA)

É um fato amplamente conhecido, corroborado por diversos estudos nacionais e internacionais, que a formação em Matemática oferecida pelo sistema brasileiro de Educação Básica é extremamente deficiente. Na verdade, isso não é sequer uma especificidade da Matemática: conforme observou Menezes Filho em [1],

Com a construção dos sistemas de avaliação, na década de 1990, a sociedade brasileira descobriu que a qualidade da nossa educação era baixíssima, como mostraram os primeiros resultados dos exames do SAEB. Além disso, a participação do Brasil no exame internacional do PISA em 2000 mostrou que os alunos brasileiros estavam entre os piores colocados entre todos os países participantes, tanto em leitura quanto em matemática.

No que diz respeito ao PISA – *Programme for International Student Assessment* –, os resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2 falam por si mesmos: o péssimo desempenho de nossos jovens coloca o Brasil em algumas das piores posições entre os países participantes, muito abaixo da média dos países membros da OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento na Europa.

Tabela 1. Pontuação Alcançada no PISA

PONTUAÇÃO ALCANÇADA NO PISA						
	2000	2003	2006	2009	2012	
	BRASIL	BRASIL	BRASIL	BRASIL	BRASIL	OCDE
MATEMÁTICA	334	356	370	386	391	494
CIÊNCIA	375	390	390	405	405	501
LEITURA	396	403	393	412	410	496

Tabela 2. Posição do Brasil no ranking de países do PISA

POSIÇÃO DO BRASIL NO RANKING DE PAÍSES DO PISA					
	2000	2003	2006	2009	2012
MATEMÁTICA	40º de 41	40º de 40	54º de 56	57º de 65	58º de 65
CIÊNCIA	40º de 41	39º de 40	52º de 56	53º de 65	59º de 65
LEITURA	37º de 41	37º de 40	49º de 56	53º de 65	55º de 65

Trata-se de um quadro paradoxal para um país que no último meio século construiu uma pós-graduação de qualidade na área e alcançou notável prestígio internacional pela excelência da pesquisa matemática realizada no país. Disso são testemunhos, entre muitas outras evidências:

- As premiações internacionais de seus pesquisadores, com destaque para a Medalha Fields concedida em 2014 a Artur Avila, tratando-se do primeiro laureado na história desta premiação que não só nasceu e cresceu como recebeu toda a sua educação, inclusive o doutorado, num país em desenvolvimento.
- A circunstância de que o Brasil foi escolhido para sediar tanto o prestigiado Congresso Internacional de Matemáticos de 2018 como a Olimpíada Internacional de Matemática de 2017, para tal vencendo concorrências internacionais de alto nível.



Figura 1. Em 13 de agosto de 2014, o matemático Artur Avila recebe a Medalha Fields das mãos da presidente da república da Coreia do Sul. Nasce um novo herói brasileiro.

Mais uma vez, esta situação não é exclusiva da Matemática. De acordo com o relatório final da Comissão Especial de Acompanhamento do VI Plano Nacional de Pós-Graduação [2, p. 95]:

Não há dúvida de que a nossa Educação Básica é o principal gargalo para o desenvolvimento da nossa nação, mesmo que tenhamos atingido, há mais de uma década, universalidade da presença das nossas crianças matriculadas

neste nível de ensino. Salta aos olhos, portanto, a situação paradoxal de termos uma Educação Básica deficitária em contraste com um sistema de ensino de Pós-Graduação de alto nível.

Mas, dado o papel singular da Matemática no conjunto do conhecimento, as consequências são particularmente danosas para o desenvolvimento nacional. A título de ilustração, consideremos o artigo [3] de Paixão e Knobel. Os autores colocam-se a seguinte questão: *O que de fato limita a qualidade e o número de formandos nas áreas de ciências exatas e tecnológicas?*

Analisando o desempenho no PISA (veja a Tabela 3), os autores constataam que nem 4% dos jovens brasileiros alcançam o nível 4 de classificação em Matemática, considerado adequado para o exercício de profissões científicas ou tecnológicas. A conclusão inescapável: abrir mais vagas nos cursos de engenharia no ensino superior não adianta, pois há carência de candidatos com as habilidades mínimas em Matemática. Aliás esses cursos já apresentam altas taxas de evasão, por essa mesma razão.

Tabela 3. Níveis alcançados (pisa 2009 de matemática)

NÍVEIS ALCANÇADOS (PISA 2009 DE MATEMÁTICA)						
	1	2	3	4	5	6
	38,1%	31%	19%	8%	3%	0,7%
	0,1%					

Na verdade, a gravidade da situação coloca-se num patamar ainda mais básico: conforme mostra a Tabela 3, quase 40% dos nossos jovens sequer alcançam o nível 1, ou seja, nem sequer dominam as quatro operações elementares da aritmética. Neste patamar, mais do que do desenvolvimento econômico e tecnológico da nação estamos falando (de déficit) do exercício de cidadania de sua população.

Quais são as razões deste quadro desolador? A resposta não constitui mistério: formação deficiente do professor; desvalorização da carreira do docente; inexistência de incentivos ao mérito; infraestrutura escolar carente; gestão escolar inadequada ou pior; currículos mal definidos e arcaicos; práticas educativas obsoletas; livros didáticos de qualidade mediana ou pior; prevalência de interesses setoriais que não são os do ensino de qualidade; condições socioeconômicas desvantajosas, em muitas regiões do país: tudo isso conspira para empurrar o Brasil para o fundo da tabela.

Tabela 4. Docentes da educação básica que ministram a disciplina “matemática”

DOCENTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA QUE MINISTRAM A DISCIPLINA “MATEMÁTICA”									
Rede de Ensino			Segmento		Nível de Escolaridade				
Total	Pública	Privada	Ensino Fundamental	Ensino Médio	Fundamental	Total	Médio Normal/Magistério	Ensino Médio	Superior
854.998	720.100	152.798	761.615	75.916	2.125	239.976	138.989	100.987	612.897

(Fonte: MEC/INEP/EDDD/CSI, 2014)

Claro que o problema fica ainda mais complicado face à impressionante escala do nosso sistema educacional: de acordo com dados do INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira [4], em 2014 atuavam na Educação Básica brasileira cerca de 2 milhões e 100 mil professores. Os dados relativos à Matemática estão detalhados na Tabela 4: quantitativos de docentes por níveis de escolaridade e por redes de ensino e segmentos em que atuam (cada docente é contado uma única vez em cada rede de ensino e em cada segmento, mas pode atuar em mais que uma rede de ensino ou mais que um segmento).

Observe-se, em particular, que apenas 71,18% dos docentes que ministravam esta disciplina são portadores de diploma de nível superior. Este dado deve ser contrastado com a Meta 16 do Plano Nacional de Pós-Graduação 2011-2020 [5]:

Meta 16: formar, em nível de pós-graduação, 50% (cinquenta por cento) dos professores da educação básica, até o último ano de vigência deste PNE, e garantir a todos (as) os (as) profissionais da educação básica formação continuada em sua área de atuação, considerando as necessidades, demandas e contextualizações dos sistemas de ensino. (BRASIL, 2014)

Por outro lado, algumas iniciativas recentes vêm demonstrando que o país dispõe da capacidade para intervir de forma substantiva neste quadro, por meio de políticas públicas visando diretamente o binômio central da Educação Básica: *alunos e professores*.

O objetivo deste trabalho é descrever brevemente duas dessas iniciativas, de grande envergadura e muito sucesso, idealizadas e executadas em resposta às preocupações que acabamos de esboçar:

- A *Olimpíada de Matemática das Escolas Públicas*, realizada pelo IMPA - Instituto de Matemática Pura e Aplicada desde 2005;

- O *Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional*, coordenado pela SBM - Sociedade Brasileira de Matemática desde 2011.

A nossa apresentação deve também ser vista à luz do *Biênio da Matemática 2017-2018*, outra iniciativa ambiciosa em que o Brasil está embarcando, com o aval do Congresso Nacional (Projeto de Lei da Câmara 25/2016, tramitando no Senado Federal), para celebrar a realização no nosso país de dois eventos de envergadura:

- A Olimpíada Internacional de Matemática, de 12 a 24 de julho de 2017.
- O Congresso Internacional de Matemáticos, de 01 a 09 de agosto de 2018.

Trata-se de uma oportunidade histórica para promover uma ampla ação de popularização da Matemática na sociedade brasileira, desta forma contribuindo também para a melhora do seu ensino em todos os níveis.



Figura 2. O Biênio da Matemática 2017-2018 tem por objetivo maior aproximar a Matemática da sociedade como um todo, famílias, escolas, público em geral, para melhorar a imagem desta disciplina e a compreensão da sua importância para a realização da cidadania e o desenvolvimento nacional. Ele comemora a realização no Brasil da Olimpíada Internacional de Matemática 2017 e do Congresso Internacional de Matemáticos 2018.



A **OBMEP [Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas]** (www.obmep.org.br) foi criada há pouco mais de uma década, por iniciativa do diretor geral do IMPA, professor César Camacho, e da presidente da SBM, professora Suely Druck, com o apoio do Presidente da República e do Governo Federal, es-

pecialmente dos Ministérios da Ciência e Tecnologia e da Educação.

O jovem projeto beneficiou muito de duas experiências prévias:

- A sua “irmã mais velha” a OBM (Olimpíada Brasileira de Matemática), criada nos anos 1970 pela SBM e que desde então realiza competições matemáticas em todo o Brasil e representa o país, com muito êxito, nos certames internacionais da área.
- O projeto *Numeratizar*, criado e realizado no estado do Ceará pelo professor João Lucas Barbosa, projeto do qual a OBMEP pode ser considerada uma expansão para o cenário nacional.

Vencendo resistências e “acusações” absurdas (como a de promover o mérito!), a OBMEP firmou-se como um evento central do nosso calendário acadêmico e uma política pública de grande sucesso. As Tabelas 5 e 6 resumem dados da participação de alunos na competição nos dois últimos anos.

Desde o mesmo período, a classificação do Brasil no exame PISA de Matemática vem melhorando, ainda que gradualmente, conforme evidencia a Tabela 1. Aliás segundo o Relatório PISA 2012 [6]:

While Brazil performs below the OECD average, its mean performance in mathematics has improved since 2003 from 356 to 391 score points, making Brazil the country with the largest performance gains since 2003.

Parece razoável creditar pelo menos parte dessa evolução positiva à ação da OBMEP, como vem sendo feito por Ministros da Educação e outras autoridades. De fato, diversos estudos independentes vêm comprovando um efetivo impacto da OBMEP na realidade da Matemática em nossas salas de aula, alguns dos quais estão disponíveis para consulta em <http://www.obmep.org.br/estudos.htm>.

Por exemplo, o estudo estatístico [7] elaborado em 2014 por C. M. M. Soares e E. Leo, sob a supervisão do professor José Francisco Soares, comprovou que escolas em todo o território nacional com bom envolvimento na Olimpíada apresentam forte melhora de desempenho dos seus alunos na Prova Brasil (veja a Tabela 7). Segundo os autores,

Esta simples análise exploratória já indica que alunos de escolas com boas trajetórias [de envolvimento com a OBMEP] apresentam desempenho superior: a média alcançada por tais escolas é 26,10 pontos superior à encontrada em escolas com uma trajetória ruim de envolvimento com a OBMEP. O valor de 26,10 pontos equivale a cerca de um ano e meio de escolarização.

O mesmo estudo detecta impactos positivos da OBMEP também no ENEM e no PISA, ainda que estatisticamente menores.

Muito resta ainda ser feito, evidentemente. Apesar do progresso realizado, o Brasil ainda ocupa posições pouco honrosas no PISA e a formação deficiente do professor de Matemática continua constituindo um forte empecilho à mudança desse quadro desfavorável.

Vale a pena também atentar para a problemática do gênero, que apresenta aspectos curiosos. De fato, a OBMEP é realizada anualmente em duas fases: a Fase 1 é aplicada nas próprias escolas e dela são aprovados os 5% melhores de cada escola para participar na Fase 2. A Tabela 8 mostra claramente que esse filtro de desempenho, que já é bastante exigente, não apresenta

praticamente nenhum viés de gênero: em cada um dos três níveis etários, praticamente a metade dos alunos selecionados para a Fase 2 são meninas.

No entanto, a situação muda radicalmente quando atentamos para o quadro de medalhas de ouro, concedidas ao final da Fase 2: de acordo com a Tabela 9, a grande maioria dos galardoados

são meninos; mais ainda, o percentual de meninas medalhistas diminuiu acentuadamente com o nível etário, reduzindo-se a cerca de 10% no Ensino Médio. Os números para as demais premiações (prata, bronze) são semelhantes. As razões deste fenômeno não são bem compreendidas.

Tabela 5. Participação na OBMEP 2015

PARTICIPAÇÃO NA OBMEP 2015					
	6º e 7º anos	8º e 9º anos	Ensino Médio	Total de alunos	Escolas
FASE 1	5.567.690	5.095.017	7.309.626	17.972.333	47.580
FASE 2	280.186	262.766	346.066	889.018	42.316

Tabela 6. Participação na OBMEP 2016

PARTICIPAÇÃO NA OBMEP 2016					
	6º e 7º anos	8º e 9º anos	Ensino Médio	Total de alunos	Escolas
FASE 1	5.601.854	4.946.352	7.291.218	17.839.424	47.474
FASE 2	297.366	261.700	354.381	913.447	43.212

Tabela 7. Envolvimento da escola na OBMEP e pontuação de seus alunos na Prova Brasil (2005 – 2011)

TRAJETÓRIA DE ENVOLVIMENTO DA ESCOLA NA OBMEP E PONTUAÇÃO DE SEUS ALUNOS NA PROVA BRASIL (2005 – 2011)				
	NÚMERO DE ALUNOS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA
BOA	585599	105,93	398,27	259,35
MÉDIA	827197	105,93	398,27	243,69
RUIM	106,61	398,27	398,27	233,25

Tabela 8. Distribuição por gênero dos alunos aprovados para a fase 2

DISTRIBUIÇÃO POR GÊNERO DOS ALUNOS APROVADOS PARA A FASE 2						
	6º E 7º ANOS		8º E 9º ANOS		ENSINO MÉDIO	
	MASCULINO	FEMININO	MASCULINO	FEMININO	MASCULINO	FEMININO
2014	50,9%	49,0%	50,2%	49,6%	50,4%	49,6%
2015	52,3%	47,6%	49,4%	50,6%	50,0%	50,0%
2016	52,0%	47,9%	49,6%	50,3%	48,3%	51,7%

Tabela 9. Distribuição por gênero dos medalhistas de ouro

DISTRIBUIÇÃO POR GÊNERO DOS MEDALHISTAS DE OURO						
	6º E 7º ANOS		8º E 9º ANOS		ENSINO MÉDIO	
	MASCULINO	FEMININO	MASCULINO	FEMININO	MASCULINO	FEMININO
2014	71,5%	28,5%	85,1%	14,9%	92,0%	8,0%
2015	73,0%	27,0%	80,0%	20,0%	88,0%	12,0%

Então, ao mesmo tempo em que alcança o patamar de 18 milhões de alunos participantes (praticamente toda a nossa população estudantil nas redes públicas, do 6º ano do Ensino Fundamental ao final do Ensino Médio) a cada ano, a OBMEP precisa evoluir, expandir a sua atuação, tornar-se cada vez mais um projeto educacional a serviço do país.

Essa evolução já vem acontecendo, sobretudo desde que o meu colega e diretor adjunto Claudio Landim assumiu a coordenação nacional da OBMEP, e irá acentuar-se durante a nossa gestão na direção do IMPA. Duas iniciativas recentes que sinalizam os novos rumos da OBMEP:

- O Portal da Matemática, rico repositório de materiais didáticos de qualidade, disponíveis livremente para professores e alunos de todo o país.
- O programa OBMEP na Escola, lançado neste ano com o objetivo de melhorar a formação do professor de Matemática, com seu êxito avaliado por meio do desempenho dos respectivos alunos na Olimpíada.



O **PROFMAT – Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional** (www.profmatt-sbm.org.br) é um curso de pós-graduação *stricto sensu* na modalidade semipresencial, com oferta nacional,

conduzindo ao título de Mestre, coordenado pela SBM e integrado por Instituições de Ensino Superior, estruturadas em Rede Nacional no âmbito do Sistema Universidade Aberta do Brasil. Ele tem como objetivo proporcionar formação matemática aprofundada relevante ao exercício da docência no Ensino Básico, visando dar ao egresso qualificação certificada para o exercício da profissão de professor de Matemática.

O PROFMAT foi criado em 2010, por iniciativa do autor deste artigo, à época Representante da Área de Matemática e Estatística na CAPES, e do presidente da SBM, professor Hilário Alencar, com o apoio enérgico do presidente da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), professor Jorge Guimarães. A sua criação pelo Conselho Técnico-Científico da CAPES,

em outubro de 2010, foi homologada pela Portaria Nº 1325 do Ministério da Educação, publicada no D.O.U. em 22 de setembro de 2011.

O principal predecessor foi o PAPMEM (Programa de Aperfeiçoamento de Professores do Ensino Médio), programa que oferece atividades de formação continuada a professores do Ensino Médio, por meio de dois encontros com uma duração de uma semana, todo ano, em janeiro e em julho. Lançado em 1990 por iniciativa do diretor do IMPA, professor Elon Lages Lima, o PAPMEM vem funcionando ininterruptamente desde então e, mais recentemente, adquiriu uma dimensão nacional por meio de transmissão à distância, para cerca de 50 polos em todos os estados, das aulas produzidas no IMPA.

A Aula Inaugural teve lugar no dia 02 de abril de 2011. Atualmente o programa conta com 71 Instituições Associadas (universidades, institutos de pesquisa e institutos de tecnologia) oferecendo atendimento presencial em 96 campi, em todas as 27 unidades da Federação. O programa já concedeu cerca de 2.500 títulos de Mestre, a grande maioria a professores de Matemática das redes públicas de ensino, e foi classificado com a classificação máxima (Nota 5) na última avaliação trienal da CAPES, realizada em 2013.

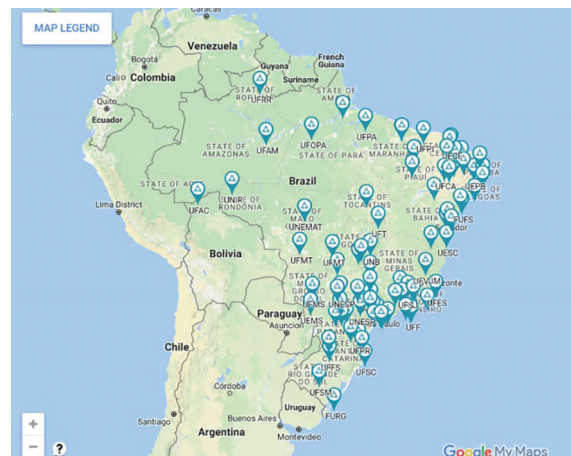


Figura 3. O PROFMAT é o maior e mais abrangente programa da pós-graduação brasileira, com quase uma centena de polos de atendimento presencial, oferecidos por mais de 70 Instituições de Ensino Superior, em todas as unidades da federação.

Até o momento foram realizados 6 processos seletivos, para as turmas 2011 a 2016 do PROFMAT, com média superior 20.000 candidatos para cerca de 1.500 vagas em cada ano (veja a Tabela 10).

Tabela 10. Número de vagas oferecidas no PROFMAT a cada ano

NÚMERO DE VAGAS OFERECIDAS NO PROFMAT A CADA ANO						
ANO						
2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1192	1575	1570	1500	1575	1470	1605 (est.)

A proposta pedagógica do PROFMAT parte da constatação de que o professor de Matemática na Educação Básica possui formação deficiente, chegando à sala de aula despreparado e ignorando o conteúdo que deve ensinar. Assim o programa visa trazer o professor para o conhecimento da matéria que vai ensinar e habilitá-lo a empregar e transmitir esse conhecimento. As Tabelas 11 e 12 descrevem a Matriz Curricular e o Catálogo de Disciplinas do programa:

Tabela 11. Catálogo de disciplinas eletivas do PROFMAT

CATÁLOGO DE DISCIPLINAS ELETIVAS DO PROFMAT		
MA31 - Tópicos de História da Matemática	MA32 - Tópicos de Teoria dos Números	MA33 - Introdução à Álgebra Linear
MA34 - Tópicos de Cálculo Diferencial e Integral	MA35 - Matemática e Atualidade	MA36 - Recursos Computacionais no Ensino de Matemática
MA37 - Modelagem Matemática	MA38 - Polinômios e Equações Algébricas	MA39 - Geometria Espacial
MA40 - Tópicos de Matemática	MA41 - Probabilidade e Estatística	MA42 - Avaliação Educacional
MA43 - Cálculo Numérico	MA44 - Matemática e Atualidade II	MA24 - Trabalho de Conclusão de Curso

Tabela 12. Matriz curricular do PROFMAT

MATRIZ CURRICULAR DO PROFMAT			
	1º ano	2º ano	3º ano
VERÃO	–	MA21 - Resolução de Problemas	Finalização da Dissertação de Mestrado
1º PERÍODO	MA11 - Números e Funções Reais MA12 - Matemática Discreta	MA22 - Fundamentos de Cálculo MA XX - Disciplina Eletiva	–
2º PERÍODO	MA13 - Geometria MA14 - Aritmética	MA23 - Geometria Analítica MAYY - Disciplina Eletiva	–

Entre as principais características do PROFMAT, destacamos as seguintes:

- **Exame Nacional de Acesso:** Processo seletivo unificado, elaborado e coordenado pela coordenação nacional do programa;
- **Funcionamento em rede:** com uma proposta pedagógica, matriz curricular e ementas disciplinares unificadas, apoiadas em livros de texto elaborados e selecionados mediante chamada pública;
- **Regime semipresencial:** aulas presenciais toda semana nos polos de atendimento presencial, combinadas com atividades a distância, via Ambiente Virtual de Aprendizagem, acessível 24 horas por dia.
- **Afiliação à área-fim:** o programa está sob a responsabilidade da Área 01 –Matemática, Probabilidade e Estatística da CAPES.

- **Tempo de duração:** 2 anos, cada um com 3 períodos letivos - março-junho, agosto-novembro e Verão (intensivo).
- **Exame de Qualificação:** exame nacional unificado sobre os conteúdos das 4 disciplinas básicas (Números e Funções Reais, Matemática Discreta, Geometria e Aritmética).
- **Dissertação:** sobre temas específicos pertinentes ao currículo de Matemática do Ensino Básico e que tenham impacto na prática didática em sala de aula.

Nota-se a preocupação em adequar o programa à dimensão continental do Brasil e às disponibilidades de horário do professor da educação básica. Aliás o PROFMAT foi o primeiro curso de pós-graduação *stricto sensu* a fazer uso das tecnologias de educação à distância. Nisso o programa vai ao encontro das recomendações do V Plano Nacional de Pós-Graduação [8, p. 43]:

- Flexibilização do modelo de pós-graduação, a fim de permitir o crescimento do sistema;
- Profissionais de perfis diferenciados para atender à dinâmica dos setores acadêmico e não-acadêmico; e,
- Atuação em rede, para diminuir os desequilíbrios regionais na oferta e desempenho da pós-graduação e atender às novas áreas de conhecimento.

E de Gazolla em [9, p. 94 e 95]:

É fundamental que as IES percebam que os modelos já implantados de pós-graduação não são suficientes para dar conta de todas as demandas atuais. Para fazer frente a essas demandas, e para formar com eficiência os recursos humanos necessários ao país, a pós-graduação deve colocar em discussão as novas modalidades que se apresentam e, sem comprometer o nível de qualidade, propor alternativas capazes de otimizar o sistema. [...] As vertentes propostas para discussão são as seguintes: a) programas de cooperação interinstitucional e internacional; b) educação

a distância e pós-graduação online via Internet, telecurso, etc;

Outro ponto central na proposta do PROFMAT reside na sua afiliação direta à área acadêmica fim, neste caso, a Matemática. Este ponto foi bem explicitado no projeto do curso [10, p.1 e 3]:

Graças em parte ao bem-sucedido programa (sistema) nacional de pós-graduação, a comunidade acadêmica brasileira na área de Matemática atingiu um padrão de excelência pela qualidade da sua pesquisa e formação de pesquisadores, amplamente reconhecido no âmbito nacional e internacional. Se, por um lado, os quadros altamente qualificados formados pelos nossos programas de graduação e pós-graduação garantem ao País visibilidade na Matemática mundial, persiste o desafio de converter estes resultados em qualificação para o ensino básico em matemática. [...] A presente proposta se distingue dos diversos programas de pós-graduação em ensino de matemática já existentes pelo foco na formação específica na área, pela garantia de qualidade proporcionada pela gestão integrada a nível nacional do programa e pelo envolvimento da comunidade acadêmica da área, através da SBM.

Estas características inovadoras fizeram do PROFMAT o modelo criador de uma nova família de programas de pós-graduação, com funcionamento diferenciado:



Figura 4. O PROFMAT deu origem a uma nova família de programas de pós-graduação voltados para a formação do professor na educação básica, caracterizados tanto pelo funcionamento em rede quanto pelo fato de estarem sob a responsabilidade das respectivas áreas-fim.

A criação de tais programas foi saudada no relatório final da Comissão de Acompanhamento do VI Plano Nacional de Pós-Graduação [2]:

No caso da Educação Básica, a contribuição recente mais notável da pós-graduação consiste na oferta de cursos de mestrado profissional em ensino de áreas específicas na forma de redes compostas por grande número de instituições, distribuídas em todo o território nacional. Iniciado pelo curso de mestrado em Matemática (PROFMAT), este conjunto de cursos inclui as áreas de Letras e Física, além de outras, em processo de organização. Os cursos oferecem bolsas de estudos a todos os seus alunos, selecionados entre professores em exercício nas redes de ensino públicas, incentivando-os a ingressar nos cursos e a concluí-los. Em todos estes programas, os trabalhos de conclusão são dirigidos à qualificação dos estudantes como docentes da Educação Básica.

As seguintes palavras de Bevilacqua, Gutierrez e Bevilacqua em [11, p. 131-132], ainda que tenham precedido a criação destes programas, são particularmente adequadas neste contexto:

A resposta ao apelo para corrigir a situação dramática que vive a educação primária e secundária no Brasil, nos dias de hoje, tem vindo em grande parte das próprias universidades e de muitos cientistas de grande renome e competência. Instituições cujo objetivo principal é o ensino pós-graduado e a pesquisa vêm se envolvendo cada vez mais com a formação de professores secundários. Estas ações revelam claramente a vantagem de se ter a continuidade no sistema educacional, a necessidade de manter os programas de educação em todos os níveis com ótimas condições de funcionamento. Este é um exemplo de exercício de cidadania dos mais edificantes. Mostra que o investimento no desenvolvimento científico e tecnológico não se resume à esfera estrita da ciência e da tecnologia de ponta, mas também tem uma repercussão muito mais ampla em todo o processo de educação desde o primário até

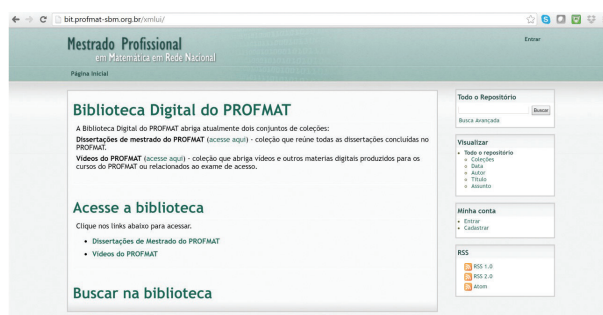
os estudos mais avançados na fronteira do conhecimento. E mais, não se faz porque a legislação que regula o acesso ao professorado primário e secundário é por demais estrita e inflexível, mesmo quando se está diante de uma situação que pode ser classificada como catastrófica.

Mas o PROFMAT também se destaca por um rico conjunto de produtos relacionados com a sua atividade ou emanando dela. Entre eles, ressaltamos:

- **Coleção PROFMAT:** A Coleção PROFMAT foi criada pela SBM para constituir um acervo de livros de texto para as disciplinas do PROFMAT e outros programas de formação de professores. Ela já conta com 16 títulos, selecionados mediante chamada pública aberta aos melhores autores de todo o país.



- **Biblioteca Digital do PROFMAT:** Constitui um repositório de materiais didáticos relevantes para a docência da Matemática na escola básica, indo desde vídeos de aulas e resolução de exercícios até o banco indutor de trabalhos de dissertação.



- **Associação Nacional dos Professores de Matemática na Educação Básica:** Constituída por iniciativa da SBM por ocasião do primeiro Simpósio Nacional da Formação do Professor de Matemática (setembro de 2013), para promover atividades de formação do professor e estimular o diálogo continuado entre os egressos do PROFMAT e a comunidade universitária.



- **Simpósios da Formação do Professor de Matemática:** São organizados pela SBM e pela ANPMat no âmbito nacional e em cada uma das cinco grandes regiões geográficas brasileiras. Eles oferecem diversas atividades de formação continuada e constituem um fórum privilegiado para o diálogo escola-universidade.



- **Revista Professor de Matemática Online:** Periódico acadêmico criado pela SBM para servir como veículo para publicação e ampla divulgação de artigos acadêmicos relevantes à formação inicial e continuada do professor da Educação Básica, cobrindo todos os temas da Matemática, sua prática de ensino, sua história e suas aplicações.



Para informações complementares, remetemos o leitor para a avaliação suplementar externa realizada pela CAPES em [12] e para o estudo de perfil dos candidatos ao programa elaborado pela SBM em [13]. Também recomendamos a leitura da tese de doutorado [14], que analisa o PROFMAT enquanto política pública de educação.

CONCLUSÕES

- O impacto real da OBMEP no âmbito da Matemática na Educação Básica é atestado por diversos estudos independentes, que sinalizam o potencial da Olimpíada para mudar efetivamente o quadro do ensino da disciplina em todo o país.
- O sucesso da OBMEP e a dimensão geográfica e demográfica alcançada fomentam uma evolução qualitativa e de escopo da atuação da Olimpíada, visando torná-la um projeto educacional nacional abrangente.
- A aproximação crescente com a OBM visando uma eventual integração das duas competições; a expansão da OBMEP ao primeiro segmento do Ensino Fundamental e a sua abertura à totalidade das nossas escolas de Educação Básica: estes são alguns dos importantes desafios que se colocam para o futuro próximo.
- A estrutura em rede nacional possibilita ao PROFMAT utilizar o que existe de melhor no país em prol da Educação Básica em todo o território nacional, facultando também o acesso de pequenas instituições à pós-graduação *stricto sensu*.

- Essa estrutura também permite atuar em escala compatível com a dimensão do desafio, visando ter impacto global no sistema em prazo razoável.

A dinâmica gerada por um programa como esse potencializa diversos outros produtos importantes, além de criar as bases de uma interação inédita entre a Escola e a Universidade.

REFERÊNCIAS

- [1] *Pré-escola, horas-aulas, Ensino Médio e avaliação*. N. A. Menezes Filho. In: Bacha, E. L. & Schwartzman, S. (Orgs.). *Brasil: a nova agenda social*. Rio de Janeiro: LTC, 2011. p. 270-75.
- [2] *Relatório final da Comissão Especial de Acompanhamento do PNPG 2011-2020 e Elaboração da Agenda Nacional de Pesquisa*. Brasília, CAPES, 2013.
<http://www.capes.gov.br/plano-nacional-de-posgraduacao>
- [3] *O verdadeiro gargalo na formação de engenheiros*. F. Paixão e M. Knobel, Revista Ensino Superior UNICAMP, 07 de outubro de 2012.
https://www.revistaensinosuperior.gr.unicamp.br/edicoes/ed07_outubro2012/ARTIGO1.pdf
- [4] *Sinopses Estatísticas da Educação Básica*. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. <http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-basica>
- [5] *Lei N° 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional da Educação – PNE e dá outras providências*. Brasília, DF, 26 jun. 2014.
http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L13005.htm
- [6] *Country Note: Brazil*, PISA 2012
<http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-brazil.pdf>
- [7] *Impacto da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) no desempenho em Matemática na Prova Brasil, ENEM e PISA*. Camila M. Machado Soares e Elisabette Leo, supervisão: José Francisco Soares, 2014. <http://www.obmep.org.br/estudos.htm>
- [8] *V Plano Nacional de Pós-Graduação 2015 – 2010*. Brasília, CAPES, 2004.
https://www.capes.gov.br/images/stories/download/editais/PNPG_2005_2010.pdf
- [9] *Evolução das formas de organização da pós-graduação brasileira*. A. L. Almeida Gazolla. In: BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Discussão da Pós-Graduação Brasileira. Brasília: CAPES, 1996. v. 1. p. 93-99.
- [10] *Projeto de criação de Mestrado Profissional para a capacitação de professores de Matemática do Ensino Fundamental e Médio, sob a Coordenação da Sociedade Brasileira de Matemática*. Rio de Janeiro, SBM, 2010.
- [11] *Formação de pessoal pós-graduado e pesquisa no Brasil*. L. Bevilacqua, R. Gutierrez, H. Bevilacqua. In: BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Discussão da Pós-Graduação Brasileira. Brasília: CAPES, 1996. v. 1. p. 127-38.
- [12] *Avaliação suplementar externa do programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT)*. José Fernandes de Lima, CAPES, 2013.
http://www.profmato-sbm.org.br/files/Arquivos%20do%20Site/Relatorio/PROFMAT_Av_Suplementar.pdf
- [13] *Quem é o professor de Matemática na Educação Básica? Uma análise quali-quantitativa de perfis de candidatos ao Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT)*. Omni 3 Soluções, SBM, 2013.
http://www.profmato-sbm.org.br/files/Arquivos%20do%20Site/Relatorio/SBM_PROFMAT_Quem_e_o_professor_DIGITAL_como_anexos.pdf
- [14] *Perspectivas do PROFMAT: política pública em construção*. A. M. Takai. Tese de doutorado em preparação. Porto Alegre, UFRGS, versão de julho de 2016.

O MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA: UMA EXPERIÊNCIA EM LARGA ESCALA NO BRASIL

Marco Antônio Moreira

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Sociedade Brasileira de Física (SBF)

APRESENTAÇÃO

O Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física [MNPEF] (ProFis) é, como sugere o título, um programa nacional de caráter profissionalizante voltado a professores de Ensino Médio e Fundamental, almejando melhorias para o Ensino de Física no país. É uma iniciativa da Sociedade Brasileira de Física (SBF) e por ela coordenado. As atividades iniciaram em agosto de 2013, com a participação de várias Instituições de Ensino Superior que constituíram 21 Polos Regionais nos quais ocorreram as atividades iniciais de ensino e desenvolvimento do Programa, com 320 professores mestrandos. Em 2014 e 2015 foram selecionados novos professores e criados novos Polos. Assim o Programa conta atualmente com 63 Polos e cerca de 1500 mestrandos. Todos os que são de escolas públicas têm bolsa de estudo. O apoio é da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES), uma agência do Ministério de Educação do Brasil.

INICIATIVA

Antes de iniciar a descrição do curso, cabe destacar que a iniciativa de submeter à CAPES o projeto do MNPEF, no final de 2012, foi da Profa. Dra. Rita Almeida (IF-UFRGS), então Pró-Reitora de Pós-Graduação da SBF, e do Prof. Dr. Marco Antonio Moreira (IF-UFRGS), mentor da criação do Mestrado Profissional em Ensino de Física do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em 2002, o qual serviu de modelo para o MNPEF. Na CAPES, o apoio e o incentivo foram do Prof. Livio Amaral, Diretor de Avaliação.

O CURSO

As atividades são primordialmente presenciais e devem estar estruturadas de modo a permitir que os mestrandos sejam, prioritariamente, professores da Educação Básica. O MNPEF é voltado para professores de Física em serviço, que deverão continuar em serviço durante o mestrado.

Os 63 Polos nos quais são desenvolvidas as atividades curriculares estão espalhados em todas as regiões do país, mas a grade curricular é basicamente a mesma em todos. Há, no âmbito da SBF, um Conselho de Pós-Graduação e uma Comissão de Pós-Graduação que centralizam, respectivamente, as decisões estratégicas e acadêmicas, que são comuns em todos os Polos. Há também um Regimento do MNPEF. Os diplomas de Mestre Profissional em Ensino de Física serão emitidos pelas Instituições de Ensino Superior (IES) que sediam os Polos, mas cada uma delas enviou, formalmente, à SBF uma carta de anuência à proposta do MNPEF.

Prevê-se que o MNPEF deva ser concluído em 24 meses, durante os quais os professores participantes cursarão o equivalente a sete disciplinas de pós-graduação de 4 créditos e produzirão um trabalho de conclusão de curso sob a orientação de um professor-doutor credenciado no Programa e indicado como tal pela Comissão de Pós-Graduação. Em casos justificados, a duração do curso poderá ser estendida até o máximo de 36 meses, uma vez satisfeitas as normas da IES sede do Polo.

OBJETIVO

Capacitar, em nível de mestrado, uma grande fração de professores da Educação Básica quanto ao domínio de conteúdos atualizados de Física e de técnicas atuais de ensino para aplicação em sala de aula como, por exemplo, estratégias que utilizem recursos de mídia eletrônica, tecnológicos e/ou computacionais para motivação, informação, experimentação e demonstrações de diferentes fenômenos físicos.

JUSTIFICATIVA

O ensino de Física no Brasil está desatualizado em termos de conteúdos e metodologias. Os

conteúdos abordados são, majoritariamente, do século XIX e as metodologias são, predominantemente, aulas expositivas e exercícios, sem incorporar as tecnologias de informação e comunicação. Com o MNPEF, pretende-se capacitar os mestrandos para a docência no cenário nacional atual e aumentar o interesse pela profissão de Professor de Física.

O CURRÍCULO

Para obter o título do MNPEF, o professor participante deve cursar, com aprovação, um total de 32 créditos em disciplinas.

Tabela 1. Disciplinas obrigatórias

OBRIGATÓRIAS	
Termodinâmica e Mecânica Estatística	(4 créditos, 60h)
Eletromagnetismo	(4 créditos, 60h)
Mecânica Quântica	(4 créditos, 60h)
Física Contemporânea	(4 créditos, 60h)
Marcos no Desenvolvimento da Física	(2 créditos, 30h)
Fundamentos Teóricos em Ensino e Aprendizagem	(2 créditos, 30h)
Estágio Supervisionado	(4 créditos, 60h)

Tabela 2. Disciplinas optativas

OPTATIVAS (UMA DE CADA PAR)	
Atividades Experimentais em Física para o Ensino Médio e Fundamental	(4 créditos, 60h)
Atividades Computacionais em Física para o Ensino Médio e Fundamental	(4 créditos, 60h)
Processos e Sequências de Ensino e Aprendizagem em Física para o Ensino Médio	(4 créditos, 60h)
Física no Ensino Fundamental em uma Perspectiva Multidisciplinar	(4 créditos, 60h)

Esta grade curricular corresponde ao esperado, na CAPES, na Área de Ensino, para um Mestrado Profissional, ou seja, de 30 a 50% em disciplinas de conteúdos específicos. No MNPEF, optou-se por 50%. Tais disciplinas devem ser ministradas desde um enfoque menos formal, mais conceitual e fenomenológico, enfatizando a transferência didática, quer dizer, como ensinar tais conteúdos no Ensino Médio e Fundamental.

Além disso, o mestrando deverá produzir um *Trabalho de Conclusão* envolvendo, obrigatoriamente, aplicações à sala de aula de Física e gerando um *Produto Educacional* que possa ser utilizado por outros professores.

Este Produto Educacional resultará da implementação de uma nova estratégia de ensino, de um recurso instrucional inovador, na sala de aula do professor mestrando, com acompanhamento do professor-orientador. Este acompanhamento é o que caracteriza o *Estágio Supervisionado*.

A dissertação de mestrado será este *Trabalho de Conclusão*, que se constituirá em um relato de experiência dessa implementação. Será o relato de uma pesquisa aplicada.

AS LINHAS DE PESQUISA APLICADA

As linhas de pesquisa do MNPEF são três, dentro das quais devem ser conduzidas as atividades que gerarão os *Produtos Educacionais*.

1. **Física no Ensino Médio:** atualização do currículo de Física, de modo a contemplar resultados e teorias da Física Contemporânea, visando uma compreensão adequada das mudanças que esses conhecimentos provocaram e provocarão na vida dos cidadãos.
2. **Física no Ensino Fundamental:** desenvolvimento de produtos e formas de abordar conteúdos de Física adequados a estudantes do Ensino Fundamental, de maneira integrada com outras disciplinas.
3. **Processos de Ensino e Aprendizagem e Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Física:** desenvolvimento de produtos e processos de ensino e aprendizagem que utilizem tecnologias de informação e comunicação tais como aplicativos para computadores, mídia para tablets, plataformas para simulação e modelagem computacionais, aquisição automática de dados, celulares e redes sociais.

Todas essas linhas inserem-se em uma única Área de Concentração «Física na Educação Básica» e têm o caráter de aplicadas.

SELEÇÃO E VAGAS

A seleção é feita em duas etapas. A primeira é uma prova única, nacional, de Física, elaborada por uma comissão indicada pela SBF e aplicada em todos os Polos. A nota mínima de aprovação é quatro em uma escala de zero a dez. Os aprovados na primeira etapa participam da segunda nos Polos. Nesta segunda etapa, os candidatos são entrevistados, fazem uma defesa de memorial e têm analisados seus históricos escolares de graduação.

A previsão inicial foi de 400 vagas para a primeira turma, a de 2013, em 21 IES, mas, em função da disponibilidade dos Polos, foram oferecidas 360. O número de candidatos foi 932 e no processo de seleção foram aprovadas as inscrições de 320 professores. Em relação aos Polos, houve 74 candidaturas, dentre as quais a SBF escolheu 21 nesta primeira chamada.

Estes dados, principalmente os elevados números de candidatos e de IES interessadas em sediar um Polo, sugerem que o MNPEF foi uma iniciativa muito relevante no Sistema Nacional de Pós-Graduação (SNPG) e que uma segunda chamada de Polos e uma segunda seleção de professores-alunos deveria ser feita. Isso aconteceu no primeiro semestre de 2014, com 1979 candidatos, dentre os quais 450 foram selecionados para cursarem o MNPEF a partir de agosto de 2014, com 24 novos Polos. Em 2015, houve nova seleção, para iniciar nova turma em março de 2016. Foram cerca de 2300 candidatos dentre os quais foram selecionados aproximadamente 900. Foram também criados novos Polos, de modo que o total chegou a 63. A partir de agosto de 2015, começaram a ser apresentados os primeiros trabalhos de conclusão (dissertações) do MNPEF, alcançando já mais de 70.

COORDENAÇÃO

A Comissão de Pós-Graduação encarregada da parte acadêmica do MNPEF contou, em distintos períodos de tempo, até o final de 2015, com a participação dos seguintes Professores Doutores de universidades brasileiras: Marco Antonio Moreira (IF-UFRGS, Coordenador); Eliane Angela Veit (IF-UFRGS, Vice-Coordenadora 2014); Nelson Studart (IF-UFABC, Vice-Coordenador 2015); Lúcia Sasseron

(FACED-USP); Rita Almeida (IF-UFRGS); Laércio Ferracioli (IF-UFES); Marta Barroso (IF-UFRJ); Silvania Nascimento (FACED-UFMG); Carmem Prado (IF-USP); Samuel Gomes (DF-IFRN); Olival Freire Jr. (IF-UFBA); Jorge Megid Neto (FACED-UNICAMP); Iramaia de Paulo (IF-UFMT).

A parte administrativa do MNPEF esteve a cargo da Profa. Dra. Deise Miranda Vianna (IF-UFRJ), como Pró-Reitoria de Pós-Graduação, e da Secretária Silvana Feitosa. A Presidência da SBF esteve a cargo do Prof. Dr. Ricardo Galvão (IF-USP).

Para o mandato 2016 e 2017, o Conselho da SBF aprovou a seguinte constituição da CPG do MNPEF: Marco Antonio Moreira (IF-UFRGS, Coordenador); Nelson Studart (IF-UFABC, Vice-Coordenador 2015); Marta Barroso (IF-UFRJ); Jorge Megid Neto (FACED-UNICAMP); Iramaia de Paulo (IF-UFMT); Rita Almeida (IF-UFRGS); Carmem Prado (IF-USP); Fátima Verdeaux (IF-UnB, Coordenadora de Polo); José Rildo (UFG – Membro da Comissão de Ensino da SBF); Makarius Tahin (UECE – Coordenador de Polo).

PERSPECTIVAS E DIFICULDADES

O MNPEF é uma iniciativa altamente promissora para o ensino de Física no Brasil. Em poucos anos, teremos um grande número de professores titulados com esse mestrado e esses professores ensinarão física para milhares e milhares de alunos. Mas sua ação poderá estar limitada pelo currículo desatualizado em termos de conteúdos e tecnologias, pela abordagem equivocada das ciências da natureza como se fosse uma coisa só, como se o mesmo professor pudesse dar aulas de Física, Química, Biologia, Geologia. A interdisciplinaridade,

a integração disciplinar, é importante, mas dizer que não há mais disciplinas é um erro epistemológico. Propor que o mesmo professor deva ensinar todas as chamadas ciências da natureza é um erro didático.

Mas, provavelmente, a maior dificuldade, o maior entrave, a um novo ensino de Física que poderá decorrer do MNPEF é a cultura do ensino para testagem que predomina, ou domina, o ensino contemporâneo. As escolas estão transformando-se em centros de treinamento e os professores são obrigados a preparar os alunos para os testes nacionais e internacionais. O ensino para testagem é anticientífico, contrário à proposta do MNPEF, que é a de ensinar Física.

Há também dificuldades acadêmicas porque os mestrados profissionais são considerados inferiores aos mestrados acadêmicos, e a pesquisa aplicada, com o desenvolvimento de produtos educacionais, é tida como de menor valor do que a pesquisa básica, geradora de publicações em revistas bem indexadas. Mas tais dificuldades serão superadas em razão do bom trabalho que vem sendo desenvolvido no MNPEF e futuramente talvez haja espaço para um Doutorado Profissional em Ensino de Física, porém em pequena escala.

REFERÊNCIAS

SBF-Sociedade Brasileira de Física. *MNPEF-Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física*. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/mnpef/>>. Acesso em 15 de dezembro de 2017.

A IMPORTÂNCIA DOS CONCEITOS E DO CONTEXTO NO ENSINO DE QUÍMICA

César Zucco

Parque Tecnológico ALFA

Maria Joana Zucco

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Maria Domingues Vargas

Universidade Federal Fluminense (UFF)

Jailson B. de Andrade

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Energia Ambiente e Universidade Federal da Bahia (UFBA)

A agenda do Século XXI tem por base três palavras que representam objetivos a serem alcançados por todos os segmentos sociais, em especial o acadêmico e o empresarial: **sustentabilidade, interdisciplinaridade e inovação.**

Essa agenda exige mudanças de atitudes significativas no setor empresarial e, especialmente, no setor acadêmico, requerendo uma reconfiguração ampla – do ensino fundamental à formação de pós-doutores. São necessárias, pois, novas atitudes, novos currículos, novas concepções e novas formas de enxergar o mundo. Para alcançar esses objetivos é preciso requalificar e construir novos paradigmas de instituições educacionais e de instituições de pesquisa científica e tecnológica, nos quais prevaleçam a criatividade, a coerência intelectual e o mérito científico-acadêmico.

Esta premissa é sustentada por três relevantes observações: i) o desaparecimento das fronteiras disciplinares no âmbito das ciências naturais e o surgimento de domínios híbridos, mutáveis, convergentes e de elevada

complexidade¹; ii) o reconhecimento da convergência tecnológica que pretende a unificação da ciência e tecnologia baseada na combinação da nanotecnologia, biotecnologia, tecnologia da informação e ciência cognitiva²; (Tanto a convergência científica quanto a convergência tecnológica destacam que o foco principal é o tema em estudo e não a disciplina); e iii) a publicação recente de George Whitesides (2015), prevendo o início de uma nova e promissora era para a Ciência Química³.

A Sociedade Brasileira de Química, SBQ, preparou-se para o século XXI com uma série de atividades visando ao estabelecimento de diretrizes denominadas “Eixos mobilizadores em Química”, tornando evidente que, para o país dar um salto em ciência, tecnologia e inovação, é necessário um investimento significativo na formação de recursos humanos qualificados em profusão e em todos os níveis. Logo, o primeiro eixo mobilizador sugerido foi: **Formação de recursos humanos qualificados. Algumas ações associadas a este eixo são:** estímulo ao acesso direto ao doutorado dos alunos que participaram do programa de iniciação científica; incentivo a atividades conjuntas da graduação e da pós-graduação; promoção de intercâmbio da Química entre as IES e também com o nível médio; o pós-doutorado considerado um processo de formação continuada, abrangendo estágios posteriores ao doutorado; incentivo a programas para formação de docentes de 3º grau; realização de Semanas Nacionais de Química com a participação de estudantes do nível médio, de graduação, pós-graduação e professores como forma de mobilização e ação nos vários níveis de ensino.

Com a definição de prioridade máxima à formação de recursos humanos em todos os níveis e com visão integrada do ensino médio à pós-graduação, a SBQ deflagrou uma série de ações, continuadas, as quais serão apresentadas a seguir⁴.

Assim, se no primeiro momento ficou estabelecido que a atuação da SBQ no ensino médio

seria de forma indireta, focando na formação do químico e do professor de Química, num segundo momento, o ensino médio seria focado diretamente, com a integração do nível médio às ações de formação de químicos de alto nível.

As Diretrizes Curriculares para os Cursos de Química, que foram elaboradas em atendimento à nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional promulgada em 1996 (Lei 9.394/96) e do Edital nº 04/97 da Secretaria de Educação Superior do MEC, sugerem, como **princípio**, a flexibilização curricular que, sem prejuízo de uma formação didática, científica e tecnológica sólida, avance também na direção de uma formação humanística que dê condições ao egresso de exercer a profissão em defesa da vida, do ambiente e do bem-estar dos cidadãos. Com isso, esperava-se que os novos currículos oferecessem mais do que o domínio cognitivo das disciplinas, contemplando atividades que visassem estabelecer correlações entre áreas conexas, ampliando o caráter interdisciplinar. Além disso, esperava-se que o professor não fosse a fonte principal de informações para os estudantes, mas, sim, um sistematizador e facilitador de ideias. Nesse novo modelo, privilegiar-se-iam o papel e a importância do estudante no processo de aprendizagem. O professor não mais “ensinaria coisas e soluções”; a ele caberia “conduzir o estudante a aprender coisas e soluções”⁵.

Nesse sentido, o mais importante num currículo não é a quantidade de disciplinas; sua essência estará na articulação em torno de uma proposta de ensino na qual estejam definidos claramente os objetivos do curso e a sua abrangência. Mais do que o domínio cognitivo do conteúdo de Química, os currículos devem contemplar atividades que visem estabelecer correlações entre a Química e áreas conexas, ampliando o caráter interdisciplinar⁶.

A avaliação das condições de ensino – ACE – em 2000 (então chamada de avaliação das condições de oferta), mostrou que 33% dos cursos de Química eram de Bacharelado, 42% dos cursos eram de Licenciatura plena e 25% de Ciências, com habilitação em Química, também uma modalidade (embora em extinção), de formação de professores.

1 E. Wilson, Consiliência, Editora Campus, 1998.

2 NSF/DOC - Sponsored Report, June 2002.

3 Whitesides George. Reinventing Chemistry: The End of One Era and the Beginning of Another; Angew. Chem. Int. Ed. 54:3196–3209; 2015.

4 De Andrade, J. B.; Cadore, S.; Vieira, P.C.; Zucco, C.; Pinto, A. C., Quim. Nova, 2003, 26, 445.

5 Zucco, C; Pessine, F.B.T.; de Andrade, J.B.; Quim. Nova, 1999, 22, 454.

6 Zucco, C; Pessine, F.B.T.; de Andrade, J.B.; Quim. Nova, 1999, 22, 454.

Foi observado que aproximadamente dois terços dos cursos em Ciências estavam localizados em IES privadas, geralmente, no interior, e detinham quase um quarto de todos os alunos matriculados em cursos de Química.

Daquela avaliação pôde-se concluir, com as devidas cautelas que:

- i. Os Bacharelados tinham o melhor desempenho dentre todas as modalidades;
- ii. os cursos de Ciências, dirigidos para a formação de professores, mostravam claras deficiências em todas as três dimensões (corpo docente, organização didático-pedagógica e infraestrutura) avaliadas;
- iii. as IES federais e algumas estaduais eram as que praticavam o melhor ensino de Química no país, porque estavam assentadas num corpo docente qualificado e com forte inserção da pesquisa.

A avaliação demonstrou, assim, a necessidade de introdução de mudanças nos projetos didático-pedagógicos dos cursos para que oferecessem não só uma formação sólida em Química, mas, de igual modo, abrangente e generalista o suficiente para que o químico pudesse se desenvolver em mais de uma direção, conforme as futuras necessidades a enfrentar. Dentre os então reconhecidos e citados desafios que se impunham a essa tarefa de formação do químico, destaca-se aqui: “melhorar a qualificação para a docência dos professores universitários e do ensino médio”⁷. Vê-se, portanto, a antiga e contínua preocupação da SBQ com o ensino de Química.

Em decorrência da criação, em 2005, do Fórum de Coordenadores de Cursos de Graduação em Química, seguiram-se reuniões de discussões e avaliações que mapearam as preocupações com a formação de recursos humanos em Química, de forma interdisciplinar, com competência para enfrentar os desafios do novo século, notadamente com a sustentabilidade da vida.

O artigo “Recursos humanos para novos cenários”, de 2009⁸ já apontava que, não obstante o reconhecimento da relevância da Química na criação

de riqueza, da abrangência de seu raio de ação e de sua inter-relação com outras áreas do conhecimento, o conceito formal da Química, como disciplina, vinha sendo ressignificado; seu conteúdo não mais poderia ser estudado isoladamente, mas como parte importante, subjacente e indispensável a outras matérias, temas ou disciplinas. O conhecimento, cada vez mais multifacetado, pressupunha um diálogo entre as várias áreas, ficando a Química, dada a sua natureza de processo fundamental, implícita aos conteúdos das demais matérias.

Nesta nova concepção, para enfrentar os desafios emergentes, apontava-se ainda mais evidente a necessária união de **ciência e educação**, condição fundamental para a transformação radical da educação científica, do ensino fundamental à pós-graduação. Contudo a convergência de disciplinas científicas e de campos de pesquisa, historicamente separados, não poderia ocorrer sem a emergência de novos profissionais e cientistas que reconhecessem quão multifacetados e profundos eram os desafios científicos e tecnológicos e quão inteligente seria o esforço necessário para integrá-los. Para isso, era preciso construir novos currículos, criar novas estruturas educacionais e traçar novos caminhos em busca da coerência intelectual. Nesse novo contexto educacional, eram imprescindíveis, como temas transversais, dentre outros, os princípios da Química Verde, a sustentabilidade e a atuação responsável do químico^{9 10}.

Desenhava-se, a partir de então, um novo cenário, no qual a formação do professor de Química deveria ter atenção especial a, pelo menos, duas vertentes: i) a formação em Cursos de Licenciatura convencionais que o estimulasse também a atuar em faculdades e universidades, como possibilidade ampla de realizar estudos de pós-graduação em todos os níveis; ii) a formação emergencial de professores de Química para os níveis médio e fundamental. Nesta última vertente, haveria a previsão de um sistema sequencial de formação que permitisse ao licenciando atuar como professor a partir do segundo ano, no mínimo, com atividades de gestão escolar distribuídas ao longo do curso, e que, ao completar a licenciatura,

7 De Andrade, J. B.; Cadore, S.; Vieira, P.C.; Zucco, C.; Pinto, A. C., *Quim. Nova*, 2004, 27, 358.

8 Pinto, A. C.; Zucco, C.; de Andrade, J. B.; Vieira, P.C.; *Quim. Nova* 2009, 32, 567.

9 De Andrade, J. B.; Pinto, A. C.; Cadore, S.; Vieira, P.C.; Zucco, C.; Pardini, V. L.; Curi, L. R. L.; *Quim. Nova* 2005, 28, Suplemento, S7-S10.

10 De Andrade, J. B.; Cadore, S.; Vieira, P.C.; Zucco, C.; Pinto, A. C., *Quim. Nova* 2003, 26, 445.

pudesse receber uma especialização nos moldes do “*Master in Business Administration, MBA*”¹¹.

É amplamente conhecida a necessidade do país de garantir que o ensino de Ciências (Biologia, Física, Matemática e Química) no ensino médio seja realizado por profissionais qualificados. Entretanto, o *deficit* de professores graduados nessas áreas continua significativo. Dados disponíveis no INEP em 2009 (www.inep.gov.br) mostravam que dos 62 mil docentes em exercício na Educação Básica, responsáveis pela disciplina Química, apenas cerca de 8 mil tinham Licenciatura específica em Química, e que cerca de 75% dos licenciados em Química não atuavam no magistério na educação básica. Por outro lado, a maioria dos professores graduados que atuavam no ensino médio estavam em outras áreas, e não em Biologia, Física, Matemática e Química. Os professores dessas ciências, por sua vez, careciam de atualização na sua formação profissional, que resultasse em melhoria de conteúdos, didática e visão integrada da ciência¹².

Foi proposto, então, um novo modelo de curso – Licenciatura Especial em Química. Tratava-se de um modelo alternativo e complementar às licenciaturas convencionais, que buscava viabilizar, além da qualificação profissional dos docentes, o papel “multiplicador” desses professores, dotando-os de competências para desenvolver novas metodologias de ensino, programar *workshops* e Feiras de Ciências, gerenciar políticas de educação científica e de avaliação. Contribuiria, também, para a ampliação das atividades experimentais nos respectivos cursos, resultando na formação de jovens com conhecimento consolidado em ciências, buscando despertar vocações futuras. Esperava-se, ainda, que os professores oriundos do novo curso fossem multiplicadores entre seus pares, ministrando cursos de atualização, aperfeiçoamento e especialização, com resultados positivos para a valorização do professor do Ensino Médio¹³.

11 De Andrade, J. B.; Pinto, A. C.; Cadore, S.; Vieira, P.C.; Zucco, C.; Pardini, V. L.; Curi, L. R. L.; Quim. Nova 2005, 28, Suplemento, S7-S10.

12 De Andrade, J. B.; Pinto, A. C.; Cadore, S.; Vieira, P.C.; Zucco, C.; Pardini, V. L.; Curi, L. R. L.; Quim. Nova 2005, 28, Suplemento, S7-S10.

13 De Andrade, J. B.; Pinto, A. C.; Cadore, S.; Vieira, P.C.; Zucco, C.; Pardini, V. L.; Curi, L. R. L.; Quim. Nova 2005, 28, Suplemento, S7-S10.

Na elaboração do currículo, recomendava-se evitar a pulverização dos conteúdos num exagerado número de disciplinas, que segmentam o conhecimento, deixando de ressaltar o essencial. Isso porque a compartimentalização leva à repetição desnecessária de conteúdos. Mais do que o domínio cognitivo do conteúdo de Ciências, o novo currículo contemplaria atividades que estabelecessem correlações entre áreas conexas (Biologia, Física, Matemática e Química), ampliando o caráter interdisciplinar. A composição curricular poderia ser elaborada de tal forma que permitisse ao egresso uma licenciatura (*Major*) em Química e outra (*Minor*) em Biologia, Física ou Matemática, como ocorre em outros países.

Reafirmava-se, assim, que o currículo deveria buscar a integração entre os conteúdos básicos e os conteúdos profissionais essenciais e promover, também, por meio de seus planos de ensino, condições reais e quantitativamente significativas de integração de atividades e experiências práticas em laboratórios e estágios. Nesse sentido, foi sugerida a seguinte composição para o quadro curricular:

- i. **Conteúdos básicos** essenciais para a formação comum e interdisciplinar; envolvendo teoria e laboratório e dos quais deverão fazer parte: Biologia, Matemática, Física e Química;
- ii. **conteúdos profissionais** essenciais para o desenvolvimento de competências e habilidades; envolvendo aprofundamento em subáreas específicas de Química, e da disciplina escolhida para a obtenção do “Minor”, formação didático-pedagógica, administração, história, ciência do ambiente e uso de novas tecnologia;
- iii. **conteúdos complementares** essenciais para a formação humanística, interdisciplinar, gerencial; envolvendo o estudo da evolução da ciência, ética, iniciação científica, consiliência e elaboração de artigos e monografias e leitura de textos selecionados relacionados com ciências;
- iv. **atividades extraclasse** essenciais para estimular o professor a buscar atividades acadêmicas e de prática profissional alternativas, como a participação e a apresentação de trabalhos e/ou resumos em seminários, con-

ferências, semanas de estudos e similares, a publicação de artigos em revistas ou outros meios bibliográficos e/ou eletrônicos especializados, a organização de workshops, boletins, feiras de ciências e experimentos para mostra em museus^{14 15}.

Com relação às habilidades a serem desenvolvidas durante o curso, este seria estruturado de forma a possibilitar a formação abrangente e interdisciplinar requerida do educador. Para tanto, seriam oportunizadas ao licenciando experiências de ensino-aprendizagem, por meio do contato com docentes, palestrantes e literatura. Participaria, igualmente, de atividades de planejamento de ensino com formulação de problemas e busca de soluções e avaliação de situações de ensino-aprendizagem.

As experiências de aprendizagem desenvolvidas no curso precisariam ultrapassar as tradicionais técnicas usadas em sala de aula ou em laboratórios de demonstração e prever o melhor aproveitamento possível das horas-atividade programadas. Isso incluía criar condições e incentivo para que os estudantes estivessem suficientemente instrumentalizados em informática – competência indispensável para o acompanhamento tecnológico da informática educacional e instrucional e para o desenvolvimento de habilidade no uso do acervo existente em bibliotecas, inclusive nas modalidades eletrônica e remota, o que lhes permitiria contínua atualização técnica e científica.

Esse curso de Licenciatura Especial em Química seria planejado para ser concluído em oito semestres, sequencialmente, e todos os estudantes seriam bolsistas de “iniciação à docência”, durante todo o curso, desde que tivessem bom aproveitamento. A partir do terceiro semestre, os estudantes teriam carga horária em colégios públicos da respectiva região. A combinação do curso com atividade profissional era apontada como especialmente relevante na formação do professor¹⁶.

Após a conclusão da licenciatura, os agora docentes poderiam desenvolver, paralelamente às

atividades didáticas, um trabalho de dissertação, envolvendo, necessariamente, temas relacionados com suas atividades didáticas ou de extensão escolar para o ensino médio. Aos que tivessem o trabalho de dissertação aprovado em programa de pós-graduação, credenciado pela CAPES, seria concedido o título de “mestre em docência”. Propugnava-se naquela proposta, um modelo de licenciatura que poderia vir a ser utilizado nas várias áreas do conhecimento¹⁷.

Nesse mesmo ano, 2009, a SBQ lança o portal Química Nova Interativa (QNInt), com o seguinte editorial:

Desde a sua criação, a Sociedade Brasileira de Química, SBQ, vem fortalecendo e ampliando a sua linha editorial, compromisso de todos os químicos brasileiros, dos seniores aos jovens. O lema que define esta linha editorial, **“Pensar como Cientista e Atuar como Professor!”**, aponta para a produção de ciência e formação de profissionais de melhor qualidade, sendo Ciência e Educação os focos permanentes da atuação da SBQ. Em 2009, a Diretoria e o Conselho decidiram ampliar a linha editorial da SBQ. Nesse sentido, Química Nova Interativa, QNInt, chega para reforçar o lema da linha editorial e para servir de instrumento de conexão entre Ciência e Educação.

Estamos na era do conhecimento. A informação está amplamente disponível, proveniente das mais variadas fontes e de origem confiável e enganosa. O maior desafio atual dos professores e estudantes não é obter a informação, mas, sim, identificar a confiável, classificá-la e interpretá-la. Nesta nova era, o manejo adequado da informação no processo educativo só será atingido pela integração da ciência, como forma de pensar, com o ensino. Esta conexão precisa ser feita em todos os níveis do processo, pois só assim será possível atingir uma nova era em que a intensificação da criatividade predomine.

Neste jovem século, atingimos a convergência científica e tecnológica, nas quais o foco é o tema e não a disciplina. Isto não significa o fim

14 Zucco, C.; Pessine, F.B.T.; de Andrade, J.B.; Quim. Nova, 1999, 22, 454.

15 Pinto, A. C.; Zucco, C.; de Andrade, J. B.; Vieira, P.C.; Quim. Nova 2009, 32, 567.

16 Pinto, A. C.; Zucco, C.; de Andrade, J. B.; Vieira, P.C.; Quim. Nova 2009, 32, 567.

17 Pinto, A. C.; Zucco, C.; de Andrade, J. B.; Vieira, P.C.; Quim. Nova 2009, 32, 567.

da disciplina; significa, sim, que as disciplinas precisam ser repensadas e reapresentadas com foco em temas atuais e amplos o suficiente para permitir conexões intra e interdisciplinares. Se nas décadas de 1980 e 1990 foi extremamente importante a criação (e inoculação nos currículos) das disciplinas Química Ambiental e Química Verde, hoje o desafio é inocular o Comportamento Verde - muito mais amplo que uma disciplina - de forma transversal durante toda a formação do estudante, bem como na sua atuação profissional.

A sustentabilidade deve representar a busca permanente pelo bem-estar humano, a satisfação das suas necessidades econômicas e sociais, sem o comprometimento do progresso, do ambiente e do sucesso das futuras gerações. Nesse novo cenário, a segurança ambiental, segurança energética e segurança alimentar são temas atuais e amplos o suficiente para permitir a conexão entre ciência e educação, com abordagem intra, inter e multidisciplinares.

Os livros e grande parte do material bibliográfico disponível não suportam adequadamente a conexão e a abordagem apresentadas neste texto. Nesse sentido, a SBQ, apresenta aos sócios e à sociedade em geral o seu novo projeto: **Química Nova Interativa, QNInt**. Uma flecha que mira o futuro. Uma concepção que pretende ser “uma metamorfose ambulante”! QNInt é o Portal do Conhecimento da SBQ, cujo objetivo é prover instrumentação confiável para a formação em Química, a ser utilizada por estudantes e professores em todos os níveis de formação, primando pela interatividade e pela atualização das informações.

É a conexão entre Ciência e Educação em Química acessivelmente disponibilizada!¹⁸

A QNInt é uma experiência de sucesso. Ultrapassou a marca de 1 milhão de acessos nos primeiros 3 anos. Hoje o número de visitas diárias vem crescendo constantemente. O acesso ao portal

é livre e gratuito e o cadastro dos usuários requer poucas ações.

O portal é um produto da comunidade acadêmica química brasileira, já que se baseia fundamentalmente em seus trabalhos, garantindo, dessa forma, manutenção da qualidade.

Destacam-se aqui, atreladas à questão do ensino de Química, duas das cinco categorias que compõem o portal:

- I. Sala de aula - é uma categoria que traz coleções de artigos com sugestões metodológicas para tratar os conceitos químicos em sala de aula, incorporando conteúdos da Química Nova na Escola e também do portal Ponto Ciência (<http://pontociencia.org.br>);
- II. pesquisa em ensino de química (PEQ) - é uma categoria que traz artigos versando sobre questões de ensino e aprendizagem e outros temas de interesse da pesquisa educacional, permitindo ao usuário do portal adentrar estas questões¹⁹.

Durante o Ano Internacional da Química (AIQ) em 2011, a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) desenvolveu o Experimento Global da Água, que foi a principal iniciativa da IUPAC no AIQ. O Experimento consistiu em envolver as comunidades escolares na determinação experimental de parâmetros relacionados à potabilidade da água, dentre os quais, a determinação do pH por comparação de cores, valendo-se de uma escala de calibração e de soluções dos indicadores púrpura de metacresol e azul de bromotímol.

No Brasil, o experimento global foi lançado pela Sociedade Brasileira de Química como “pH do planeta” e incluiu a distribuição de um *kit* simples com os indicadores e a escala de cores. O QNInt centralizou o cadastro de professores, a solicitação de *kits* de medida de pH e o registro dos resultados

18 De Andrade, J.B. Conectando ciência com Educação. Editorial. QNInt, 2009. Disponível em: <http://qnint.s bq.org.br/novo/>

19 Marson, G. A.; Galembeck, E.; de Andrade, J.B.; Quím. Nova 2013, 36, 484

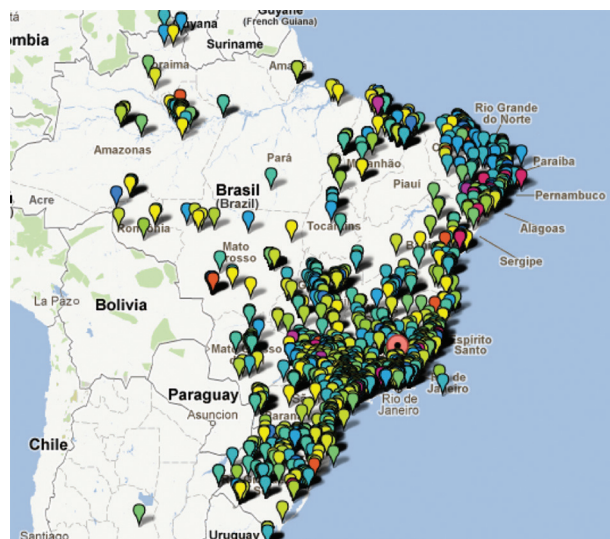


Figura 1. Mapa indicando a distribuição dos 2.904 resultados enviados pelos participantes do experimento em 644 municípios brasileiros. Os pontos são coloridos segundo valores da escala adotada no experimento. (<http://QNInt.sbq.org.br/agua/mapa.php>)

obtidos por comunidades em todo o Brasil. A figura 1 sumariza os resultados da iniciativa, indicando que seus objetivos foram satisfatoriamente contemplados.

Os dados apresentados no mapa reúnem resultados obtidos no curto espaço de tempo entre o lançamento da iniciativa em abril de 2011 e março de 2012. Dados disponíveis no *website* do Experimento Global da Água indicam a participação de 75 países, resultando em 2.654 experimentos envolvendo 64.959 estudantes. Tais resultados estão sumarizados na tabela 1.

O cenário apresentado na tabela 1 indica que a participação do Brasil nas medidas de pH do Experimento Global foi numericamente a mais significativa no corpo de resultados de experimentos computados pela IUPAC e no número de estudantes participantes. É particularmente notável que países com sistemas educacionais mais bem estruturados e que ocupam posições de liderança científica como os EUA e o Reino Unido aparentemente não obtiveram o mesmo êxito. Isto é especialmente interessante na comparação entre os resultados do Brasil e dos EUA, países continentais populosos bastante distintos quanto ao produto interno bruto, ao investimento em ciência e tecnologia e ao investimento *per capita* em educação básica. Embora os motivos desses resultados careçam de investigação apropriada para serem elucidados, é plausível supor que a contribuição da Sociedade Bra-

Tabela 1. Dados referentes à medida de pH para o Experimento Global da Água em diversos países

PAÍS	CONTRIBUIÇÃO DE CADA PAÍS		ESTUDANTES POR EXPERIMENTO
	% EXPERIMENTOS N= 2654	% ESTUDANTES N= 64959	
Brasil	28	29	25
Reino Unido	7	12	41
EUA	11	10	21
Espanha	5	9	41
Croácia	5	5	24
Filipinas	1	3	61
Porto Rico	2	3	33
Outros ^a	41	29	-
Súmula dos resultados ^b			
Média	1	1	20
Mínimo	0,04	0,002	0,5
Máximo	28	29	61
Moda	0,04	0,02	10

(Fonte: Website do Experimento Global da Água - <http://water.chemistry2011.org/web/iyc/visualisation>, acesso em 16/07/2012. Notas: a. O grupo "outros" reúne dados de países com menos de 3% do total mundial de estudantes participantes, b. Calculados sobre os dados de todos os países).

sileira de Química, através de instrumentos como o QNInt, aliados à intensa articulação que se deu na comunidade brasileira, tenham sido fatores decisivos para a intensa participação dos estudantes do ensino médio no experimento.

Em 2013, na sequência da criação dos Mestrados Profissionais de Matemática (<http://www.profmat-sbm.org.br/>) e do Mestrado Profissional em Ensino de Física (<http://www.sbfisica.org.br/~mnpef/>), a Diretoria e o Conselho (D&C) da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) decidiram participar da elaboração da proposta do “Mestrado Profissional em Química” (PROFQUI). Para tal, foi instituída uma Comissão composta pelo Presidente em exercício (Vitor Ferreira, mandato 2012-2014) e por três ex-Presidentes (Angelo C. Pinto, César Zucco e Jailson B. de Andrade). Posteriormente, após a escolha da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) como Instituição sede, a Comissão foi ampliada com representantes da Instituição Sede: Claudia Moraes de Rezende e Waldmir N. Araújo Neto; Gerson S. Mol (Diretor da Divisão de Ensino SBQ - UnB) e Dario Windmoller (Chefe do Departamento de Química da UFMG).

A proposta do mestrado profissional em rede pretende aprimorar a formação de docentes do Ensino Básico ativos em sala de aula, de forma ampliada no território nacional, além de estimular o intercâmbio entre universidades que fazem parte do Programa. (<https://www.iq.ufrj.br/category/mestradoprofissional/>).

O PROFQUI tem como foco proporcionar formação continuada qualificada e atualizada em Química e fazer com que seja relevante para professores em pleno exercício da docência no Ensino Básico do país. Segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), aproximadamente 75% dos licenciados em Química não atuam no magistério, e outros estudos inferem que os professores em exercício na educação básica necessitam de atualização profissional que resulte em melhoria na compreensão de conceitos e conteúdos específicos, além do desenvolvimento de uma visão didática da ciência.

Uma continuação da análise dos dados do INEP mostra que apenas a ampliação da oferta de formação em cursos de licenciatura não garante o

atendimento às necessidades do ensino médio, uma vez que a maioria dos licenciados não atua como professor. Isso nos impõe como uma questão central a necessidade de cuidar da formação de professores para atuar no ensino médio e essa necessidade só se estabelece completamente quando se considera a estruturação da carreira docente e a política salarial, que possam garantir dignidade para o Professor.

A racional (ou sonho) desse projeto é a possibilidade de se atingir o ensino médio e fundamental, através de um novo grupo de Professores “especializados” para o ensino de Química centrada na realidade do dia-a-dia, tornando-a, assim, mais atraente (e útil). O sonho é que os estudantes, ao chegarem em suas casas e comunidades, possam assumir a atividade prazerosa de explicar aos familiares e amigos, com base em aspectos químicos, o mundo que os rodeia.

É importante o entendimento de que o Professor que participar do PROFQUI já estudou Química, mas que precisa melhorar e aprofundar a sua formação a partir dos conceitos transversais: matéria-energia; causa-efeito, estrutura-propriedades, com foco na qualidade de vida da sociedade, ambiente, sustentabilidade e materiais. Desta forma, é possível criar uma nova base para o ensino de Química no país. (<https://www.iq.ufrj.br/category/mestradoprofissional/>).

A 39ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, ocorrida em Goiânia, em 2016, incluiu em sua programação, uma mesa de Debate sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) atualmente em discussão, para aplicação na Educação Básica brasileira, no caso da Química, notadamente no ensino médio.

Não por acaso, destacou para esta mesa, palestrantes com forte ligação com a construção da BNCC e, além disso, com histórica preocupação com estudos curriculares da formação dos químicos brasileiros. Apesar do reconhecido envolvimento desses cientistas-professores com o tema, não há, ainda, neste momento, convergência total de opinião sobre a questão. Nem sobre o que diz respeito à Química e nem sobre a BNCC como um todo.

Assim, a preocupação constante dos cientistas-professores que integram a SBQ não poderia permitir que, com o advento da BNCC,

deslanchada pelo MEC, esta Sociedade Científica deixasse de participar ativamente da construção e da crítica da BNCC em Química.

A BNCC é um grande desafio articulado à legislação educacional. É preciso entender sua configuração conceitual como política nacional de aprendizagem. Com ela, busca-se superar as orientações que, ao longo da história, têm transferido para o estudante as responsabilidades por suas dificuldades. No mesmo sentido, para que sejam garantidos os direitos de aprendizagem e desenvolvimento, não é possível que o trabalho educativo esteja restrito apenas à prática do educador. A complexidade do processo educativo requer muito mais do que a soma das ações individuais dos educadores; requer investigação, análise, colaboração, formulação e decisões coletivas.

Foi com este entendimento que a SBQ, enquanto sociedade científica historicamente envolvida e preocupada com o ensino e a aprendizagem da Química contextualmente e culturalmente situada, vem participando da construção desta BNCC e conclamando os professores de Química a fazê-lo com empenho e responsabilidade.

Nesse sentido, além de colocar à disposição da BNCC todo o repertório de conhecimentos construído e proposto ao longo das duas últimas décadas, acima mencionados, a SBQ propõe, ainda, que no que diz respeito à Química, no ensino médio, o currículo compreenda 3 (três) etapas:

1. **Origem dos elementos e moléculas** - As formas de energia, a formação dos elementos químicos, a constituição da matéria, o esquema do universo, a formação das moléculas, as interações entre matéria e energia, os estados da matéria, os panoramas da Química através da Tabela Periódica: dos metais aos não metais, das bases aos ácidos.
2. **Os pilares da Química** – Relações de causa e efeito, interações atômicas e moleculares, energia para (e nas) reações, solubilidade, fotossíntese, respiração e combustão, relações entre estrutura e propriedades, panoramas da Química: dos redutores aos oxidantes; do visível ao nano; do grafite ao grafeno.
3. **Química na vida, no ambiente e nos materiais: a consiliência** – Ciência

integrativa – inter-relações química-física-biologia-matemática; tecnologias convergentes; setor industrial químico; a percepção da Química pela sociedade; papel da química no Antropoceno; a contribuição científica e tecnológica da Química no Brasil e no mundo.

Alerta-se que, sob esse olhar, primeiro vem o conceito, depois o contexto. Mas em ambos, os três sistemas – ambiente, vida e materiais – devem ser levados em consideração.

A BNCC é um processo em andamento e, certamente, terá avanços e recuos no futuro próximo. Dentre as poucas certezas afirmadas na 39ª Conferência da SBQ, mereceu destaque a de que o professor precisa ser o ator central desse processo. Um ator político, com voz e direitos; um ator humano, comprometido com a sustentabilidade e, sobretudo, um ator acadêmico, com conhecimento científico interdisciplinar e com visão de futuro. Volta-se, pois, às palavras-chave desse início de século: **sustentabilidade, interdisciplinaridade e inovação**. Acrescente-se a estas, o **professor**.

Nesse contexto, a SBQ precisa agir como sociedade científica e educadora. Deve envolver-se ainda mais nas discussões da BNCC e, paralelamente, continuar com suas iniciativas de preparar materiais e contribuir com a formação de professores de Química, incluindo, nessas tarefas, a capacitação daquele contingente de professores ensinando Química sem estar habilitado em curso superior de Química. É uma dura realidade que precisa ser enfrentada antes de se esperar aprendizagem de qualidade no ensino médio.

Vale ressaltar que ações desenvolvidas por Sociedades Científicas são de extrema relevância para a melhoria do ensino, mas não são suficientes. Ações de abrangência nacional, tais como o tempo integral na escola e a construção de metas e métricas para o setor serão primordiais para o aprimoramento do ensino médio e fundamental, independentemente da área.

REFERÊNCIAS

SBQ-Sociedade Brasileira de Química. *Química Nova Interativa*. Disponível em: <<http://qnint.s bq.org.br/agua/mapa.php>>. Acesso em 30 de agosto de 2016.

COMPUTAÇÃO: O VETOR DE TRANSFORMAÇÃO DA SOCIEDADE

Avelino Francisco Zorzo

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS) e Sociedade Brasileira de Computação (SBC)

André Luís Alice Raabe

Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) e Sociedade Brasileira de Computação (SBC)

Christian Brackmann

Instituto Federal Farroupilha (IFFar) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

INTRODUÇÃO

A sociedade está mudando, sempre mudou e continuará em constante metamorfose. Entretanto, as mudanças estão cada vez mais rápidas: o que antes ocorria de uma geração para a próxima, agora ocorre dentro de uma mesma geração. A Computação tem sido um dos vetores do aumento da velocidade destas mudanças e é uma área que permeia, atualmente, todas as demais áreas do conhecimento.

Os conhecimentos em Computação são tão importantes para a vida na sociedade contemporânea quanto os conhecimentos básicos de Matemática, Filosofia, Física, dentre outras, assim como contar, abstrair, pensar, relacionar, ou medir. Desta forma, na sociedade atual e futura, é fundamental que todos os indivíduos tenham conhecimentos básicos de Computação.

Por um lado, o uso de tecnologia tem se tornado cada vez mais presente. Por exemplo: atualmente, uma pessoa pode ler um livro utilizando um leitor digital (*tablet*, *kindle* ou similar); quando falamos ao telefone, podemos visualizar a outra pessoa por vídeo; processos de cooperação para desenvolvimento de novas tecnologias ou pesquisas podem ser feitas de maneira instantânea com pessoas do mundo todo. Entre os diversos fatores que têm auxiliado essas mudanças, podemos citar o aumento no número de pessoas que estão conectadas à Internet, a expansão da telefonia celular para os mais diversos lugares do mundo ou o aumento na geração e compartilhamento de dados. O poder de processamento dos computadores segue aumentando, e é possível que em poucos anos se equipare em alguns aspectos ao poder de processamento do cérebro humano.

O impacto da Computação nas outras áreas do conhecimento também é cada vez maior e mais profundo. Problemas complexos de diferentes áreas da ciência são agora abordados através de uma perspectiva computacional, uma vez que a Computação provê estratégias e artefatos para lidar com a complexidade e avança na solução de problemas que há poucos anos não seriam possíveis.

Exemplos notórios podem ser encontrados na Biologia, no mapeamento do genoma humano, na identificação de variações de enzimas, na simulação da adaptação de seres vivos em diferentes ambientes. Na Saúde, a Computação atua no desenvolvimento de medicamentos, realização de cirurgias remotas e até mesmo na simulação de previsão de tempo de contaminação por uma doença em determinado ambiente. Na Química a Computação possibilita simular reações químicas sem a necessidade de expor pesquisadores a situações de risco de vida. A Estatística é uma área da Matemática que impacta fortemente o fazer científico, e que foi amplamente alterada a partir da abordagem Computacional. Os exemplos se estendem para outras áreas como Arquitetura, Agronomia, Direito, Economia, Educação, Engenharia, Física, Psicologia, Segurança ou Zoologia. Enfim, é difícil encontrar uma área do conhecimento que não tenha sido impactada e até transformada pela abordagem computacional.

A quantidade de dados existentes, combinada às possibilidades atuais de processamento computacional, podem ajudar a melhorar a vida das pessoas quando utilizados para a criação de soluções inovadoras. Por exemplo, dados sobre crimes que acontecem em diversos lugares de uma cidade podem ser analisados e processados para estimar onde os crimes podem acontecer, economizando recursos. Ou, ainda, armazenar informações sobre alimentos (agricultura, pecuária, pesca, ...) em um local único de forma a gerenciar o suprimento de comida de maneira global, podendo fazer, assim, uma melhor distribuição de alimentos.

A forma como a tecnologia vem sendo utilizada pelas pessoas, ou mesmo a diminuição no tamanho e no preço dos equipamentos, nos permite levá-la para locais onde há poucos anos não era possível. Por exemplo: um telefone celular com câmera pode ser transformado em um microscópio para diagnosticar

doenças em locais onde não existe infraestrutura médica adequada. Carros e semáforos podem “falar” entre si, de forma a melhorar as condições de tráfego, ou para facilitar o deslocamento de uma ambulância até um acidente ou ao hospital. Se avançarmos mais uns 30 ou 40 anos, com o aumento do poder de processamento dos computadores, poderemos ter um cenário cujos limites ainda não são conhecidos.

Para que este potencial de mudança se concretize é necessário formar cidadãos aptos, não apenas a lidarem com a tecnologia como usuários, mas também a conceberem e produzirem tecnologia. É neste ponto que o conhecimento em Computação passa a ser o grande diferencial. As pessoas precisam resolver problemas de maneira flexível ou adaptável, estejam elas imaginando novas soluções, desenvolvendo novos equipamentos ou o software que será utilizado nestes equipamentos. Elas precisam pensar além “do que é” e passar a concretizar “o que poderia ser”.

Neste sentido, questiona-se: quais habilidades os estudantes precisam ter para se preparar para este futuro?

A resposta tem sido construída pela comunidade acadêmica de diversos países, e uma destas habilidades converge para uma expressão denominada “Pensamento Computacional”. Podemos rapidamente definir o Pensamento Computacional como sendo “a combinação do pensamento crítico com os fundamentos da Computação, criando uma metodologia para resolver problemas” (WING, 2006). Muitas iniciativas de uso de Computação nas escolas já possuem elementos do Pensamento Computacional. Entretanto o esforço da comunidade acadêmica da área possibilitou a construção de um vocabulário comum e um modelo para qualificar e direcionar os esforços dos professores e gestores educacionais.

Desta forma, a noção sobre Pensamento Computacional será aprofundada nas próximas seções deste artigo, ilustrando também as principais pesquisas e iniciativas na área que vêm sendo realizadas no Brasil e no mundo ao longo dos anos. Nas conclusões, argumentaremos sobre a importância de incluir a Computação como um dos fundamentos para a Educação Básica. Mas, antes, gostaríamos de fazer uma distinção fundamental entre o ensino de Computação ou Pensamento Computacional

e de Informática ou Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

Historicamente, as políticas públicas de fomento às TICs na educação – como é o caso do Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo) do governo federal – deram maior destaque à implantação de infraestrutura tecnológica nas escolas. Mais recentemente, começaram a se fortalecer estratégias de capacitação do professor para o uso dessas ferramentas tecnológicas como instrumento pedagógico e para a produção de conteúdos digitais.

Em 2014, 85% das escolas Brasileiras possuíam laboratório de computadores e 92% contavam com alguma forma de conexão com a Internet. As atividades realizadas pelos professores e estudantes com estes equipamentos em sua maioria estão associadas à pesquisa e produção de conteúdos e, em poucos casos, o uso de software educacional e de objetos de aprendizagem (TIC Educação, 2015).

A utilização da Informática nestes moldes pode favorecer a ilustração de conceitos e a aprendizagem em geral. No entanto, em maior profundidade não exploram plenamente o potencial de desenvolvimento cognitivo dos estudantes, não os habilitam a se tornarem criadores de tecnologia. O ensino de fundamentos e conceitos de Computação podem dotar o estudante de ferramentas mentais e artefatos para sistematizar a solução de problemas e construir modelos computacionais, tais como programas e simulações. Com isso, tornam-se protagonistas das mudanças na sociedade tecnológica. Ainda na mesma direção, as iniciativas de ensino de programação de computadores nas escolas podem não ser suficientes para alcançar estes objetivos, pois carecem de um tratamento mais científico e direcionado para resolução ampla de problemas.

Entendemos que fomentar a aplicação do Pensamento Computacional na Educação Básica é o melhor caminho para promover a transformação da sociedade de forma crítica e conectada com os valores e cultura nacional.

PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Na década de 1940, John von Neumann profetizou que computadores não seriam apenas ferramentas para ajudar a ciência, mas também uma

forma de fazer ciência. Entre as décadas de 1950 e 1960, surgiu o termo “Pensamento Algorítmico”, que era compreendido como “orientação mental para formular problemas com conversões, com alguma entrada (*input*) para uma saída (*output*), utilizando uma forma algorítmica para executar as conversões” (DENNING, 2009).

Algumas décadas depois, no ano de 1975, o ganhador do Prêmio Nobel de Física, Laureate Ken Wilson, promoveu a ideia de que a Simulação e a Computação eram uma forma de fazer ciência que não estavam disponíveis anteriormente. Foi através do uso das máquinas que o ganhador do prêmio Nobel conseguiu criar modelos computacionais que produziram uma compreensão nunca antes imaginada sobre a mudança de estados de materiais.

No início da década seguinte, Laureate se uniu a outros cientistas de destaque para tentar defender que a Computação seria a solução para os grandes desafios da ciência. A partir dos levantamentos realizados pelos pesquisadores, definiu-se que a Computação seria o terceiro pilar da ciência, além dos tradicionais “Teoria” e “Experimentação”. Nasce, então, a base para o que mais tarde viria a ser chamado de “Pensamento Computacional”.

Papert (1980, p. 182) foi o primeiro autor a utilizar o termo “Pensamento Computacional” na literatura, mais especificamente em seu livro que trata da cultura dos computadores e o papel da tecnologia no ensino de crianças. Porém, a sociedade ainda não estava apta a compreender naquele momento o potencial das ideias de Papert.

Não foi até 2006 que o termo Pensamento Computacional tornou-se amplamente conhecido através da publicação de um artigo por Wing (2006). A partir deste artigo, o Pensamento Computacional passou a ser amplamente discutido. A ideia mais impactante dessa publicação é que o Pensamento Computacional é uma habilidade fundamental para qualquer um, não apenas para cientistas da Computação. E que, juntamente com a leitura, a escrita e a aritmética, deveríamos desenvolver o Pensamento Computacional como habilidade analítica em cada criança.

De certa forma, a popularidade obtida pelo artigo reflete a ânsia que existia na comunidade de pesquisadores de Educação em Computação,

Tecnologia Educacional, Informática na Educação e áreas afins pela conquista de espaço e de argumentos que pudessem renovar e aprofundar o uso de tecnologia nas escolas.

Dentre as muitas definições de Pensamento Computacional, que surgiram após a disseminação do termo pelo artigo de Wing, a definição construída pela International Society for Technology in Education (ISTE), em conjunto com a Computer Science Teachers Association (CSTA), é a que fornece uma visão, ao mesmo tempo, objetiva e abrangente do termo. Nesta definição, Pensamento Computacional é um processo de resolução de problemas que inclui - não somente - as seguintes características:

- i. Formulação de problemas de forma que computadores e outras ferramentas possam ajudar a resolvê-los;
- ii. Organização lógica e análise de dados;
- iii. Representação de dados através de abstrações como modelos e simulações;
- iv. Automatização de soluções através do pensamento algorítmico;
- v. Identificação, análise e implementação de soluções visando a combinação mais eficiente e eficaz de etapas e recursos;
- vi. Generalização e transferência de soluções para uma ampla gama de problemas (CSTA, 2015).

Papert (2008) menciona que frequentemente as pessoas temem que usar modelos computacionais de pensamento poderá levar a um pensamento mecânico ou linear. Entretanto, ele faz um contraponto ao defender o “pensar como um computador” como sendo mais uma ferramenta mental a ser utilizada, pois não leva os indivíduos a sempre pensarem da mesma forma, mas sim a estarem providos de mais uma forma de pensar ao se deparar com um problema.

A promessa do Pensamento Computacional é empoderar estudantes com as habilidades que eles precisam para se tornarem efetivos e confiantes solucionadores de problemas em um mundo complexo [...]. Com habilidades de pensamento computacional, estudantes irão reconhecer quando um computador pode ajudar a resolver um problema (CSTA, 2015, p. 05). Conforme Gonçalves (2015), a intenção não é que os indivíduos fiquem restritos a este tipo de

pensamento, mas que, quando se confrontarem com uma situação complexa, possam refletir e verificar se o Pensamento Computacional poderá ajudar a solucionar determinado problema.

INICIATIVAS DE PROMOÇÃO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO MUNDO

O fomento ao ensino de Computação e o Pensamento Computacional está na pauta das mudanças sociais em diversos países. Além de iniciativas governamentais, muitas empresas, organizações e universidades de alcance global têm produzido materiais, ferramentas e guias voltados a auxiliar na introdução do Pensamento Computacional na Educação (RAABE *et al.* 2015).

A seguir, apresenta-se um panorama de como noções de Computação e Pensamento Computacional têm se relacionado com a Educação Básica em diversos países (lista em ordem alfabética e não exaustiva):

1. **Alemanha:** desde 2008, adotou novos padrões que claramente distinguem o ensino de TICs e Ciência da Computação desde a segunda metade do Ensino Fundamental (JONES, 2011) (EPA, 2004);
2. **Argentina:** em 2015, foi assinada a resolução que estabelece que “o ensino e a aprendizagem de ‘Programação’ é de importância estratégica no Sistema Educativo Nacional durante a Educação Básica para fortalecer o desenvolvimento econômico e social da Nação”. Esta resolução cria também a “rede de escolas que programam” com objetivo de troca de experiências entre as escolas que ensinam programação (CFE Argentina, 2015);
3. **Austrália:** no ano de 2015, houve a proposição de uma reestruturação dos currículos da Educação Básica, em que a programação foi colocada como uma das principais competências, tornando a disciplina compulsória. A importância dada à Computação é tal que disciplinas como História e Geografia foram colocadas como facultativas (DAVIS, 2015) (DET, 2015);
4. **Coréia do Sul:** o ensino da Ciência da Computação ocorre desde o ano 1987. No ano de

2018, entrará em vigor um novo currículo reforçando ainda mais a presença do Pensamento Computacional nas salas de aula (CHOI, 2015);

5. **Escócia:** Desde 1980, o ensino de noções de Computação ocorre com estudantes a partir dos 14 anos de idade. Em 2011, houve uma reformulação do documento que rege o sistema de ensino do país dos 3 aos 18 anos, onde a Computação consta antes mesmo do Ensino Fundamental (SADOSKY, 2013);
6. **Estados Unidos da América:** o país assinou, no dia 10 de dezembro de 2015, a Lei Federal “Every Student Succeeds Act” (ESSA), responsável pelas políticas públicas do país. Nesse documento, são detalhados desde a forma como ocorrem os financiamentos até a maneira como as escolas são avaliadas. A lei também coloca a Ciência Computação em condições de igualdade com outras disciplinas acadêmicas, tais como Matemática, Geografia, História, Inglês e Ciências. O documento não define como a implantação deve ocorrer, porém incentiva sua adoção e permite a obtenção de recursos para tal (âmbito federal e estadual). Atualmente, a maioria dos 50 estados do país já adotaram o ensino do Pensamento Computacional nas escolas. O grande propulsor do Pensamento Computacional no país foi através da ONG Code.Org, dedicada à expansão do acesso à Ciência da Computação, que teve uma aceitação muito grande nos EUA, chamando a atenção de grandes empresas na área de TI e recebendo apoio das mesmas pela promoção de seus propósitos (GUZDIAL, 2014) (CSTA, 2015) (CODE.ORG, 2015) (USCONGRESS, 2015).
7. **Finlândia:** a partir de 2016, adotará a Ciência da Computação desde o Ensino Fundamental de forma compulsória. A exigência surgiu da iniciativa privada para atender a demanda de profissionais com formação considerada adequada (MYKKÄNEN e LIUKAS, 2015) (WEINBERG, 2015).

8. **França:** encontra-se, a partir do ano de 2015, um processo de adoção de aulas de programação como atividades extracurriculares, incluindo disciplinas como: Fundamentos das Linguagens de Programação e Desenvolvimento de Aplicativos com a utilização de algoritmos simplificados (JOHNSON, 2015) (FLEURY, 2015);

9. **Grécia:** o Pensamento Computacional é ensinado a partir do terceiro ano do Ensino Fundamental. A partir dos 10 anos, crianças já realizam atividades de programação (BALANSKAT e ENGELHARDT, 2014);

10. **Índia:** oferece Ciência da Computação para alunos desde os 12 anos de idade. Algumas das disciplinas são: Programação, Redes de Computadores, Arquitetura de Computadores, etc. Um novo currículo que está em desenvolvimento deve integrar ainda mais elementos da Computação (SADOSKY, 2013);

11. **Reino Unido:** o ensino da Ciência da Computação é considerado obrigatório em todos os quatro “Key-Stages” (Ensino Fundamental). No Ensino Médio, as disciplinas voltadas para programação são opcionais. Uma pesquisa recente aponta que 60% dos pais e 75% dos alunos preferem aulas da linguagem de programação Python ao invés do ensino de outro idioma no Ensino Fundamental (SCC, 2015) (TJL, 2015);

12. **União Europeia:** a ONG “European School-net” está tomando a frente da introdução do Pensamento Computacional nos currículos de 31 países europeus. Em 2015, alguns países-membros adotaram o Pensamento Computacional em seu currículo, entre eles: Áustria, Bélgica, Bulgária, República Tcheca, Dinamarca, Estônia, Finlândia, França, Hungria, Irlanda, Israel, Lituânia, Malta, Polônia, Portugal, Eslováquia, Espanha e Reino Unido (BALANSKAT e ENGELHARDT, 2014);

INICIATIVAS DE PROMOÇÃO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO BRASIL

No Brasil, até o momento da elaboração deste artigo, as políticas educacionais relacionadas à tecnologia estão restritas à abordagem de letramento e inclusão digital. Nenhum documento oficial menciona o ensino de Fundamentos de Computação.

Em 2015, iniciou-se a construção da Base Nacional Curricular Comum (BNCC), que define os conhecimentos essenciais aos quais todos os estudantes brasileiros têm o direito de ter acesso e se apropriar durante sua trajetória na Educação Básica (BNCC, 2015). A versão inicial da BNCC não fez referência à área de Computação, mas apresentava Tecnologias Digitais como *tema integrador*.

Dentro deste tópico, a área de Linguagens é a com maior número de referências, pois possuía um eixo em Língua Portuguesa chamado *Práticas Culturais das Tecnologias de Informação e Comunicação*. Ou seja, ainda não há no Brasil o reconhecimento da importância dada aos conhecimentos ligados à Computação da forma como ocorre em outros países. Nesse sentido, a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) se articulou para solicitar modificações no teor da BNCC, visando considerar a Computação como área de conhecimento (SBC, 2016). O resultado ainda não é conhecido.

Em contrapartida, um corpo sólido de pesquisas e projetos envolvendo o ensino de Computação na Educação Básica são realizados no Brasil desde a década de 1980. As iniciativas são muitas e bastante diversificadas. Em meados da década de 80, Papert (1985) inicia o uso da linguagem Logo em escolas em todo mundo. No Brasil, até o ano de 1996 muitos projetos foram realizados com programação dessa linguagem (Valente, 1996). O uso de robótica educacional, que iniciou timidamente com kits de empresas como a Lego, hoje está amplamente disseminado em muitas escolas e instituições educacionais utilizando, inclusive, alternativas de baixo custo, que envolvem por vezes a reciclagem de componentes eletrônicos.

Diversas iniciativas de introdução ao Pensamento Computacional têm sido realizadas nos últimos anos envolvendo pesquisadores de escolas e universidades em diferentes níveis da educação escolar

(BARCELOS E SILVEIRA, 2012; ANDRADE, 2013; FRANÇA e AMARAL, 2013; RIBEIRO *et al.*, 2013; VIEL, RAABE e ZEFERINO, 2014). O tema do Pensamento Computacional se tornou foco de muitos trabalhos de mestrado e doutorado cujos resultados são geralmente divulgados em conferências como o Workshop sobre Educação em Computação (no Congresso Anual da Sociedade Brasileira de Computação) e o Congresso Brasileiro de Informática na Educação.

Existem também esforços feitos pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC) para a disseminação do Pensamento Computacional na Educação Básica no Brasil. Um exemplo é a Olimpíada Brasileira de Informática, “uma competição organizada nos moldes das outras olimpíadas científicas brasileiras, como Matemática, Física e Astronomia. O objetivo da OBI é despertar nos alunos o interesse por uma ciência importante na formação básica hoje em dia (no caso, Ciência da Computação), através de uma atividade que envolve desafio, engenhosidade e uma saudável dose de competição” (olimpiada.ic.unicamp.br).

Outras iniciativas merecedoras de registro são os CodeClubs¹, organizados por voluntários para levar atividades de programação para escolas, a criação de ambientes de programação em português - como Portugal Studio (NOSCHANG, *et al.* 2014) - e iniciativas de incentivo ao ensino de programação em larga escala como o Programaê², que tem cada dia alcançado mais adeptos.

Atualmente, existem mais de 100 cursos de Licenciatura em Computação no Brasil. Estes cursos, segundo o Parecer 136/2012 do CNE/MEC, têm como objetivo principal “preparar professores para formar cidadãos com competências e habilidades necessárias para conviver e prosperar em um mundo cada vez mais tecnológico e global e que contribuam para promover o desenvolvimento econômico e social de nosso país. A introdução do pensamento computacional e algorítmico na educação básica fornece os recursos cognitivos necessários para a resolução de problemas, transversal a todas as áreas do conhecimento. As ferramentas de educação assistida por computador e os sistemas de educação à distância tornam a interação ensino- aprendizagem prazerosa,

1 <http://www.codeclubbrasil.org>

2 <http://www.programae.org.br>

autônoma e efetiva, pois introduzem princípios e conceitos pedagógicos na interação humano-computador. Essas ferramentas são desenvolvidas com a participação de Licenciados em Computação. Genericamente, todo sistema computacional com funcionalidade pedagógica ou que necessita de assistência para seu uso, requer a participação dos Licenciados em Computação”.

CONCLUSÕES

Ciência da Computação é uma ciência dotada de mecanismos lógicos, linguísticos e tecnológicos para a “resolução de problemas”. Um desses mecanismos é conhecido pelo nome de “algoritmo”. Esses problemas podem ser de qualquer natureza, como Administração, Antropologia, Biologia, Física, Direito ou Matemática; enfim, situações do cotidiano.

O processo cognitivo usado pelos seres humanos para resolver problemas por meio de algoritmos, como já mencionado anteriormente, é chamado de Pensamento Computacional. Este processo, diferente de raciocínio lógico e matemático, habilita os estudantes a especificar e organizar a solução de problemas a partir do desenvolvimento de habilidades como abstração, refinamento, modularização, recursão, metacognição, entre outras. Habilidades estas que, ao se tornarem parte do repertório cognitivo dos indivíduos, impactam na sua forma de relacionar com o mundo.

O domínio da Computação e das Tecnologias da Informação e Comunicação é fundamental e estratégico para o desenvolvimento social e econômico de uma nação. Esse domínio fundamenta-se em um fluxo contínuo de aprendizado, disseminação e evolução do conhecimento e tecnologias subjacentes, com diversos atores: estudantes, professores, gestores, escolas, outras instituições de ensino e pesquisa, governo, indústria, associações científicas etc.

Além disto, a formação em Computação é fator estratégico para todos os países, em particular para o Brasil. É importante salientar que devemos primar pela qualidade do ensino em todos os níveis da cadeia de formação. Entendemos que a Computação deve ser ensinada desde o Ensino Fundamental, a exemplo de outras ciências como Física, Matemática, Química e Biologia. Esses são pontos muito importantes para que, no futuro, tenhamos cidadãos qualificados para enfrentar os desafios do mundo.

Desta forma, considerando que:

1. A sociedade mundial está em constante metamorfose, e estas mudanças acontecem cada vez mais rápido, tornando os desafios e problemas progressivamente mais complexos;
2. Vivemos em tempos em que a criatividade do homem faz diferença; a nova economia mundial não se baseia apenas em recursos naturais, mas em conhecimento, fluxos de informação e as habilidades de usá-los;
3. Os jovens têm experiência e familiaridade na interação e no consumo de novas tecnologias, mas têm pouca experiência em criá-las e se expressarem com ciências inovadoras;
4. A Computação não oferece apenas artefatos de softwares e hardware, mas fundamentalmente uma maneira diferenciada de raciocinar e, compreender e resolver problemas. Todas as pessoas, independentemente da área de formação, se beneficiam ao pensar computacionalmente e solucionar problemas através da análise de uma quantidade massiva de dados, ou fazer questionamentos que nunca foram cogitados devido à sua escalabilidade;
5. A adoção de noções de Computação na Educação Básica é uma preocupação em diversos países onde a implantação ocorre de forma rigorosa e possui benefícios educacionais (habilidades de reflexão e solução de problemas, compreensão que o mundo está impregnado com a tecnologia digital) e econômicos (alta demanda de profissionais com boa formação);
6. O ensino de Computação na Educação Básica beneficia o desenvolvimento de habilidades e competências essenciais para a vida moderna, independente da área em que atuará. Vale salientar que esta proposta coaduna com ações em diversos países como Alemanha, Argentina, Austrália, Coreia do Sul, Escócia, França, Estados Unidos da América, Finlândia, Grécia, Índia, Israel, Japão, Nova Zelândia, Reino Unido e outros que já possuem conceitos de Computação em seus currículos;

7. Há abundante evidência científica que comprova que crianças e adolescentes que aprendem a resolver problemas de maneira computacional melhoram seu desempenho em outras áreas disciplinares, entre elas Matemática e Línguas;
8. As habilidades trabalhadas na Computação podem ser usadas em diversas áreas e são conhecimentos e técnicas importantes para: aumentar as chances de acelerar o desenvolvimento do país - mantendo sua competitividade -, apoiar a descoberta científica em outras áreas e potencializar suas capacidades de inovar e criar novas tecnologias;
9. Existe um corpo de pesquisas e iniciativas sólidas no Brasil que promove a introdução ao Pensamento Computacional na Educação Básica, em especial nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Iniciativas estas que incluem abordagens de Computação desconectada, ensino de robótica, ensino de programação, olimpíadas de programação e outros;
10. Trabalhar com conceitos de Computação e Pensamento Computacional não exige necessariamente a presença do computador e pode ser feito através de modelos e materiais alternativos que remetam aos conceitos e processos cognitivos envolvidos;
11. O curso de Licenciatura em Computação está amplamente disseminado em diversas regiões do país e busca formar profissionais para atender a demanda de trabalhar com conceitos de Computação e Pensamento Computacional na Educação Básica.

Dessa forma, é fundamental introduzir conhecimentos de Computação e do Pensamento Computacional aos estudantes da Educação Básica em um status de importância similar às disciplinas tradicionais como Matemática, Química, Física e Biologia.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, D. *et al. Proposta de Atividades para o Desenvolvimento do Pensamento Computacional no Ensino Fundamental*. Anais do Workshop de Informática na Escola, Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2013.
- BALANSKAT, A., ENGELHARDT, K. *Computing our future: Computer programming and coding - Priorities, school curricula and initiatives across Europe*. 2014. Disponível em: <http://www.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=521cb928-6ec4-4a86-b522-9d8fd5cf60ce&groupId=43887>. Acesso em 1 dez. 2015.
- BARCELOS, T. S., SILVEIRA, I. F. *Pensamento Computacional e Educação Matemática: Relações para o Ensino de Computação na Educação Básica*. In XX Workshop sobre Educação em Computação, 2012.
- CFE Argentina. *Resolución CFE No 263/15*. Disponível em: <<http://www.me.gov.ar/consejo/resoluciones/res15/263-15.pdf>>. Acesso em 15 out. 2015.
- CHOI, J.; AN, S.; LEE, Y. *Computing Education in Korea—Current Issues and Endeavors*. ACM Transactions on Computing Education, v. 15, n. 2, p. 1–22, 2015.
- CLEMENTS, D. H. *Computers in Early Childhood Mathematics*. Contemporary issues in early childhood, v. 3, n. 2, p. 160–181, 2002.
- CODE.ORG. *Where computer science counts*. Code.org. Disponível em: <<https://code.org/action>>. Acesso em 4 dez. 2015.
- COMPUTING AT SCHOOL. *Computing Progression Pathways*. Disponível em: <<http://community.computingschool.org.uk/files/5095/original.pdf>>. Acesso em 09 dez. 2015.
- CSTA Computational Thinking Task Force. *Computational Think Flyer*. Disponível em: <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CompThinkingFlyer.pdf>, Acesso em abr. 2015.
- CSTA. K–12 Computer Science Standards - Revised 2011 - *The CSTA Standards Task Force*. [s.l.]: Association for Computing Machinery, 2011.

DAVIS, J. *Australia forgets that code is cultural: replaces History and Geography with Computer Science*. Disponível em: <<http://thesocietypages.org/cyborgology/2015/10/08/australia-forgets-that-code-is-cultural-replaces-history-and-geography-with-computer-science/>>. Acesso em 18 nov 15.

DET - The Department of Education and Training. *Taking action now to revitalise STEM study in schools*. Disponível em: <https://ministers.education.gov.au/pyne/taking-action-now-revitalise-stem-study-schools>. Publicado em 18 set. 2015. Acesso em 13 jan. 2016.

DORAN, K. et al. *Outreach for improved student performance: a game design and development curriculum*. In: [s.l.]: ACM Press, 2012, p. 209. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2325296.2325348>>. Acesso em 4 dez. 2015.

EPA. *Einheitliche Prüfungsanforderungen – Informatik*. 2004. Disponível em: <http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1989/1989_12_01-EPA-Informatik.pdf>. Acesso em 10 nov. 2015.

FLEURY, A.; NEVEUX, C. H. “*Le code informatique à l’école dès septembre*”. LeJDD.fr. Disponível em: <<http://www.lejdd.fr/Societe/Hamon-Le-code-informatiqu-a-l-ecole-des-septembre-675912>>. Acesso em 28 nov. 2015.

FRANÇA, R.; AMARAL, H.. *Proposta Metodológica de Ensino e Avaliação para o Desenvolvimento do Pensamento Computacional com o Uso do Scratch*. Anais do Workshop de Informática na Escola, Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2013.

GONÇALVES, F. *Um instrumento para diagnóstico do Pensamento Computacional*. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Computação Aplicada - Universidade do Vale do Itajaí, 2015.

JOHNSON, P. *France to offer programming in elementary school*. ITworld. Disponível em: <<http://www.itworld.com/article/2696639/application-management/france-to-offer-programming-in-elementary-school.html>>. Acesso em 28 nov. 2015.

JONES, S.P. *Computing at School. International comparisons*. Disponível em: <<http://www.computingschool.org.uk/index.php?id=documents>>. Acesso em 28/ Fev/15. Microsoft 2011.

MYKKÄNEN, J.; LIUKAS, L. Koodi 2016. 1. ed. Finlândia: Lönnberg Print, 2014. Disponível em: <https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/koodi2016/Koodi2016_LR.pdf>. Acesso em 15 mar. 2015.

NOSCHANG, L. F. ; DE JESUS, E. A. ; PELZ, F. ; RAABE, A. L. A. *Portugol Studio: Uma IDE para Iniciantes em Programação*. Workshop sobre Educação em Informática, 2014, Brasília. Anais do Congresso Anual da Sociedade Brasileira de Computação. Porto Alegre: SBC, 2014.

PAPERT, S. *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books, 1980.

PAPERT, S.. *A máquina das crianças: Repensando a escola na era da Informática*. Artes Médicas: Porto Alegre. 2008.

PAPERT, S. *Redefining Childhood: The Computer Presence as an Experiment in Developmental Psychology*. 8th World Computer Congress: IFIP Congress. 1980. Disponível em: <<http://www.papert.org/articles/RedefiningChildhood.html>>. Acesso em 6 dez. 2015.

PROGRAMAÊ. Programaê. Disponível em: <<http://programae.org.br>>. Acesso em 14 dez. 2015.

RAABE, A. L. A.; VIEIRA, M. V.; SANTANA, A. L. M.; GONÇALVES, F. A.; BATHKE, J. *Recomendações para Introdução do Pensamento Computacional na Educação Básica*. 4º DesafIE - Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação, 2015, Recife. Anais do Congresso Anual da Sociedade Brasileira de Computação. Porto Alegre: SBC, 2015.

RIBEIRO, L.; NUNES, D. J.; CRUZ, M. K.; MATOS, E. S.. *Computational Thinking: Possibilities and Challenges*. 2nd Workshop-School on Theoretical Computer Science, Rio Grande, RS. WEIT, 2013.

SADOSKY, Fundación. CC-2016: *Una propuesta para refundar la enseñanza de la computación en las escuelas Argentinas*. 2013. Disponível em: <<http://www.fundacionsadosky.org.ar/wp-content/uploads/2014/06/cc-2016.pdf>>. Acesso em 10 nov. 15.

SBC - Sociedade Brasileira de Computação. *Posição da SBC sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Disponível em <<http://www.sbc.org.br>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

SCC. *Surrey Chambers of Commerce*. Disponível em: <<http://www.surrey-chambers.co.uk/images/qualifchart.gif>>. Acesso em 20 ago 2015.

SUPERGEEKS. SuperGeeks. Disponível em: <<http://supergeeks.com.br/>>. Acesso em 14 dez. 2015.

THE ROYAL SOCIETY. *Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools*. Technology, 2012.

TIC EDUCAÇÃO 2014 - *Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação nas escolas brasileiras*. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2015. Disponível em: http://www.cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC_Educacao_2014_livro_eletronico.pdf. Acesso em 13 jan. 216.

TJL. *Teaching Jobs Londo*. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=aDDMEa9E8Z4>>. Acesso em 20 ago 2015.

USCONGRESS, 114th. *Every Student Succeeds Act*. Disponível em: <http://edworkforce.house.gov/uploadedfiles/every_student_succeeds_act_-_conference_report.pdf>.

VALENTE, J. A.. *O Professor no Ambiente Logo: Formação e Atuação*. 1ª ed. Campinas, NIED Unicamp, 1996.

VIEL, F.; RAABE, A. L. A.; ZEFERINO, C. A. *Introdução a Programação e à Implementação de Processadores por Estudantes do Ensino Médio*. Workshop de Informática na Escola, 2014, Dourados. Anais do III Congresso Brasileiro de Informática na Educação. Porto Alegre: SBC, 2014.

WEINBERG, M. *Voando para o Futuro*. Veja, n. 2431, 2015. (91). Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/acervo/home.aspx>>. Acesso em 30 jun. 2015.

WING, J. Computational thinking. *Communications of ACM*, v. 49, n. 3, p. 33-36, 2006.

WING, J. M. *Computational Thinking Benefits Society*. *Social Issues in Computing*, 2014. Disponível em: <<http://socialissues.cs.toronto.edu/2014/01/computational-thinking/>>. Acesso em 24 nov. 2015

CAPÍTULO 3

Desafios da Educação Técnico-Científica: Perspectivas Internacionais



ENSINO DE CIÊNCIAS BASEADO NA INVESTIGAÇÃO: LÓGICA E IMPLICAÇÕES

Wynne Harlen

Consultora

INTRODUÇÃO

O ensino de ciências baseado na investigação (IBSE) tornou-se uma grande parte dos esforços para aprimorar o ensino de ciências em muitos países do mundo e é um importante foco do programa de ensino de ciências da IAP (InterAcademies Partnership)¹. Este trabalho descreve:

As razões para a importância do IBSE;

O que ele significa na teoria e na prática;

As implicações para o conteúdo curricular e para a avaliação dos alunos da implementação do IBSE.

RAZÕES PARA APRENDER ATRAVÉS DA INVESTIGAÇÃO

Há dois aspectos da lógica para o IBSE: aspectos teórico e empírico. As razões teóricas partem do argumento que atividades baseadas em investigação facilitam a realização dos objetivos-chave do ensino de ciências: possibilitar que *todos* os alunos desenvolvam a *compreensão* de

- Ideias poderosas da ciência;
- A natureza da atividade científica;
- A aplicação da ciência e sua relação com outras disciplinas, particularmente as outras disciplinas STEM de tecnologia, engenharia e matemática.

As duas palavras de ênfase aqui são ‘todos’ — porque a preocupação é com todos os alunos, não apenas aqueles que podem estudar ciências além da escola ou que podem ingressar em ocupações baseadas em ciências — e ‘compreensão’ — porque a vida nas sociedades, cada vez mais baseadas em tecnologia do século XXI, requer mais do que o conhecimento de fatos e teorias.

Pontos de vistas atuais sobre aprendizagem nos levam a concluir que a compreensão é criada pelos próprios aprendizes; ela não é algo que pode ser recebido pronto dos outros, como na teoria da aprendizagem

1 <http://www.interacademies.net/ProjectsAndActivities/Projects/12250/18276.aspx>.

descrita como *behaviorista*, teoria essa que acredita na dependência da aprendizagem pela memorização e aplicação de recompensas e punições. Particularmente nós reconhecemos que desenvolver a compreensão requer a participação ativa de aprendizes na construção da sua aprendizagem. Isso de acordo com uma visão *cognitiva construtivista* da aprendizagem, ou seja, os aprendizes entendendo novas experiências partindo de ideias e competências existentes. O reconhecimento que a aprendizagem, na verdade, não é uma questão individual, mas acontece através da interação social, é a base da perspectiva *sociocultural construtivista* da aprendizagem. Nesse ponto de vista, a compreensão resulta de ‘entender a partir da nova experiência com os outros’ ao invés de trabalhando individualmente. Em situações sociais, um indivíduo tira (internaliza) de uma experiência compartilhada ou discussão o que é necessário para ajudar sua compreensão, então comunica (externaliza) o resultado como uma contribuição para a discussão em grupo. Há um constante ir e vir do indivíduo para o grupo porque o conhecimento é construído comunitariamente através da interação social e do diálogo. Recursos físicos e linguagem também têm papéis importantes (James).² Já que a linguagem, que é central para nossa capacidade de pensar, é desenvolvida nas relações entre pessoas, segue que as relações sociais são necessárias para — e precedem — a aprendizagem. Dessa forma, a aprendizagem é uma atividade social e colaborativa, na qual as pessoas desenvolvem seu pensamento juntas. Nas salas de aula, a interação entre os alunos é principalmente presencial, mas a aprendizagem de (e com) outros também pode ser através da palavra escrita.

O que a aprendizagem dessa forma significa na prática é que os alunos estarão:

- Trabalhando em grupos,
- Explorando e manipulando materiais físicos;
- Desenvolvendo sobre suas experiências anteriores e ideias,
- Levantando questões,
- Comunicando suas ideias,

- Ouvindo as ideias dos outros,
- Raciocinando,
- Argumentando a partir da evidência.

Todas essas são atividades que são reconhecidas como indicações do trabalho baseado na investigação. Assim, começar a considerar como a aprendizagem com compreensão acontece leva a uma descrição do IBSE. Colocando de outra forma, um foco na investigação leva a aprender com compreensão.

O segundo aspecto da lógica do IBSE é a resposta à pergunta: isso funciona?

Até recentemente, era muito difícil encontrar uma resposta curta e clara para essa pergunta. Uma razão para tal dificuldade é que, antes de tentativas serem feitas para avaliar os resultados da aprendizagem a partir do ensino baseado na investigação, é importante garantir que os alunos sendo estudados estão realmente experimentando a pedagogia baseada na investigação. Muito frequentemente, não é o caso. Apesar da atividade em vários projetos para disseminar a aprendizagem e o ensino baseado na investigação, o que permanece em muitos países é que esses processos estão apenas começando a serem integrados à prática de sala de aula. Nessas situações, tentar medir resultados muito cedo pode gerar dados equivocados sobre o impacto da investigação. Um segundo ponto é a falta de instrumentos para medir os tipos de resultados pretendidos.

No entanto, agora há evidência convincente do impacto de implementar IBSE. A conclusão de um estudo de avaliação longitudinal do modelo baseado em investigação para transformar o ensino de ciências, conhecido como LASER (Liderança e Assistência para Reforma do Ensino de Ciências), forneceu clara evidência do impacto positivo da investigação, não apenas sobre o desempenho em ciências, mas também sobre a leitura e matemática dos alunos. O LASER é uma abordagem sistêmica para a mudança, desenvolvida pelo Smithsonian Science Education Centre, abrangendo: atividades em sala de aula baseadas em investigação; desenvolvimento profissional diferenciado; suporte administrativo e comunitário; fornecimento de equipamentos; e ajuda com avaliação. No estudo, o qual foi lançado pelo Departamento de Educação dos EUA, alunos nas 3ª a 8ª séries foram divididos em dois grupos, aqueles

2 James, M. (2012) Assessment in harmony with our understanding of learning: problems and possibilities, in (ed) J. Gardner Assessment and Learning, 2nd edn. London: Sage 187 – 205.

recebendo a intervenção do LASER e um grupo de comparação. Os quase 9000 alunos no estudo foram acompanhados ao longo de três anos. Duas medidas foram usadas na comparação dos dois grupos de alunos: as avaliações padronizadas pelo estado para escolas do ensino fundamental e médio em leitura, matemática e ciências e a PASS (Parceria para a Avaliação de Ciências Baseada em Padrões), que consistia de questões de múltipla escolha, questões abertas e tarefas práticas.

As descobertas para os itens da PASS mostraram diferenças particularmente grandes entre LASER e os alunos de comparação nas tarefas práticas. Houve algumas diferenças significativas nas pontuações das questões abertas, mas menos diferença para os itens de múltipla escolha. Os testes padronizados pelo estado levaram à conclusão que os resultados:

Indiscutivelmente demonstram que ciências com base na investigação melhoram as conquistas dos alunos não apenas em ciências, mas também em leitura e matemática. O LASER desempenha um papel crítico no reforço da aprendizagem do aluno, principalmente entre populações carentes incluindo crianças que são economicamente desprovidas, que necessitam de educação especial ou que são aprendizes do idioma inglês.³

SIGNIFICADOS E EQUÍVOCOS SOBRE INVESTIGAÇÃO

Investigação é um termo usado em educação e na vida cotidiana para se referir à busca de explicações ou informações fazendo perguntas. Às vezes se iguala à pesquisa, investigação ou ‘busca pela verdade’. Em educação, existe o potencial para que investigação seja aplicada no domínio de várias disciplinas como história, geografia, artes, bem como ciências, matemática, tecnologia e engenharia; quando perguntas são levantadas, evidência é reunida e

possíveis explicações são consideradas. Em cada área, diferentes tipos de conhecimento e compreensão emergem. O que distingue *investigação científica* é que ela leva ao conhecimento e compreensão do mundo natural e artificial.

A investigação não é um conceito novo em educação, sendo baseada no reconhecimento de funções ativas das crianças no desenvolvimento das suas ideias e compreensão. Os estudos de Piaget e os argumentos de Dewey, entre outros na primeira metade do século XX, chamaram a atenção para o importante papel da curiosidade, imaginação e necessidade de interagir e perguntar na aprendizagem das crianças. Várias definições de aprender ciências através da investigação explicam o que isso envolve. Uma expressão amplamente citada foi incluída nos *National Science Education Standards*, publicados pelo Conselho Nacional de Pesquisa (NRC) dos EUA em 1996. Ela refere-se às formas das quais os cientistas estudam o mundo natural e refere-se também às atividades dos alunos no desenvolvimento do seu conhecimento e compreensão das ideias científicas colocando perguntas, examinando livros e outras fontes de informações para ver o que já é conhecido, planejando investigações, etc.⁴

No entanto, na *Framework for K-12 Science Education* mais recente, o NRC faz menos uso do termo ‘investigação’, para evitar sua interpretação (equivocada) de várias formas. Ao invés disso, a atividade de ingressar na investigação científica é descrita em termos de ‘práticas’, para ‘destacar que ingressar na investigação científica requer simultaneamente coordenação de conhecimento e habilidades’.⁵

No curso de vários projetos-piloto na última década, o Programa de Ensino de Ciências da IAP formulou esta definição de ensino de ciências baseado na investigação:

4 National Research Council (1996) *National Science Education Standards*. Washington DC: National Academy Press. P 23.

5 National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education*. Washington DC: The National Academies Press. P41.

IBSE significa os alunos desenvolverem progressivamente ideias-científicas-chave através do aprendizado de como investigar e construir seu conhecimento e compreensão do mundo ao redor. Eles usam as habilidades empregadas por cientistas como: levantar questões, coletar dados, raciocinar e analisar evidências à luz do que já é conhecido, tirar conclusões e discutir resultados. Este processo de aprendizagem é suportado por uma pedagogia baseada em investigação, no qual pedagogia é assumida como significando não apenas o ato de ensinar, mas também suas justificativas fundamentais.⁶

A popularidade do ensino e aprendizagem baseados na investigação expôs interpretações que não são justificadas ou pretendidas. Algumas delas surgem de simplificação excessiva, outras de igualar a investigação a práticas existentes — que fracassam em satisfazer as intenções — e algumas de interpretações equivocadas. É importante reconhecer e explicitar esses conceitos equivocados a fim de combatê-los e tentar evitar que a investigação se torne um conceito escorregadio, que qualquer um pode aplicar a qualquer prática.

Um erro comum é igualar a investigação em ciências e matemática exclusivamente a atividades ‘práticas’ ou ‘trabalho prático’. É, também, uma visão muito limitada, porque uma característica-chave da investigação é o uso de evidências e isso pode ser encontrado em uma variedade de formas além da ação direta nos objetos. Por exemplo, pode vir de fontes secundárias, da mídia, do professor, de outros alunos ou da internet. Uma visão semelhantemente equivocada é que a investigação significa que alunos têm que ‘descobrir’ tudo por si mesmos e não devem receber informações do professor ou usar outras fontes. Algumas interpretações de ciências baseadas

na investigação referem-se a elas como sendo apenas relacionadas com o desenvolvimento das habilidades (processos) da investigação científica. Relacionada a esta visão está a hipótese de que a investigação é principalmente adequada para ciências da escola fundamental e média; na verdade, foi comprovado ser muito mais difícil introduzir atividades baseadas na investigação no ensino de ciências da escola secundária.

Também é importante não levantar expectativas de que mudar de uma pedagogia de transmissão para uma que é baseada na investigação sozinha melhorará o interesse e atitudes dos alunos para ciências e matemática. Há muitos fatores dentro e fora da escola que impactam sobre os interesses e disposições dos alunos. A abordagem para ensino e aprendizagem que eles experimentam é certamente um deles, e, porque é um fator que podemos mudar, é muito válido o esforço de fazer isso, tendo em vista seus benefícios para a compreensão de ciências e matemática dos alunos.

IMPLICAÇÕES DE IMPLEMENTAR IBSE

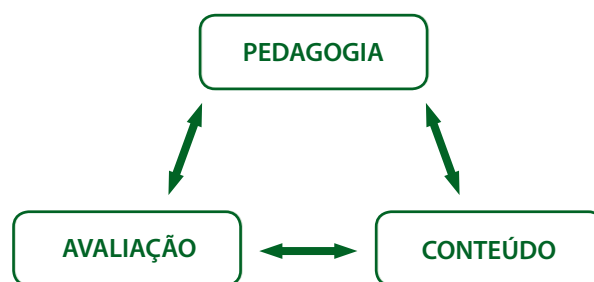


Figura 1. Interações entre aspectos da experiência dos alunos

A Figura 1 representa a interação entre os elementos-chave das experiências de aprendizagem dos alunos: escolha do conteúdo curricular, pedagogia e avaliação dos alunos. Esses três aspectos da experiência dos alunos não são independentes uns dos outros: alterações em um afetam os outros. Essas interações são importantes, porque não adianta sugerir que o conteúdo deve ser focado em algumas ideias-chave se a avaliação exigir memorizar vários fatos ou se a pedagogia não forjar vínculos que são necessários para formar essas ideias. Não adianta defender o uso do ensino baseado na investigação se

6 IAP (2012) Taking Inquiry-Based Science Education into Secondary Education. Report of a global conference. <http://www.sazu.si/files/file-147.pdf>

houver um sistema de avaliação autoritário (seja por testes externos ou julgamentos dos professores) ou um currículo abarrotado de conteúdo. Nem podemos esperar que alunos desenvolvam a responsabilidade por sua própria aprendizagem continuada, se o ensino não os permite tempo para reflexão e espaço para a criatividade ou esperança para atitudes positivas para ciências, se o conteúdo curricular parece aos alunos como sendo remoto aos seus interesses e experiência.

IMPLICAÇÕES PARA CONTEÚDO CURRICULAR

Por algum tempo reconheceu-se que o currículo de ciências estava sobrecarregado com conteúdo na forma de fatos e teorias a serem memorizados. Há muitos relatos de alunos, de diferentes países no mundo, que acham que o ensino de ciências das suas escolas não é relevante ou interessante para eles (BIZZO; PELLEGRINI, 2013; GOUW; BIZZO, 2016). Eles percebem ciências como uma série de fatos desconectados a serem aprendidos para passar nos exames. Além disso, implementar investigação efetivamente consome tempo e um currículo abarrotado não permite tempo para desenvolver a compreensão através do tipo de atividades que envolvem. Se investigação tiver que ser usada, nós precisamos descobrir uma forma de fazer o melhor uso do tempo (limitado e precioso) de aprendizagem.

Parte da solução (mas não uma ‘varinha de condão’) é conceber as metas do ensino de ciências, não em termos de conhecimento de um corpo de fatos e teorias, mas como uma progressão para ideias-chave — descritas como ‘grandes’ ideias porque elas explicam uma variedade de fenômenos relacionados. Um exemplo do que isso significa na prática foi desenvolvido por um pequeno grupo internacional de cientistas, engenheiros e educadores de ciências. Eles começaram a trabalhar juntos em 2009 para identificar como poderiam ser essas grandes ideias e como descrever a progressão para elas. O resultado deste trabalho foi a publicação em 2010 de *Principles and Big Ideas of Science Education*.⁷ A publicação foi disponibilizada gratuitamente através de websites de organizações nacionais e internacionais relacionadas

ao ensino de ciências.⁸ Ela é amplamente acolhida e traduzida em muitos idiomas. Uma publicação de acompanhamento, intitulada *Working with Big Ideas of Science Education*,⁹ levou adiante a discussão de como trabalhar com grandes ideias na prática e as implicações para a seleção do conteúdo curricular, para a pedagogia e avaliação de alunos. Essa publicação está disponível gratuitamente no website da IAP¹⁰ em vários idiomas.

As grandes ideias foram selecionadas de acordo com os critérios a seguir:

- Ter poder explicativo em relação a um grande número de objetos, eventos e fenômenos que são encontrados por alunos nas suas vidas durante e após seus anos escolares,
- Fornecer base para compreender problemas, como o uso de energia, envolvidos na tomada de decisões que afetam a própria saúde e bem-estar dos aprendizes ou a saúde e bem-estar dos outros e o meio ambiente,
- Levar ao usufruto e satisfação pelo fato de poder responder ou encontrar respostas aos tipos de perguntas que pessoas fazem sobre si mesmas e o mundo natural,
- Ter significância cultural — por exemplo, afetando pontos de vistas da condição humana — refletindo conquistas na história das ciências, inspiração do estudo da natureza e os impactos da atividade humana sobre o meio ambiente.

O resultado foi o acordo sobre as seguintes 10 ideias *de* ciências e quatro ideias *sobre* ciências.

Ideias *de* ciências:

1. Toda matéria no Universo é feita de partículas muito pequenas.
2. Objetos podem afetar outros objetos à distância.
3. Mudar o movimento de um objeto requer uma força líquida agindo sobre ele.

8 Por exemplo: <https://www.stem.org.uk/elibrary/resource/35234/principles-and-big-ideas-of-science-education>

9 Harlen, W. (Ed) 2015 *Working with Big Ideas of Science Education*. Trieste, Italy: IAP

10 <http://www.interacademies.net/File.aspx?id=26736>

7 Harlen, W. (Ed) *Principles and Big Ideas of Science Education*. Hatfield: Association for Science Education

4. A quantidade total de energia no Universo é sempre a mesma, mas pode ser transferida de um armazenamento de energia para outro durante o evento.
5. A composição da Terra e sua atmosfera e os processos ocorrendo nelas se conformam ao formato da superfície da Terra e ao seu clima.
6. Nosso sistema solar é uma parte muito pequena das bilhões de galáxias no Universo.
7. Organismos são organizados em uma base celular e têm um período de vida finito.
8. Organismos requerem um fornecimento de energia e materiais dos quais eles frequentemente dependem de — ou competem com — outros organismos.
9. Informações genéticas são passadas de uma geração de organismos para outra.
10. A diversidade de organismos, vivos e extintos, é o resultado da evolução.

Ideias *sobre* ciências:

11. Ciência é sobre descobrir a causa ou causas de fenômenos no mundo natural.
12. Explicações, teorias e modelos científicos são aqueles que melhor se ajustam à evidência disponível em um momento particular.
13. O conhecimento produzido pela ciência é usado em engenharia e tecnologias para criar produtos para servir fins humanos.
14. Aplicações da ciência frequentemente têm implicações éticas, sociais, econômicas e políticas.

O desenvolvimento dessas ideias é um processo gradual e progressivo, contínuo, através dos anos de escolaridade e além. Ele começa de ideias ‘pequenas’ (assim chamadas porque são formadas através do estudo de fenômenos particulares) e prosseguindo para ideias ‘maiores’ (aplicáveis de modo mais geral através do pensamento indutivo e dedutivo). Conforme os aprendizes usam ideias de um evento na explicação de outro evento relacionado, suas ideias tornam-se mais úteis no fornecimento de explicações

que se aplicam em vários contextos. Conforme as ideias tornam-se menos dependentes do contexto, elas necessariamente se tornam mais abstratas.

Para cada aprendiz individual, há uma progressão das ideias iniciais específicas e formadas a partir das suas experiências iniciais para ideias mais poderosas que explicam uma variedade mais ampla de fenômenos relacionados. Existe uma enorme quantidade de pesquisa sobre as próprias ideias dos alunos, que mostra que até o momento que eles entram na escola eles têm ideias formadas sobre aspectos do mundo e que muitas das suas ideias iniciais são improváveis de estarem alinhadas com a compreensão científica. O caminho para ideias mais específicas é improvável de ser o mesmo para todo indivíduo porque ele depende das suas experiências e de como eles são ajudados a compreendê-las. Uma descrição de progressão — como ideias tipicamente se tornam ‘maiores’ ao longo do tempo — é importante para informar o desenvolvimento curricular e o uso da avaliação para ajudar e registrar a aprendizagem. No entanto, sobretudo, é importante para que professores vejam a conexão entre as experiências de aprendizagem em vários pontos na educação e o objetivo geral de compreender grandes ideias.

ORGANISMOS SÃO ORGANIZADOS EM CÉLULAS E TÊM UM TEMPO DE VIDA FINITO

Todos os organismos são constituídos de uma ou mais células. Organismos multicelulares têm células que são diferenciadas de acordo com sua função. Todas as funções básicas de vida são o resultado do que acontece dentro das células que compõem um organismo. O crescimento é resultado de múltiplas divisões celulares.

Existe uma grande variedade de seres vivos (organismos), incluindo plantas e animais. Eles são diferenciados dos seres não-vivos por sua habilidade de se movimentar, reproduzir e reagir a certos estímulos. Para sobreviver eles precisam de água, ar, comida, um modo de se livrar de dejetos e um ambiente que permaneça em um intervalo particular de temperatura. Embora alguns não aparentem estar ativos, todos irão, em algum momento, realizar os processos de respiração, reprodução, alimentação, excreção, crescimento e desenvolvimento e todos irão eventualmente morrer.

Todos os organismos vivos são feitos de uma ou mais células, que podem ser vistas apenas através de um microscópio. Todos os processos básicos da vida são resultado do que acontece dentro da célula. Células dividem-se para substituir células velhas e para fazer mais células durante o crescimento e a reprodução. A comida é a fonte energética que elas precisam a fim de realizar essas e outras funções. Algumas células em organismos multicelulares, além de realizarem as funções que todas as células fazem, são especializadas; por exemplo, células musculares, sanguíneas e nervosas realizam funções específicas dentro do organismo.

Células são frequentemente agregadas em tecidos, tecidos em órgãos e órgãos em sistemas. No corpo humano, sistemas realizam funções-chave como respiração, digestão, eliminação de dejetos e controle de temperatura. O sistema circulatório leva material necessário às células para toda parte do corpo e remove excreta solúvel para o sistema urinário. Células-tronco, que não são especializadas, são capazes de reparar tecidos ao serem programadas para diferentes funções. As células funcionam melhor em certas condições. Tanto organismos uni como multicelulares têm mecanismos para manter a temperatura e a acidez dentro de certos limites que permitem a sobrevivência do organismo.

Dentro das células há muitas moléculas de diferentes tipos que interagem ao realizarem as funções da célula. Em seres multicelulares, as células se comunicam umas com as outras passando substâncias para células próximas para coordenar atividades. Uma membrana em volta de cada célula tem um papel importante em regular o que pode entrar ou sair da célula. A atividade dentro dos diferentes tipos de células é regulada por enzimas. Hormônios, liberados por tecidos e órgãos especializados, regulam a atividade em outros órgãos e tecidos e afetam o funcionamento do organismo como um todo. Em humanos, a maioria dos hormônios são transportados no sangue. Muitos remédios funcionam acelerando ou desacelerando os mecanismos regulatórios de enzimas e hormônios. O cérebro e a espinha dorsal também contribuem para a regulação da atividade celular enviando mensagens através das células nervosas na forma de sinais elétricos, que viajam rapidamente entre as células.

Dado um meio adequado, células de uma variedade de organismos podem crescer *in situ*, isto é, fora do organismo. Essas culturas celulares são usadas por cientistas para investigar as funções celulares e têm implicações médicas como a produção de vacinas, estudo de medicamentos e fertilização *in vitro*. A cultura de tecido vegetal é vastamente usada na ciência das plantas, trabalhos florestais e horticultura.

A maioria das células é programada para um número limitado de divisões celulares.

Doenças, que podem ser causadas pela invasão de microorganismos, condições ambientais ou programação celular defeituosa, geralmente resultam em função celular fora do normal. Organismos morrem se suas células forem incapazes de continuar se dividindo.

Em *Working with Big Ideas of Science Education* (vide nota 9), a progressão de ideias ‘pequenas’ para ‘grandes’ é estabelecida para cada um na forma de uma história ou narrativa. Um exemplo de narrativa é dado na Figura 2. A barra lateral indica a faixa geral de ideias apropriadas para diferentes estágios de escolaridade (descritos em termos de idades porque há muita variedade na forma que fases de educação são descritas em diferentes países) usando faixas deliberadamente sobrepostas porque não é destinada a identificar limites duros entre o que apropriado em várias idades. É importante permitir a diversidade nos caminhos do desenvolvimento cognitivo de alunos individuais e para diferenças entre ideias. O que é importante é a direção geral do progresso para estruturas explicativas úteis desenvolvidas sobre a compreensão sólida em cada estágio. As ideias desenvolvidas em todos os estágios devem ser vistas como contribuintes para este desenvolvimento contínuo. Em cada estágio, o objetivo é avançar um pouco mais para uma grande ideia, não tentar forjar um elo entre toda atividade e a forma mais sofisticada da ideia.

IMPLICAÇÕES PARA AVALIAÇÃO DOS ALUNOS

A forte influência do que é avaliação e o que é ensinado, indicado na Figura 1, significa que avaliação é uma área que necessita de atenção urgente se quisermos evitar o uso de procedimentos tradicionais de avaliação restringindo a disseminação de práticas baseadas na investigação. Há dois objetivos principais da avaliação a serem considerados:

- Formativa (ajudar a aprender)
- E sumativa (para resumir, relatar e registrar a aprendizagem obtida em um determinado momento).

Porque avaliação formativa é descrita como tendo um papel positivo no ensino e aprendizagem (e é frequentemente chamada de ‘avaliação par aprendizagem’), ela é frequentemente considerada a face ‘boa’ da avaliação, com a sumativa sendo a face ‘ruim’. Na verdade, a pesquisa mostra que usar dados da avaliação sumativa para fazer julgamentos duros sobre professores e escolas impele os professores a focarem tanto nas pontuações de exames que a atenção para usar a avaliação para ajudar a aprender é negligenciada. Por essa razão, nós devemos observar

Figura 2 Narrativa para Grande Ideia 7

os dois objetivos da avaliação juntos e tomar cuidado para garantir que eles trabalham em harmonia, não em conflito.

AValiação formativa

Avaliação formativa envolve professor e alunos reunirem e usarem evidências para tomar decisões sobre os próximos passos na aprendizagem e como tomá-los. Os próximos passos são aqueles que levam os objetivos até as metas da lição ou tópico. Uma parte importante da avaliação formativa é aquela que professores compartilham essas metas com alunos para que percebam o objetivo do seu trabalho em termos do que eles podem aprender através dela.

Evidência das habilidades existentes e compreensão dos alunos pode ser obtida de várias formas: das respostas dos alunos a perguntas que sondam suas ideias, observando suas ações, ouvindo suas explicações, estudando seus desenhos e lendo os relatórios dos alunos do seu trabalho. Julgar essa evidência de realização em relação às metas da lição fornece informações sobre o que foi aprendido e quais passos seguintes são apropriados, levando a decisões sobre qual ação, se houver alguma, tomar.

Os principais canais para tomar ação com base em julgamentos de conquista em avaliação formativa são através de feedback, para alunos e para professores. A natureza do feedback dado a alunos é importante. Ele deve dar informações que eles podem usar para aprimorar seu trabalho ou levar sua aprendizagem adiante. Dar comentários críticos, marcas ou notas que apenas indiquem o quão bom o trabalho é — ou outro julgamento que possa vir a receber — não tem função formativa. Feedback para o ensino é o meio pelo qual professores podem usar observações de alunos e seu trabalho para ajustar os desafios que eles proporcionam aos alunos. Apenas através de feedback sobre como alunos estão respondendo, os professores podem saber qual ação tomar. Julgar a habilidade dos alunos de tomar determinados passos facilita a regulamentação do ensino para que as demandas de atividades não sejam muito grandes — deixando o sucesso fora de alcance e levando a frustração — nem muito simples para serem engajadas.

O caso para a importância da avaliação formativa segue a partir da discussão inicial de que modo o desenvolvimento da compreensão é promovido pela

interação social dos alunos. Nós observamos que as experiências de alunos ao desenvolver suas ideias com outros eram consistentes com a aprendizagem através da investigação. Se voltarmos a atenção do que os alunos estão fazendo para considerar o que os professores estão fazendo para promover a aprendizagem dessa forma, nós descobriremos que isso envolve:

- Fazer perguntas aos alunos para que eles expressem suas ideias,
- Encorajar a colaboração e o trabalho em grupo,
- Fornecer metas claras que são compartilhadas com os alunos,
- Dar feedback formativo,
- Usar informações sobre aprendizagem contínua para ajustar o ensino,
- Ajudar alunos a avaliarem seu próprio progresso,
- Dar tempo para refletir sobre sua aprendizagem.

Essas são ações dos professores envolvidos no uso da avaliação formativa, levando à conclusão que avaliação formativa tem um papel necessário no ensino baseado na investigação.

AValiação sumativa

Avaliação sumativa envolve gerar, coletar, interpretar e relatar evidência de aprendizagem em momentos particulares, como o fim de um semestre ou ano escolar. Há várias formas de coletar evidência para avaliação sumativa, por exemplo: administrar testes ou exames, resumir observações e registros mantidos durante o tempo no qual a aprendizagem está sendo relatada; criar um portfólio de trabalho, integrar tarefas especiais nas atividades regulares; tarefas baseadas em computador ou qualquer combinação delas. As muitas formas nas quais os dados obtidos podem ser usados incluem: relatar aos pais, alunos e outros professores e rastrear o desempenho ao longo do tempo para alunos individuais e grupos.

Testes são frequentemente o método escolhido para reunir evidência para avaliação sumativa sobre o fundamento de 'igualdade' porque parece tratar todos os alunos da mesma forma. No entanto, dar a todos os alunos as mesmas tarefas não é o mesmo de dar

a eles oportunidades iguais para mostrar o que eles compreendem ou podem fazer. Entre os muitos fatores que beneficiarão alguns alunos e desfavorecerão outros, está o conteúdo dos itens de teste, o qual será mais familiar para alguns alunos do que para outros. Outros problemas conhecidos originam-se do número necessariamente limitado de itens que podem ser incluídos em um teste, significando que um teste pode apenas amostrar uma variedade de conteúdo e que uma seleção diferente é provável que leve a diferentes resultados. Quando resultados de testes são usados para julgamentos duros de alunos, professores ou escolas, a tendência de ‘ensinar para o teste’ para garantir altas pontuações tem um impacto restritivo sobre o conteúdo curricular e sobre a pedagogia. Além disso, a validade da avaliação é ameaçada pelo duro contrato entre o modo de aprendizagem e o modo de teste.

Assim, vale a pena procurar formas alternativas para reunir informações para avaliação sumativa, que tenham menos dos defeitos dos testes. O que precisamos para uma boa avaliação é boa evidência, critérios relevantes e um método confiável de julgar a extensão na qual os critérios foram satisfeitos. Se os alunos estiverem aprendendo através da investigação, então a evidência da sua aprendizagem existe naquilo que eles fazem e dizem nas suas atividades de aprendizagem e, quando professores estiverem usando avaliação formativa, eles estão usando esta evidência para ajudar a aprendizagem, como no ciclo da avaliação formativa. As atividades que permitem que alunos desenvolvam a compreensão e competências são, ao mesmo tempo, oportunidades para coletar dados sobre o progresso em aprendizagem. Esta evidência pode ser acumulada de lições em um tópico e reunida no momento em que uma conquista deve ser relatada e registrada.

A ênfase em **evidência** é importante. Julgamentos em avaliação formativa são frequentemente julgamentos estritamente formativos e não referenciados em critérios considerando as circunstâncias que afetam alunos individuais ou grupos de alunos. É completamente apropriado que esse seja o caso na avaliação formativa porque significa que alunos têm a ajuda personalizada de que precisam para os levar do lugar no qual estão até as metas das atividades. Contudo, a evidência usada para

relatório sobre aprendizagem para fins sumativos deve ser julgada da mesma forma para todos os alunos, não influenciada por considerações relacionadas aos alunos. Em outras palavras, o que é usado em avaliação sumativa deve ser a evidência, não os julgamentos do professor sobre quais são os próximos passos para alunos particulares. Essa evidência acumulada é usada para julgar a extensão da realização de metas para um ano ou estágio em particular, como são declaradas em um documento do currículo nacional ou em um plano curricular da escola.

Evidência que professores reúnem, no curso regular de trabalho e através dos vários métodos mencionados anteriormente — observação, questionamento, ouvir, estudo de artefatos, desenhos e trabalho escrito —, é acumulada das várias atividades relevantes realizadas ao longo de um período de tempo. Mas no momento em que julgamentos sumativos devem ser feitos para relatório e registro, apenas a última e melhor evidência é usada. Este é um ponto importante, reconhecendo que ao longo do curso de um semestre ou ano de trabalho, os alunos fazem progresso e o trabalho inicial será substituído por um trabalho posterior. Não há necessidade de reter toda evidência produzida durante esse tempo, mas de criar um acervo (que poderia ser de várias formas, como um portfólio, pasta ou arquivo de computador) do que é considerado como sendo a *melhor* evidência de realização. Envolver alunos para fazer esse acervo ajuda na sua compreensão da qualidade do trabalho esperada e fornece valor formativo a partir da avaliação sumativa.

Se o julgamento da melhor evidência acumulada for feito pelo professor ou por outra pessoa, depende do uso pretendido dos dados sumativos. Os dois objetivos principais (deixar de lado o monitoramento nacional e internacional, por meio do qual apenas uma amostra de alunos é avaliada) são para relatar as conquistas individuais dos alunos e registrar o progresso dos grupos de alunos como parte da avaliação escolar e procedimentos de responsabilidade.

Normalmente são os próprios professores dos alunos que fazem os julgamentos de relatórios regulares para os pais e informações para registros escolares. Para esses públicos, pontuações, níveis ou notas dão poucas informações sobre o que

foi realmente conquistado. Preferencialmente, informações em forma resumida sobre a extensão até a qual as metas foram conquistadas são mais bem acompanhadas por uma narrativa, identificando o que foi bem aprendido, o que precisa de mais atenção e outras informações que ajudarão na aprendizagem futura. Entrevistas presenciais com pais e alunos podem usar exemplos de trabalho que mostram do que é preciso para realizar essas metas.

Quando o resultado tiver de ser usado para tomar decisões afetando o futuro de um aluno, como no caso de alguns exames externos ou para uso em altas medidas de responsabilidade, ter outro professor, ou avaliador externo envolvido nos julgamentos ou usando algum procedimento de moderação, pode ser considerado necessário para confiança no resultado. No entanto, a realização dos alunos, seja como for avaliada, nunca deve ser a única medição da eficiência da escola ou a única base para responsabilização de escolas e professores.

Há claras vantagens, no que tange à validade dos resultados, do uso de informações reunidas durante atividades regulares, o que possibilita informações sobre a variedade total de habilidade e ideias que são desenvolvidas ao longo de um período de tempo e a serem incluídas na avaliação sumativa. Aquele que é ensinado orienta aquele que é avaliado ao invés de vice-versa. Consistência entre o currículo e o que é avaliado elimina o efeito restritivo de focar naquelas partes incluídas em um teste. Além disso, alunos não estão sujeitos à ansiedade que acompanha testes e que pode afetar o resultado, reduzindo a validade. Acima de tudo, faz sentido usar todas as informações sobre o trabalho dos alunos em uma variedade de contextos e condições ao invés de julgar a partir do desempenho em algumas horas de respostas a perguntas em condições restritas.

CONCLUSÃO

A importância de ensino e aprendizagem baseados em investigação é sustentada por evidência empírica — que aprimora a conquista dos alunos — e por argumentos teóricos — que possibilita a aprendizagem com compreensão. O ensino de ciências baseado na investigação tem potencial para combater a falta de interesse em ciências e matemática,

que é encontrada particularmente quando os alunos entram no ensino médio. Evidências¹¹ de uma pesquisa mostram que a maioria das crianças desenvolve interesses e atitudes para ciências bem antes da idade de 14 anos e muito antes da idade de 11 anos. Isso auxilia a importância para desenvolver a pedagogia baseada na investigação em ciências na escola primária e para ajudar professores da escola primária a desenvolverem sua confiança em ensinar ciências. Todavia, o ensino de ciências baseado na investigação não deve ser confinado à escola primária. Ele tem um papel-chave no desenvolvimento da compreensão conceitual dos alunos da escola secundária em ciências e compreensão da natureza de conhecimento científico e de como esse conhecimento é criado, em um momento em que estão tomando decisões sobre seus estudos futuros.

No entanto, implementar IBSE tem implicações para o conteúdo que pode ser coberto e para avaliação dos resultados da aprendizagem dos alunos. No caso do conteúdo, nós observamos os benefícios obtidos da identificação de um número relativamente pequeno de ideias que ajudam alunos a ampliarem a compreensão dos aspectos científicos do mundo ao redor. Em relação à avaliação, nós consideramos dois objetivos-chave, formativo e sumativo, e como eles podem ser reunidos para fornecer uma alternativa para testes convencionais a fim de relatar a realização dos alunos das metas do ensino baseado na investigação.

REFERÊNCIAS

BIZZO, Nélío Marco Vincenzo; PELLEGRINI, Giuseppe. (Orgs.). *Os jovens e a ciência*. 1ª ed. Curitiba: Ed. CRV. 154 p., 2013.

GOUW, Ana Maria Santos; BIZZO, Nélío Marco Vincenzo. A percepção dos jovens brasileiros sobre suas aulas de Ciências. *Educ. rev.*, Curitiba, n. 60, p. 277-292, 2016. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602016000200277&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 15 Jul. 2016.

11 Royal Society (2006) Taking a leading role London: The Royal Society

Royal Society (2010) Science and mathematics education 5-14. London: The Royal Society.

IMPORTÂNCIA DE UMA ABORDAGEM SISTÊMICA PARA SUSTENTAR E AMPLIAR PROGRAMAS DE ENSINO DE CIÊNCIAS

Guillermo Fernandez de la Garza

Fundação México-Estados Unidos para a Ciência (FUMEC)

“Precisamos tornar o ensino de ciências mais eficiente e relevante para uma fração maior e necessariamente mais diversificada da população. Para isso, precisamos transformar como os alunos pensam para que possam compreender e usar a ciência como os cientistas a utilizam. Contudo, será que esse tipo de transformação é realmente possível para uma fração maior da população total? A hipótese que defendemos é a de que é possível, mas somente se tratarmos o ensino da ciência como uma ciência”

Carl Wieman

Physics Nobel Laureate 2005

INTRODUÇÃO

A importância da educação científica de qualidade para a população é amplamente reconhecida e se justifica pela pesquisa educacional. Os rápidos avanços em tecnologia, a necessidade de conservar o meio ambiente, prevenção de doenças crônico-degenerativas na população e os desafios do desenvolvimento econômico sustentável envolvem o fornecimento de novas gerações de ferramentas de pensamento necessárias para uma compreensão dos fenômenos complexos da ciência. Dessa forma, permite que os cidadãos enfrentem esses desafios com êxito e em pé de igualdade para melhorar suas condições de vida e de sua sociedade.

É por isso que muitos especialistas têm apontado e justificam a necessidade e a importância de se atrair a atenção das crianças para a ciência desde

as primeiras idades para aproveitar sua curiosidade natural e sua inata vontade de explorar e saber sobre o mundo.

O México não tem sido nenhuma exceção para este desafio. Portanto, com o apoio e assistência das autoridades educacionais do país e várias fundações e empresas, tem-se impulsionado por mais de quinze anos o uso de Sistemas de Ensino Vivencial e de Indagação da Ciência (SEVIC) na educação básica, que foram desenvolvidos pelos Institutos de Ciências, Medicina e Engenharia em conjunto com o Instituto Smithsonian, nos Estados Unidos.

Neste documento, justifico o uso de um modelo sistêmico para o ensino da ciência investigativa no México. Indico também os desafios que enfrentamos, a importância da cooperação internacional, as realizações de investigação e objetivos ainda a alcançar,

com a finalidade de trocar lições aprendidas para que possam ser considerados ao promover iniciativas semelhantes em outros contextos e latitudes.

ANTECEDENTES

No México, o ensino da ciência tem sido uma parte fundamental da estrutura curricular do ensino básico desde os anos 70, uma vez que a disciplina das ciências naturais é considerada obrigatória na escola. Embora a abordagem pedagógica para abordar a ciência tenha evoluído ao longo do tempo, a abordagem para o ensino da ciência no México continua a ser essencialmente a mesma: segmentos do conhecimento factual de várias ciências focados em aprender conceitos abstratos, temas e experiências isoladas, com pouco treinamento para professores neste campo e valor educacional da ciência escasso para os estudantes. Isso teve o seu impacto. Desde que o México está participando do PISA, os resultados dos estudantes mexicanos em ciência têm sido muito pobres.

É por isso que, dadas as oportunidades abertas pelo Tratado Norte-Americano de Livre Comércio do México (NAFTA), foi possível conhecer os esforços realizados desde 1985 pelo Centro de Recursos Nacionais da Ciência dos Estados Unidos, que, depois de analisar o seu próprio sistema educacional, entendeu que o seu sistema de ensino estava numa condição muito semelhante ao descrito para o México e decidiu agir.

Um componente importante desta colaboração México-Estados Unidos foi a criação da Fundação México-Estados Unidos para a Ciência (FUMEC), que tem como objetivo fazer da ciência, da tecnologia e da educação componentes fundamentais da Agenda Norte americana da Inovação e da Competitividade.

O objetivo básico dos programas da FUMEC é acelerar o crescimento econômico através da inovação e da melhoria da competitividade. A educação é uma base essencial para a inovação e, particularmente, a educação STEM se destaca para esse fim. FUMEC tenta manter o fluxo precoce de talentos STEM através de um IBSE eficaz em escolas de ensino fundamental no México, educação STEM essa que fornece as habilidades cognitivas e atitudes científicas necessárias em empresas inovadoras.

A Fundação tem se provado como um meio eficaz para a geração de novos e inovadores programas

de colaboração binacionais. Esses têm, por exemplo, trazido para o México Sistemas de Educação Científica Baseados na Investigação (ECBI), avançados e desenvolvidos originalmente nos Estados Unidos pelo Centro Nacional de Recursos da Ciência (NSRC) (agora, Centro de Educação Científica Smithsonian - SSEC), que são usados atualmente nas escolas públicas mexicanas com o apoio financeiro dos governos federal e estadual do país.

O NSRC foi estabelecido pelas Academias Nacionais dos EUA e do Instituto Smithsonian expressamente para promover e consolidar as melhorias na educação científica. Reuniu professores e cientistas de renome no país para desenvolver um currículo com abordagem de investigação. Professores e alunos tiveram a oportunidade de desenvolver práticas experimentais para compreender os conceitos e as ideias centrais da ciência de maneira profunda e divertida. Esse currículo foi chamado STC (Conceitos de Ciência e Tecnologia).

O NSRC estabeleceu uma aliança com a Companhia de Suprimentos Biológicos da Carolina que permitiu superar a complicada logística que um projeto como esse demanda, além de tirar proveito da sua experiência combinada para fornecer materiais escolares para o desenvolvimento de práticas científicas sob a mais estrita qualidade.

Outras realizações importantes do NSRC foram os institutos e seminários de planejamento estratégico, a fim de desenvolver a liderança necessária na reforma da educação científica. Tais seminários foram cruciais para reunir líderes educacionais e comunitários, provendo evidências e ferramentas para agir eficazmente em escolas e distritos escolares e promover melhorias estratégicas na educação científica.

Em meados da década de 90, com o apoio do Ministério da Educação Pública do México e da Academia Mexicana de Ciências, foi possível estabelecer um acordo de cooperação com o NSRC, que permitiu a tradução de materiais e a implementação piloto do programa STC nas escolas primárias públicas do México. O alcance foi muito limitado, e o objetivo inicial era testar e adaptar o programa às condições mexicanas sem alterar sua essência educacional ou estrutural. A ideia era fazer ajustes e dar significado local ao conteúdo. Como resultado, foram inicialmente

organizados projetos piloto dos Sistemas de Ensino Vivencial e de Indagação da Ciência (SEVIC) com o apoio do secretário mexicano da Educação, da Academia Mexicana de Ciências, e várias fundações como a Fundação Pulsar e a Fundação da Juventude.

O programa foi posteriormente assumido pela Fundação para a Ciência Estados Unidos-México, que começou a consolidar programas estaduais para a educação científica experimental e investigação com a participação dos governos estaduais, setor privado e várias associações civis.

Em setembro de 2001, a FUMEC organizou a segunda Conferência Internacional ECBI em Monterrey, no México. Nela, participaram importantes promotores da ECBI, como o Dr. Bruce Alberts – na época, Presidente da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos – e, juntos, convenceram o Dr. Reyes Tames – então Secretário de Educação no México – e os líderes da comunidade sobre a importância de ter a IBSE como um modelo a ser usado em todo o país.

Nesse mesmo ano, a FUMEC reuniu um grupo de líderes empresariais liderado por Jaime Lomelín e Leopoldo Rodriguez, líderes acadêmicos (incluindo Mario Molina, Pablo Rudomín, Jose Luis Fernandez Sayas) e líderes reconhecidos da comunidade (como Fernando Solana), para organizar a INNOVEC (Inovação em Educação Científica) como uma ONG a fim de promover e facilitar a implementação da ECBI nas escolas mexicanas.

A FUMEC facilitou a criação da INNOVEC (www.innovec.org.mx) como uma organização sem fins lucrativos dedicada a melhorar a qualidade do ensino das ciências recebida por crianças e jovens no país. O projeto foi bem-sucedido devido à promoção, apoio e consolidação dos programas ECBI com uma base forte de alianças estratégicas internacionais.

A INNOVEC foi criada com a contribuição valiosa do Secretário Mexicano da Educação e, em pouco tempo, ambos assinaram um acordo para canalizar recursos federais para programas ECBI nos estados mexicanos, organizado com assistência técnica da INNOVEC.

Desde 2001, os programas ECBI foram crescendo e, em 2015, envolveram 400.000 alunos de escolas públicas em 11 Estados. O crescimento é condicionado pela necessidade de desenvolver

infraestruturas adequadas em cada Estado, incluindo um fundo fiduciário - para receber os investimentos dos governos federal e estadual -, um centro de recursos materiais, uma equipe de apoio ao programa - incluindo assessores pedagógicos - e fortes ligações com as organizações educacionais de incentivo e investigação locais.

A Colaboração Internacional tem sido um componente essencial dos programas INNOVEC, como o Centro Smithsonian da Educação Científica, o programa La Main a la Pate na França, Conexões Primárias na Austrália, Ciência para Todos na Suécia, Aprender Fazendo na China, o Projeto Pólen na Alemanha e com vários outros Sistemas de Educação Científica Baseados na Investigação (ECBI).

Desde o ano de 2001, a fim de conhecer as lições aprendidas e as melhores práticas de educação científica, a FUMEC e a INNOVEC organizaram oito conferências internacionais. A última foi realizada do dia 4 a 6 de novembro de 2015. Essas oito Conferências Internacionais de ECBI agora são referências sobre o assunto. Mais de 200 especialistas de mais de 20 países estiveram no México para partilhar suas experiências, contribuições e recomendações.

O trabalho da INNOVEC no México facilitou uma comunidade de praticantes, desenvolvedores e pesquisadores de ECBI, cujas experiências valiosas têm impactado projetos no México e em outros países.

POR QUE UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA?

Considerando a abordagem conservadora que predomina nas escolas onde o ensino é limitado à aprendizagem por memorização de certos conceitos era necessário incorporar uma visão diferente da educação e da aprendizagem da ciência. Com a forma de ensino padrão, se perde boa parte da riqueza do pensamento da criança e da sua capacidade inata para interagir, manipular e construir.

Essa nova abordagem de aprendizagem baseia-se na utilização do pensamento lógico dos estudantes e busca identificar a essência dos problemas, a procura por evidências para explicar as possíveis soluções para os mesmos e a capacidade de comunicar de forma clara o que aprendemos ou concluímos. Em outras palavras, tem o objetivo de fazer com que os

alunos procedam da mesma maneira que os cientistas abordam os problemas e avançam na consolidação de novas explicações e teorias.

Esta pesquisa, amplamente detalhada e justificada no documento *A Investigação e os Padrões da Educação Científica* (publicado pelo Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos em 2000), forneceu uma abordagem da plataforma no México para promover a realização da Primeira Conferência Internacional para o Ensino das Ciências. Foi realizada no ano de 2001 em Monterrey, México, e o principal objetivo foi analisar as experiências e perspectivas sobre essa abordagem em outros países e o papel da comunidade científica nessa forma de ensino.

A conferência teve a participação de mais de 400 participantes, incluindo trinta especialistas de vários países, os líderes do NSRC e da Academia de Ciências dos Estados Unidos e, principalmente, Pierre Léna e Yves Quéré, que, junto ao Prêmio Nobel Georges Charpak na França, promoveram o programa *La Main a la Pate*.

Essa atitude também reuniu a Academia de Ciências da Suécia com o seu programa *Ciência para Todos* (NTA). Foi a origem e o detonador para iniciar programas semelhantes em outros países latino-americanos, como o programa ECBI do Chile, que favoreceu a criação de uma rede de colaboração ainda válida de muitas maneiras.

O resultado dessa primeira Conferência deixou clara a importância da abordagem investigativa para alcançar uma mudança substancial na motivação de crianças e jovens para a ciência, como também na consolidação de um esforço de longo alcance, visando oferecer as ferramentas de pensamento, colaboração e desempenho necessárias para a formação de cidadãos aptos a enfrentar os desafios do século XXI.

Existem várias razões pelas quais a aprendizagem através da investigação científica deve ser parte da experiência de todos os alunos¹. “Não vai ser a única forma de pedagogia que eles encontrarão na sua educação científica, pois há algumas coisas a serem aprendidas, tais como as habilidades de utilização de equipamentos, nomes, convenções e

símbolos que são mais bem ensinadas diretamente. Além disso, no ensino secundário, os alunos precisam ser introduzidos a ideias complexas e abstratas que não são acessíveis a eles através da investigação. No entanto, a experiência de desenvolvimento da compreensão através do seu próprio pensamento e raciocínio tem muitos benefícios para os alunos e não é obtida de outras maneiras.

Essas razões incluem:

- Prazer e satisfação em descobrir por si mesmo algo que eles querem saber.
- Ver por si mesmos o que funciona em vez de apenas escutá-lo;
- Gratificar e, ao mesmo tempo, estimular a curiosidade sobre o mundo em torno deles;
- Desenvolver ideias progressivamente mais poderosas sobre o mundo ao redor;
- Desenvolver as competências necessárias na investigação científica através da participação na mesma;
- Perceber que a aprendizagem das ciências envolve a discussão;
- Trabalhar com os outros e aprender com os outros, diretamente ou através de uma fonte escrita;
- Compreender a ciência como o resultado do esforço humano.

Se esses benefícios são para ser realizados na prática, existem implicações para as experiências que eles precisam e, portanto, para os professores”.

Contudo, os desafios para inserir essa abordagem investigativa no sistema educacional dos países não foram fáceis. Foi necessária uma melhor formação para os professores, uma estrutura prática de acordo com um ciclo de aprendizagem consistente e facilitar materiais homogêneos para alcançar os resultados desejados. Além disso, também houve a necessidade de mudar o foco da avaliação e consolidação de um esforço de longo prazo com uma participação comprometida da comunidade científica e empresarial.

1 Harlen Wynne. 2013. *Inquiry in Science Education. Background resources for implementing Inquiry in Science and Mathematics at school. The Fibonacci project.* www.fibonacci-project.eu

A IMPORTÂNCIA DE UMA ABORDAGEM SISTÊMICA AO ENSINO DAS CIÊNCIAS

Dadas as necessidades e desafios identificados para inserir o comportamento investigativo nas escolas, era óbvio que a abordagem usada nos Estados Unidos para desenvolver e consolidar o programa STC foi o caminho a percorrer. Assim, a INNOVEC solicitou apoio para permitir que algumas equipes líderes mexicanas participassem de alguns seminários de liderança em Washington DC.

Com uma equipe de líderes treinados na visão e compromisso do México para promover um programa de educação científica de alta qualidade, era necessário criar as condições para influenciar favoravelmente esses aspectos críticos que contribuem para o fortalecimento da reforma de acordo com os critérios e normas publicadas pela NSRC, agora o Centro Smithsonian de Ciências da Educação (SSEC), no seu livro *Ciência Para Todas as Crianças*²:

UM CICLO DE APRENDIZAGEM PARA A INVESTIGAÇÃO NA SALA DE AULA

Outra valiosa contribuição do NSRC era conceber um ciclo de aprendizagem para abordar a ciência na sala de aula. Este ciclo inclui quatro vezes a formação de professores que deve ser considerada suficiente para o pleno atingimento dos objetivos de aprendizagem. Esse período de aprendizagem retomou os princípios e recomendações da pedagogia construtivista e também incorporou as contribuições da ciência cognitiva sobre ela. Assim, facilitar a abordagem do conteúdo científico do currículo com uma estrutura lógica, cientificamente precisa e pedagogicamente adequada, foi amplamente valorizado pelos professores.

Outra contribuição valiosa do NSRC era conceber um ciclo de aprendizagem adequado para ensinar ciência na sala de aula. Essa sequência inclui quatro etapas que devem ser consideradas para a eficácia na consecução dos objetivos de aprendizagem na ciência. Além disso, também retoma os princípios

e recomendações de uma pedagogia construtivista e incorpora as contribuições da ciência cognitiva.

A primeira fase é se concentrar. Nela, o professor é encorajado a dedicar tempo suficiente para abordar e explorar o conhecimento prévio que os alunos já têm sobre o assunto e também considerar as expectativas e interesses das crianças. Isso desperta o interesse dos alunos na aprendizagem e ativa a sua curiosidade.

A segunda parte do ciclo é dedicada à exploração. Aqui, o aluno tem a oportunidade de realizar um experimento com a finalidade de observar os detalhes, registrar os detalhes no seu caderno de ciências e coletar as provas que permitem que ele confirme, contraste ou obtenha novos dados e informações úteis para o processo de investigação.

Com as provas recolhidas o professor motiva o grupo a refletir sobre os resultados, a fim de chegar a um consenso e validar as conclusões de modo mais geral. Este é um momento crítico no processo, uma vez que permite a comunicação dos resultados pelos alunos, comparando as informações registradas e, se for necessário, repetir a experiência ou atividade. É uma oportunidade valiosa para o professor, pois permite verificar se os alunos atingiram os objetivos pretendidos, bem como se eles inovaram no processo ou fizeram novas descobertas e contribuições para o grupo geral e se a principal conclusão foi alcançada.

O próximo passo é aplicar o que aprenderam em novos contextos, analisando as dificuldades de resolução de problemas no mundo real e ler informações de diferentes fontes, a fim de comparar o que aprenderam na sala de aula com o que dizem os especialistas.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O CURRÍCULO DAS CIÊNCIAS

Como mencionei anteriormente, a Educação Científica Smithsonian (antigo NSRC) teve como um dos seus resultados a criação de uma proposta de currículo consistente com as necessidades dos professores em sala de aula. Ter práticas e materiais adequados é essencial para proporcionar aos alunos oportunidades de aprendizagem, de acordo com os estágios de desenvolvimento cognitivo das crianças propostos por Piaget.

2 National Science Resources Center. 1997. Science for all Children. A guide to improving Elementary Science Education in Your School District. National Academy Press. Estados Unidos da América

O currículo STC trata de temas que são interessantes e relevantes para a vida dos alunos: o clima, os planetas, o solo, a energia, os animais e as plantas, que naturalmente estimulam o interesse das crianças na aprendizagem e na exploração. No entanto, apenas uma única prática ou atividade não é suficiente para que o aluno aprenda e se aproprie do conhecimento. É necessário construir uma estrutura que permita que os estudantes investiguem, a partir de várias perspectivas, o fenômeno ou princípio estudado. Esse currículo também dá aos professores a oportunidade de abordar os diferentes estilos de aprendizagem e inteligências múltiplas que os alunos têm na sala de aula.

De acordo com Dyasi³ “A implementação eficaz de um currículo para o ensino das ciências pela investigação na sala de aula exige que os alunos apliquem as mesmas técnicas de investigação usadas pelos cientistas profissionais. No entanto, é preciso ter cuidado em não usar ou ver essas habilidades como um método científico a seguir; elas devem ser devidamente consideradas como parte integrante de uma abordagem sobre como os cientistas veem e compreendem o mundo”.

DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL E ENSINO DAS CIÊNCIAS ATRAVÉS DA INVESTIGAÇÃO

Outro elemento crucial para desenvolver uma reforma na educação científica é proporcionar a formação necessária dos professores. A partir desta perspectiva, não é desejável ignorar a experiência que eles já têm no ensino da ciência, pelo contrário: é desejável reforçar seus conhecimentos para implementar estratégias construtivistas que eles conhecem teoricamente, mas muitas vezes não dispõem das condições para a sua aplicação na sala de aula.

De acordo com a pesquisa⁴, é necessário conhecer o contexto, os aspectos críticos e as

crenças que os próprios professores têm no ensino e na aprendizagem para torná-los compatíveis com um modelo de intervenção em que uma abordagem investigativa preste atenção aos interesses e expectativas dos professores profissionais.

Neste contexto, é essencial considerar e tratar os professores como os profissionais que são, estar ciente das suas críticas e contribuições e estar ciente de que os professores não implementaram cegamente o que lhes fora proposto. Pelo contrário, devem-se oferecer evidências dos benefícios e contribuições de uma abordagem pedagógica investigativa e modelar de forma eficaz o processo de investigação durante a sua formação.

Os professores geralmente se sentem inseguros para abordar o conteúdo da ciência, porque, como dissemos, sua formação também foi deficiente nesta área. É, portanto, essencial que esses se sintam apoiados pelos seus instrutores na compreensão da abordagem e implementação das práticas a fim de compreender as ideias básicas do currículo que funciona com seus alunos. É quando eles reforçam a ideia de que a sala de aula do século XXI é uma oportunidade para aprender uns com os outros e que, neste contexto, é valioso que os alunos ofereçam novas ideias e conhecimentos para os adultos.

A resposta ao nosso país, por parte dos professores, tem sido muito favorável. Os cursos oferecidos são para um mínimo de 12 horas e um máximo de 36 para cada um dos módulos. Os professores de ciências participam voluntariamente dos cursos, mesmo nas suas férias ou dias de folga. A INNOVEC treina anualmente cerca de 10 mil professores em várias regiões do México.

CENTRO DE RECURSOS PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: UMA OPORTUNIDADE PARA TRAZER MATERIAIS DE QUALIDADE CIENTÍFICA PARA AS ESCOLAS

Ter os materiais certos na quantidade correta e no momento ideal em que os professores precisam deles é uma parte importante da finalidade de promover a reforma na educação científica e de alcançar um impacto de longo prazo. Por isso, é importante ter o orçamento e a infraestrutura necessária para otimizar os custos, além de uma logística adequada para

3 Dyasi Hubert. 2015. La enseñanza de la ciencia por medio de la indagación: Razones por las que debe ser la piedra angular de la Enseñanza de la Ciencia. Antología sobre Indagación. México

4 Loucks Horsley. 2010. Professional Development for Teachers of Science and Mathematics. Third Edition. Corwin Press. USA

distribuição de material nas escolas no momento em que os professores precisem deles.

Os primeiros esforços a fim de conceber expressamente espaços dedicados para fornecer apoio material para os professores nas suas salas de aula também foram desenvolvidos nos Estados Unidos. O Centro de Recursos Científicos da cidade de Mesa, no Arizona, foi um exemplo e uma inspiração para abrir espaços similares em outras regiões dos Estados Unidos.

Os Centros de Recursos são necessários quando os programas começam a crescer, uma vez que esses requerem uma resposta ótima para comprar, organizar, inventariar, organizar, entregar e limpar uma grande quantidade de materiais. Isso exige a infraestrutura física e humana necessária.

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA INVESTIGATIVA: UMA OPORTUNIDADE PARA PROMOVER A AVALIAÇÃO FORMATIVA NA SALA DE AULA

Outro dos principais desafios enfrentados no ensino das ciências é a avaliação, uma vez que na maioria dos casos, os alunos são testados e os testes exigem que eles saibam fatos e fenômenos científicos sem uma base sólida, que permitiria ligar e explicar o mundo com suporte nos princípios científicos que eles aprendem nos livros. Isso cria frustração e decepção nos estudantes, fazendo com que, entre outras consequências importantes, a maioria deles evite olhar para a ciência e a matemática como uma oportunidade de carreira.

De acordo com Harlen⁵: “A mais conhecida de várias análises de estudos de investigação sobre a avaliação em sala de aula foi realizada por Black e William” (1998a). Eles encontraram evidências claras de que a avaliação formativa é um elemento mais significativo no aumento do desempenho dos alunos quando algumas condições estavam no lugar certo. As características da prática de sala de aula associadas a esses ganhos na aprendizagem foram:

- Os professores compartilharam os objetivos de aprendizagem com os alunos;

- Os professores utilizaram a avaliação para adaptar o ensino;
- Os professores deram feedback aos alunos em termos de como melhorar o seu trabalho, não em termos de comentários críticos, notas ou marcas;
- Os alunos estavam ativamente engajados na aprendizagem, o que significa que eles estavam ativos no desenvolvimento da sua compreensão, e não passivamente recebendo informações;
- Os alunos foram envolvidos na autoavaliação para ajudar a decidir seus próximos passos;
- Os professores consideraram a todos os alunos como sendo capazes de aprender.

Eles também relataram que “a avaliação formativa melhorada ajuda aos (chamados) não avantajados mais do que ao resto e, assim, reduz a propagação do cumprimento ao mesmo tempo em que o eleva em geral” (Black e William, 1998b).

Esses princípios importantes podem ser implementados pelos professores quando os alunos são motivados a aprender ao interagirem uns com os outros e quando têm a oportunidade de expressar suas preocupações e construir projetos ou modelos de pesquisa. Diante de tal riqueza de oportunidades, na sala de aula é mais fácil para o professor detectar equívocos que os alunos tenham, um novo aprendizado apropriado (ou não) e se eles estão tendo progressos nas suas habilidades de pensamento, fornecendo o feedback necessário para avançar.

Remodelar o ensino igualmente envolve mudar a maneira de avaliar os alunos e isso traz benefícios, não apenas para melhorar a autoestima do estudante, mas também na concepção da avaliação como uma oportunidade valiosa para identificar áreas de melhoria nos professores e alunos.

O APOIO DA COMUNIDADE: CRIAÇÃO DA LIDERANÇA COMPARTILHADA NO APOIO AO ENSINO DA CIÊNCIA

Dentro do modelo sistêmico de apoio da comunidade, é vista a combinação de esforços do setor de educação, acadêmico, científico, empresarial

5 Harlen, Wynne. 2015. Formative Assessment and Inquiry Based Science Education. Anthology on Inquiry Based Science Education. (www.innovec.org.mx)

e da sociedade civil para apoiar o ensino das ciências baseado na investigação.

Como vimos, um modelo sistêmico para ensino das ciências significa ter vários suportes para a criação de centros de recursos, desenvolvimento profissional de professores e distribuição de materiais. Tudo isso exige recursos e apoio que podem vir de vários setores da sociedade.

Nos esforços para promover e incentivar o ensino da ciência é, portanto, crucial unir forças, construir alianças e considerar as realizações e metas que podem ser sustentados a longo prazo.

No caso do México, o papel dos líderes com forte caráter moral, como o Prêmio Nobel Mario Molina, Nobel Laureate de Química em 1995, é essencial para ganhar o apoio das autoridades e líderes empresariais. Eles provaram ser parceiros-chave para assegurar a existência do programa e superar oscilações políticas e burocráticas que são comuns na administração pública, além de representar a possibilidade de risco para alcançar os benefícios deste tipo de educação para crianças e jovens. Fornecer informações aos diferentes atores para compartilhar as conquistas e desafios enfrentados é crucial para obter a sua aprovação e apoio.

RELATÓRIO “LASER I3” SSEC: UMA FORTE EVIDÊNCIA DOS BENEFÍCIOS DA IBSE PARA OS ESTUDANTES

Uma das mais recentes evidências sobre os benefícios do ensino da ciência baseada na investigação foi fornecida pelo Centro Smithsonian de Educação Científica. Esse recebeu o apoio do Departamento de Educação dos Estados Unidos para realizar um estudo longitudinal de 60.000 estudantes LASER que participam do programa (Liderança e Assistência para a Reforma da Educação Científica).

Em 2010, o Departamento de Educação dos EUA concedeu ao SSEC uma concessão de validação de Investimento em Inovação de cinco anos (i3) para avaliar a eficácia do modelo LASER em transformar sistemicamente a educação científica. “LASER I3” refere-se ao estudo longitudinal resultante do modelo LASER, o que demonstra, de forma inequívoca, que a ciência baseada na investigação melhora o desempenho do aluno na ciência, na

leitura e na matemática. A LASER desempenha um papel fundamental no reforço da aprendizagem dos alunos, especialmente entre as populações carentes, que incluem crianças que são economicamente desfavorecidas e necessitam de educação especial ou estão aprendendo a língua inglesa⁶”.

O estudo incluiu o acompanhamento dos alunos durante cinco anos em três locais diferentes nos estados da Carolina do Norte, Texas e Novo México. Os professores foram treinados, materiais experimentais foram fornecidos, existiram observações feitas em sala de aula e alunos realizaram testes padronizados e de desempenho.

O estudo LASER i3 resultou em muitas melhorias estatística e educacionalmente significativas no desempenho em ciência, bem como em leitura e matemática. “A significância estatística” refere-se à probabilidade que um resultado tem de ser atribuído a uma causa específica (isto é, melhora o desempenho do aluno devido ao modelo LASER). “Educacionalmente significativo” significa que a magnitude da diferença entre duas medidas (ou seja, a LASER e os grupos de comparação) tem significado prático.

Estes resultados foram obtidos através da análise dos padrões estaduais de avaliação de leitura, matemática e ciência dos ensinos fundamental e médio. O tamanho da amostra demográfica dos estudantes da LASER i3 (n) é 6.291, sendo 43,9% de Hispânicos, 30,6% de Caucasianos, 19,4% de Afro-americanos, 2,8% de Índios Americanos/Nativos do Alasca e 1,6% de Asiáticos.

CONCLUSÕES

Há forte evidência dos benefícios da abordagem sistêmica seguida pelo modelo LASER, do Centro Smithsonian de Educação Científica, e de outros programas semelhantes em vários países, em comparação com outras formas de ensino das ciências que não têm esta abordagem Investigativa, Prática e Sistêmica. Este modelo sistêmico de Educação Científica Baseado na Investigação (IBSE) engaja os alunos e os orienta através de conceitos importantes. Ajudá-los a desenvolver habilidades de pensamento e atitudes científicas também é uma característica desta modalidade de ensino.

6 https://ssec.si.edu/sites/default/files/LASER_Exec_Summary_010716.pdf

A colaboração internacional é um fator essencial para facilitar os intercâmbios das melhores práticas e garantir as aplicações adequadas dos Sistemas de Educação Científica baseada na Investigação (ECBI) em educação básica. Programas internacionais, como o Programa de Educação Científica do IAP, desempenham um papel muito importante para facilitar essa colaboração e Organizações Internacionais, como a UNESCO, podem ser de grande valia na busca por fortalecer o SEP-IAP e outros programas regionais como o IANAS.

REFERÊNCIAS

HARLEN, H. Evaluación Formativa y la Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación. In: ROMERO, R.G.; MARYSSAEL, C.E.; GONZÁLEZ, C.M.R. (Eds.) *La Enseñanza de la Ciencia en la Educación Básica: Antología sobre Indagación*. INNOVEC. México. 62pp. 2015.

HARLEN, H. Inquiry in Science Education. Background Resources for Implementing *Inquiry in Science and Mathematics at School*. The Fibonacci Project. 15pp. 2013.

HUBERT, D. Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación: razones por las que debe ser la piedra angular de la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia. In: ROMERO, R.G.; MARYSSAEL, C.E.; GONZÁLEZ, C.M.R. (Eds.) *La Enseñanza de la Ciencia en la Educación Básica: Antología sobre Indagación*. INNOVEC. México. 62pp. 2015.

LOUCKS-HORSLEY, S. et. al. *Designing Professional Development for Teachers of Science and Mathematics*. 3ª edição. Corwin Press. 424pp. 2010.

NAS-National Academy of Sciences. Science for All Children: A Guide to Improving Elementary *Science Education in Your School District*. Washington, DC: The National Academies Press. 1997.

SSEC-Smithsonian Science Education Center. The LASER Model: *A Systemic and Sustainable Approach for Achieving High Standards in Science Education - Executive Summary*. Washington, DC. 16pp. Setembro, 2015.

OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO STEM: UMA PERSPECTIVA AUSTRALIANA

Russell Tytler

Universidade de Deakin (Austrália)

A educação STEM chamou a atenção de governos ao redor do mundo. As preocupações da Academia Brasileira de Ciências quanto à qualidade do aprendizado dos alunos que passam pelo sistema e com a falta de engajamento da juventude com o modelo STEM ecoam as preocupações da comunidade científica na Austrália para melhor engajar alunos, e a população em geral, no pensamento STEM e na participação. A natureza e a seriedade do problema podem variar, mas possuem raízes em comum, e possíveis soluções em comum.

Este capítulo está baseado em uma apresentação nos Desafios da Educação STEM, organizado pela Academia Brasileira de Ciências, na qual descrevo uma perspectiva australiana sobre os problemas que circundam a Educação STEM e especialmente as iniciativas da Academia Australiana de Ciências, e da comunidade científica em geral, para abordar o que é reconhecido como um problema crescente. No capítulo, primeiramente descreverei um histórico do pensamento sobre desafios da ciência educativa na Austrália, argumentarei sobre a necessidade de repensar o propósito da ciência escolar e a maneira da qual ela é representada no currículo. Em segundo lugar, descreverei as maneiras em que membros-chave da comunidade científica influenciaram a prática e a política australiana nos últimos 10 anos e grafarei iniciativas altamente bem-sucedidas da Academia de Ciências para desenvolver recursos para a educação científica nacional que ofereceram suporte para a criação de um currículo nacional para ciência. Em terceiro lugar, descreverei um importante estudo comparativo Australiano de participação STEM, políticas governamentais e respostas práticas, em 26 países, e finalmente, descreverei o atual pensamento na Austrália e algumas iniciativas recentes a respeito do STEM como uma área de currículo integrada.

REFORMA DO ENSINO DE CIÊNCIAS AUSTRALIANO NA ÚLTIMA DÉCADA

De modo consistente com a preocupação internacional expressa em vários relatórios de alto nível nos EUA e na Europa, por exemplo, na Austrália existe uma preocupação, há alguns anos, sobre a queda na participação nas disciplinas de ciências sênior pós-obrigatórias e em disciplinas STEM de ensino superior. Há um consenso geral de que um fator significativo nesse declínio, reforçado por pesquisas das respostas dos alunos a ciências em vários países (Lyon, 2006), é um currículo de ciências muito cheio e uma abordagem de ensino universal que é transmissiva e descontextualizada, de maneira que deixa de captar o interesse do aluno. Um grande relatório sobre a situação e a qualidade da educação de ciências (Goodrum, Hackling & Rennie, 2001) descobriu que apesar de anos de defesa de abordagens de ensino investigativo, essas estiveram quase completamente ausentes das salas de aula de ciências e que houve muito pouco ensino de ciências em escolas primárias, embora seja uma área importante do currículo.

Em 2006, por causa dessas preocupações, o Conselho Australiano para Pesquisa Educacional (ACER) dedicou sua conferência internacional anual à “Dinamização do Ensino de Ciências: O que é necessário para isso?”. O programa apresentou palestrantes internacionais e muitos educadores nacionais de ciências analisaram questões essenciais e possíveis soluções. A sessão plenária final reconheceu a ampla variedade de abordagens defendidas para aumentar o interesse dos alunos e aprofundar o aprendizado, incluindo: valores e respostas afetivas como parte dos propósitos principais de ciências na escola; ensinar e aprender ciências por meio de vínculos entre escola e comunidade; representar de modo mais forte a prática contemporânea de ciências; colocar ênfase em investigação e raciocínio científicos; e reconhecer as vivências e os interesses dos alunos no ensino de ciências.

Nessa sessão, a seguinte proposta foi apresentada e fortemente aprovada por 80% dos participantes, consistindo de educadores de ciências, pessoal de sistemas, professores e representantes de associações de professores de ciências e representantes de várias organizações de ciências, incluindo a Academia de Ciências.

Precisamos reimaginar a educação de ciências, aceitando uma mudança que está ocorrendo e precisa ocorrer na forma de que pensamos sua natureza e seus propósitos.

Houve um claro reconhecimento da necessidade de uma mudança significativa. A monografia “Reimaginando a Educação de Ciências: atrair os alunos para a ciência para o futuro da Austrália” (*Re-imagining Science Education: Engaging students in science for Australia's future*) (Tytler, 2007), baseada na conferência, ampliou suas apresentações. No prefácio da monografia, Jim Peacock, que era na época o Cientista Chefe da Austrália, escreveu:

A maneira pela qual eu aprendi ciências na escola não atende às necessidades dos alunos de hoje. Durante a minha vida, a pesquisa científica se expandiu da abordagem orientada ao indivíduo para o trabalho em equipe e colaboração com outros pesquisadores e com o mercado. (...) É necessário um novo conjunto de competências nos cientistas de hoje.

A ciência é um campo em constante evolução. Portanto, muito do conteúdo de conhecimento que aprendi na escola e na universidade não foi diretamente usado em minha carreira como cientista de plantas.

O argumento de Peacock de que a ciência na escola deixou de acompanhar mudanças substanciais na forma que a própria ciência é praticada foi tema de várias iniciativas de política na Austrália desde então. Eu argumentei na monografia que o mundo está mudando de maneira que nos desafia a problematizar as abordagens de ensino e de aprendizado e a natureza do que deveria ser aprendido. Como deveria ser ensinado e para que?

“Reimaginando a Educação de Ciências” discutiu uma variedade de mudanças na forma da qual as salas de aula de ciências funcionam e no conteúdo do currículo. Elas estão resumidas na tabela 1. Essas ideias influenciaram a estruturação do novo currículo australiano de ciências e também a elaboração do currículo em nível estadual. As ideias são amplamente consistentes com o teor do currículo australiano de ciências, que é organizado em torno de três linhas principais:

- *Compreensão da Ciência*: Refere-se a fatos, conceitos, princípios, leis, teorias e modelos que foram estabelecidos por cientistas ao longo do tempo e são usados para explicar e prever novas situações.
- *Competências de investigação científica*: Envolvem apresentar questões, planejar, conduzir e criticar investigações, coletar, analisar e interpretar evidências e comunicar conclusões.
- *A ciência como empreendimento humano*: A ciência influencia a sociedade ao apresentar e responder a questões sociais e éticas e a pesquisa científica é influenciada por desafios ou prioridades sociais.

A linha “ciência como empreendimento humano” do currículo australiano (ACARA, 2013) é uma inovação que muitos de nós estamos esperando que abra caminho para novas práticas na ciência escolar, que olhe a maneira como os cientistas a praticam e a relevância da ciência para nossas vidas.

AS INICIATIVAS EDUCACIONAIS DA ACADEMIA AUSTRALIANA DE CIÊNCIAS

A Academia Australiana de Ciências tem o compromisso, há muitos anos, de apoiar melhorias no ensino e aprendizado escolar de ciências e matemática. Eles produziram, ao longo dos anos, uma variedade de recursos de aprendizado, incluindo livros-texto, apoiados por programas de aprendizado profissional para professores. A Academia não possui muitos recursos para dar suporte a esse trabalho, mas se beneficia de financiamentos privados e da venda de programas de aprendizado profissional para escolas e dos aspectos físicos desses recursos. A Academia também trabalha para utilizar suas conexões com o governo para influenciar as políticas de educação de ciências em direções produtivas. Atualmente há três grandes programas em toda a Austrália iniciados e apoiados pela Academia, cada um envolvendo colaboração produtiva com a comunidade de educação de ciências e matemática:

1. Conexões Primárias: um programa nacional de ciências no ensino primário;
2. Ciência na Prática: um programa nacional de ciências no ensino secundário;

Tabela 1. Mudanças defendidas para ciência escolar em “Reimaginando a Educação de Ciências”

ASPECTO DA CIÊNCIA ESCOLAR	POSIÇÃO DEFENDIDA
Ensino e aprendizado	Estratégias de ensino mais variadas, permitindo aos alunos maior ação.
Conteúdo e contexto conceitual	Contextos de currículo que tenham significado para os alunos.
A forma da qual a ciência funciona	Um currículo que represente a natureza de como a ciência contemporânea é praticada.
Ciência investigativa	Ampla variedade de métodos investigativos e princípios de evidência.
Capacidades relacionadas com a ciência	Visando uma ampla variedade de capacidades dos alunos. Compreender a natureza da ciência, a capacidade de investigar e raciocinar, capacidades disposicionais...
O cenário da ciência escolar:	Vínculos entre a ciência escolar e comunidade e mercado
Avaliação	É necessário desenvolver abordagens de avaliação que deem suporte a uma variedade maior de ênfases de currículo

3. Matemática por Investigação: uma iniciativa financiada pelo governo de ensino primário e secundário que está atualmente em seu início.

As duas primeiras iniciativas criadas estão descritas com mais detalhes abaixo. Esses dois programas receberam prêmios nacionais por ensino e recursos digitais.

CIÊNCIA NA PRÁTICA

Ciência na Prática (<https://www.sciencebydoing.edu.au/>) é um programa de ciências para ensino secundário do 7º ao 10º ano que envolve a produção de um conjunto de recursos para promover o ensino e o aprendizado de ciências por investigação, bem como uma abordagem de aprendizado profissional. Reconhecendo o problema de os professores não adotarem abordagens de investigação (Goodrum et al, 2001), a despeito de estas serem atraentes e produtivas para os alunos (vide, por exemplo, Furtak et al, 2012), o programa começou com uma série de recursos digitais de aprendizado profissional que ajudam os professores a compreender a natureza da investigação, o questionamento ao professor, a natureza do aprendizado do aluno em ciências, o papel da avaliação no apoio ao aprendizado e, também importante, como liderar a inovação em um departamento escolar de ciências.

Cada uma das unidades — há 18 unidades produzidas até agora — consiste de um guia do aluno, um guia do professor e recursos digitais. As unidades apresentam contextos sociais e investigação e cobrem as quatro áreas de ciências com títulos como “Água suficiente para beber”, “Ciência dos brinquedos”, “Grandes sistemas”, “Evolução e hereditariedade” e “Terra e espaço”.

CONEXÕES PRIMÁRIAS

Conexões Primárias (<https://primaryconnections.org.au/>) (Hackling, Peers & Prain, 2007) é um programa de aprendizado profissional apoiado por recursos de currículo. Há uma série de unidades, entre quatro e sete para cada ano, que oferecem informações abrangentes para professores primários, atividades para alunos e recursos de ensino digitais e interativos. As unidades, com nomes atraentes como “Safári no pátio da escola”,

“Penas, peles ou folhas” ou “Empurre-puxe”, baseiam-se em investigação, com a unidade estruturada conforme o modelo de “5Es” originalmente proposto por Roger Bybee e colegas (2006). As lições seguem a sequência de “atrair”, “explorar”, “explicar”, “elaborar” e “avaliar”, nas quais a característica fundamental é que as ideias dos alunos sejam elencadas e eles envolvam-se em atividades exploratórias antes que as suas ideias sejam reunidas em uma explicação científica e elaboradas em outros contextos. Uma característica essencial do Conexões Primárias é seu forte enfoque literário, no qual a ciência é usada para aprimorar as competências de redação, o vocabulário e a educação em ciências do aluno, incluindo a elaboração e interpretação de diagramas, gráficos e representações simbólicas. Essa estratégia foi adotada para reconhecer o forte compromisso dos professores primários com a alfabetização e para oferecer uma lógica para um forte enfoque em ciências no currículo primário, uma circunstância que o relatório de Goodrum et al. (2001) identificou como um problema. Ele foi aprimorado, depois de sua elaboração, e tornou-se uma estratégia para melhorar o raciocínio representativo dos alunos.

O desenvolvimento profissional é uma parte importante do programa. Oficinas para professores são conduzidas atualmente em locais regionais, rurais e remotos com o patrocínio do governo australiano (2014 - 2018), sem custo para os professores, incluídas as despesas de viagem e hospedagem. Outras oficinas para professores são realizadas nas capitais, pagas pelos usuários. Além disso, o patrocínio financiará um programa de aprendizado profissional de dois dias para mais de 2.000 professores estagiários antes de sua entrada na profissão, novamente sem custo para os estagiários. Uma importante parte da estratégia é a oferta de treinamento para educadores de professores primários, para que o programa seja bem representado nos cursos de treinamento de professores primários.

O foco em alfabetização do Conexões Primárias é consistente com as pesquisas internacionais sobre a natureza multimodal do aprendizado de ciências. Vários educadores de ciências que se envolveram com o Conexões Primárias, incluindo a mim, desenvolveram uma base sólida de pesquisa sobre abordagens investigativas que envolvem, por parte dos alunos, elaboração, modelagem, construção de animações e outras representações e avaliações destes

como uma abordagem poderosa para envolver os alunos com o aprendizado de qualidade em ciências (Ainsworth et al., 2011; Tytler et al., 2013). A abordagem está provando ser atraente para os alunos de áreas socioeconômicas baixas, pois se baseia no envolvimento ativo e colaborativo no desenvolvimento de ideias científicas. A abordagem formou a base de uma grande iniciativa de aprendizado profissional patrocinada pelo governo de Vitória para professores secundaristas de ciências e uma iniciativa para treinar professores primários especialistas em ciências.

O PROJETO STELR DA ACADEMIA DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS E ENGENHARIA (ATSE)

A ATSE australiana também produziu materiais de ciências para ensino secundário, como resposta a suas preocupações para atrair mais alunos para os caminhos STEM, no programa STELR, que se concentra em contextos contemporâneos com um enfoque científico aplicado (<https://www.atse.org.au/atse/content/education/stelr-project.aspx>). As primeiras duas unidades produzidas foram sobre energias renováveis e moradias sustentáveis. Parte do enfoque do STELR é representar cientistas e engenheiros que trabalham nessas áreas. O programa recebeu recentemente mais fundos do governo federal e várias unidades estão sendo desenvolvidas atualmente.

ENVOLVIMENTO DA COMUNIDADE CIENTÍFICA AUSTRALIANA NA EDUCAÇÃO STEM

A Austrália tem, há alguns anos, um “escritório do Cientista Chefe”, liderado por um cientista eminente nomeado para aconselhar o governo sobre questões relacionadas com ciência e tecnologia. A sucessão dos cientistas-chefes influenciou o apoio a uma variedade de iniciativas. Jim Peacock, durante seu período como cientista-chefe, criou o programa Cientistas e Matemáticos nas Escolas (SMiS), no qual foram estabelecidas parcerias entre um profissional STEM e um professor em uma escola, para desenvolver atividades, para envolver os alunos no aprendizado de ciências e matemática (e, mais recentemente, TIC) e como isso é praticado. O programa é financiado pelo Departamento de Educação Federal, apoiado pelo CSIRO, a Organização de Pesquisa da Comunidade

Científica e Industrial. Ele aproveitou o entusiasmo de profissionais de STEM para se envolver com educação escolar e o programa estabeleceu até agora mais de 4.500 parcerias, representando atualmente 13% das escolas australianas.

Uma avaliação recente (Tyler et al., 2016) descobriu que o programa é um retorno garantido do investimento, com benefícios para alunos e professores e para profissionais de STEM em sua capacidade de comunicar seu trabalho. Parcerias bem-sucedidas envolvem colaboração e aperfeiçoamento ao longo de vários anos, à medida que o profissional de STEM e o professor aprendem um com o outro e podem planejar atividades cada vez mais eficazes. Uma conclusão interessante foi que o conhecimento mais valorizado dos cientistas foi principalmente sua capacidade de pensar e trabalhar cientificamente, de contar histórias sobre seu trabalho e sobre ciências, mais do que seu conhecimento de conteúdo. Argumentamos no relatório que o envolvimento de cientistas nas escolas tem a capacidade de influenciar significativamente a maneira pela qual a ciência contemporânea é representada no currículo para atrair os alunos.

Mais recentemente, Ian Chubb, cientista-chefe de 2011 a 2015, teve influência no levantamento de questões importantes a respeito da situação do STEM na Austrália e da necessidade de atenção significativa do governo para a questão de envolvimento com STEM e atividades STEM em pesquisa e mercado. Em uma série de relatórios (Escritório do Cientista Chefe, 2012a, 2012b; Chubb, 2014; Prinsley & Johnstone, 2015), ele argumentou que há uma questão importante com a decrescente participação em STEM e com pesquisa e desenvolvimento de STEM, apesar do enfoque nessa área por alguns anos. A seguir, o governo australiano financiou várias iniciativas, incluindo:

1. Um programa envolvendo professores estagiários de ciências e matemática em interação com pesquisadores de ciências e matemática e,
2. Um estudo que comparou a participação em STEM em 26 países, com uma expectativa que a Austrália poderia aprender com o que os outros países estão fazendo em relação à STEM.

COMPARAÇÃO DE STEM POR PAÍS

Em 2012-13, o Conselho Australiano de Academias Científicas gerenciou uma série de projetos de STEM oriundos de propostas do cientista-chefe para o governo, incluindo o projeto Comparação STEM por País (Marginson, Tytler, Freeman & Roberts, 2013). Nesse projeto, 22 relatórios individuais foram comissionados, representando 26 países, feitos por pesquisadores com familiaridade com o sistema STEM. Houve relatórios sobre participação indígena do Canadá, dos EUA e da Nova Zelândia e sobre o mercado de trabalho STEM na Austrália. Os países, que incluíram o Brasil, encaixaram-se principalmente em três categorias:

1. Países europeus e países de língua inglesa (alguns países falaram de crise, outros enfocaram inovação)
2. Países da Ásia oriental (pós-Confúcio, com forte respeito pela autoridade e aprendizado/educação, economias gerenciadas e uma pauta de modernização)
3. Países em desenvolvimento - com enfoque em aumentar o acesso à educação, de modo geral.

Ficou claro, a partir dos relatórios, que a maioria das nações está muito concentrada em progredir em STEM e algumas desenvolveram estratégias de longo prazo, dinâmicas e produtivas, com as quais a Austrália e outros países poderiam aprender. Os pesquisadores comissionados para escrever foram solicitados a incluir um enfoque em:

- Tendências em matrículas em STEM em todos os domínios educacionais
- Acesso a graduados em STEM no mercado de trabalho
- A relevância percebida de STEM para o crescimento econômico e o bem-estar
- O que os países estão fazendo para lidar com a queda na captação de STEM e seu impacto na força de trabalho e/ou para alavancar o desempenho nacional - as estratégias, as políticas e os programas usados para aprimorar STEM em todos os

níveis de educação e julgamentos a respeito dos resultados desses programas

- Se as medidas usadas por países diferentes poderiam ser traduzidas de modo eficaz além das fronteiras e em locais nos quais as políticas e a prática profissional podem precisar de modificações para permitir o empréstimo e a adaptação de tais políticas.

Deve-se mencionar que “STEM” foi um conceito problemático para o comitê especializado que conduziu a pesquisa. A questão se STEM inclui ciências da saúde e medicina, por exemplo, ou TIC, difere de acordo com o contexto. Além disso, ao reportar em nível escolar, o enfoque era principalmente em matemática e ciências separadamente, em vez de STEM como uma construção curricular integrada.

O relatório concluiu que a participação em STEM tem dois aspectos: um lado de fornecimento em relação à participação na linha STEM e um lado de demanda a respeito da necessidade de graduados em STEM. O relatório argumenta que a participação em STEM não é só importante por manter o fornecimento de profissionais de STEM, a lógica principal que fundamenta as preocupações do governo, mas também é importante que as competências em STEM estejam fortemente representadas na força de trabalho e também como parte da população instruída em STEM. Embora seja difícil atribuir uma clara relação causal entre a realização educacional STEM e os resultados econômicos e de STEM, ficou claro nos relatórios que há um vínculo de três vias entre a realização educacional conforme medida por PISA e TIMSS, a saúde da pesquisa e do desenvolvimento de STEM e o dinamismo econômico de um país. Países com forte desempenho caracterizaram-se por política coordenada de longo prazo que conectava mercado e desenvolvimento de pesquisa com educação em todos os níveis.

Do ponto de vista da educação STEM, vários recursos surgiram como característica de países com forte desempenho, tais como:

- Os professores são muito respeitados, por exemplo nos países asiáticos e na Finlândia.
- Também há uma abordagem fortemente meritocrática para o desenvolvimento de carreira do professor - em alguns casos isso depen-

de do desempenho, mas em todos os casos há ênfase em desenvolvimento profissional.

- Fortes compromissos disciplinares - os professores são bastante fundamentados em suas disciplinas. O aprendizado profissional é concentrado na disciplina, em vez de ser geral.
- Sólido enfoque na reforma do currículo com base em investigação, solução de problemas, pensamento crítico e criatividade, associado ao desenvolvimento profissional do professor.
- Um enfoque de princípio em grupos subrepresentados, como alunos indígenas, alunos de baixo nível socioeconômico e participação feminina.

Na Austrália há uma preocupação crescente com a quantidade de professores de STEM, especialmente professores de matemática, ensinando fora de sua disciplina. Há uma preocupação com a confiança e a competência do professor primário. Também há um reconhecimento crescente na Austrália da inaceitável quantidade de alunos com baixo desempenho no teste PISA, com 16% no nível 1 ou abaixo. Isso é associado com os alunos de baixo nível socioeconômico, grupo no qual 28% do quartil dos alunos do nível socioeconômico mais baixo não consegue atingir o padrão mínimo de instrução em matemática, comparado a apenas 4% dos seus correspondentes no quartil de nível socioeconômico mais alto. A política de educação na Austrália está cada vez mais presente em questões de acesso e de igualdade. O grupo de pesquisa de educação STEM da Universidade Deakin tem grandes programas de pesquisa financiados lidando com cada uma dessas preocupações.

O relatório identificou uma variedade de escolhas de currículo para países que, para assegurar o máximo envolvimento e aprendizado em ciências e matemática, precisavam alcançar um equilíbrio entre:

- Conceitos disciplinares centrais versus formar competências genéricas como solução de problemas e criatividade
- Elevar o desempenho de todos os alunos versus o da elite STEM
- Transformar o conteúdo de currículo versus reestruturar caminhos de currículo

- Pedagogias centradas no professor versus centradas no aluno (solução de problemas e investigação)
- Processos de alta responsabilidade (testes de alto risco, divulgação pública) versus melhorar a autonomia local e diversidade de oferta.

Dessa forma, o relatório desvendou uma variedade de fatores que afetam o desempenho em STEM e uma variedade de questões que os países precisam enfrentar para aumentar o envolvimento de STEM com aprendizado e participação. Desde que o relatório foi publicado, os relatórios do país foram mais selecionados e refinados e foi conduzida uma análise que enfoca em interpretações globais, em vez de em implicações especificamente australianas (Freeman, Marginson & Tytler, 2015).

UMA MUDANÇA NO SIGNIFICADO: STEM COMO ENTIDADE CURRICULAR

Na Austrália, a sigla STEM é de uso comum há algum tempo em relação a questões sobre participação de alunos em estudos pós-compulsórios de educação em ciências, tecnologia, engenharia e matemática, como áreas disciplinares amplamente relacionadas. Conforme mencionado acima, há ambiguidades na sigla no que diz respeito a ela incluir medicina e as ciências da saúde, por exemplo. Ao falar sobre STEM nas escolas, o rótulo é usado como um termo abrangente que se refere principalmente à matemática e ciências, mas frequentemente o termo é muito ambíguo e parece implicar uma entidade de currículo coerente.

De fato, recentemente, surgiu na Austrália interesse em promover STEM como uma entidade interdisciplinar. Em um recente manual de currículo, escrevemos (Tytler, Swanson & Appelbaum, 2015, p. 27):

Nas atuais Normas Estaduais de Núcleo Comum nos Estados Unidos, STEM assumiu o significado específico de uma abordagem integrada de ciência, tecnologia, engenharia e matemática que fundamenta experiências educacionais na solução de problemas e na elaboração de processos centrais para disciplinas de engenharia.

Em geral, STEM pode ser visto como uma oportunidade para considerar seriamente o alinhamento de experiências escolares com as experiências distintas e/ou integradas com práticas científicas e de engenharia no “mundo real”.

Dessa forma, o STEM está sendo gradativamente promovido como uma construção transdisciplinar que implica em reunir as quatro áreas disciplinares de STEM em uma que é maior do que a soma das partes. Contudo há desafios significativos para essa concepção em termos de currículo. Frequentemente, por exemplo, as apresentações e redações sobre STEM em nível curricular discutem, de fato, matemática e ciências como entidades distintas, portanto o termo “STEM” é enganador. Há uma questão a respeito de como a construção do STEM pode fazer trabalho útil como uma entidade coerente, distinta. Reunir essas quatro áreas em uma única entidade é potencialmente problemático, pois cada uma das quatro disciplinas é distinta em suas práticas discursivas, suas formas de raciocinar, a natureza das evidências com as quais cada uma lida e os artefatos usados para estabelecer conhecimento. Se esses métodos e tradições disciplinares distintos forem reunidos, quais desafios surgirão para esses aspectos de prática, ao atravessar as fronteiras entre as disciplinas? É possível imaginar uma prática integrada que formaria a base de um currículo coerente, que incorpore o avanço do conhecimento e das competências em STEM?

Como podemos imaginar que se interrelacionam as disciplinas? Vasquez (2013) descreve quatro níveis diferentes de integração em torno de problemas de STEM:

1. Abordagens disciplinares nas quais conhecimento e competência desenvolvem-se separadamente em cada disciplina,
2. Abordagens multidisciplinares nas quais os alunos trazem conceitos e competências disciplinares separados para um tema comum,
3. Abordagens interdisciplinares nas quais conceitos e competências das disciplinas distintas que são estreitamente ligados são aprendidos e aplicados a problemas e

4. Abordagens transdisciplinares nas quais problemas do mundo real são tratados com uso de conhecimento e competências de várias disciplinas.

As questões que cercam STEM como entidade curricular, portanto, relacionam-se quanto à existência de um núcleo de conhecimentos transdisciplinares que podemos associar com uma abordagem coerente de STEM e quanto a quais modelos curriculares são os mais adequados para sua promoção. Há questões práticas também a respeito de como o currículo STEM pode estar ao lado de currículos separados de matemática e ciências ou se eles podem ser integrados na prática sem perder a coerência disciplinar, se STEM pode ser um projeto especial ou uma disciplina de currículo de ciências e matemática ou se deveria ser um currículo abrangente que englobe as disciplinas distintas. Embora STEM seja muito promovido nos EUA como uma abordagem integrada e as competências de engenharia estejam incluídas no currículo, uma avaliação recente descobriu que ainda é necessário desenvolver uma abordagem de currículo STEM clara e coerente (Honey, Pearson & Schweingruber, 2014).

Estive envolvido no apoio a vários projetos escolares e universitários que exploram STEM como entidade curricular. Deakin está envolvido em um projeto “Qualificando a Baía” (Skilling the Bay) em Geelong, uma cidade próxima de Melbourne, que atualmente está sofrendo economicamente por causa do encerramento de atividades de manufatura e o projeto é voltado a expandir as competências em STEM a jovens em preparação para uma vida profissional produtiva. Foram conduzidas oficinas para grupos de professores de oito escolas, nas quais a educação de matemática e ciências foi considerada separadamente, mas as escolas são incentivadas e apoiadas para estabelecer projetos integrados de STEM, principalmente como uma atividade separada. Um esquema semelhante é operado pela Academia STEM da Universidade de Sydney, no qual Deakin está pesquisando em parceria com Sydney. A academia está trabalhando com 12 escolas, cada uma dessas com dois professores de ciências, matemática e tecnologia para participarem. Nas oficinas, as sessões enfocando separadamente a melhoria do ensino de matemática,

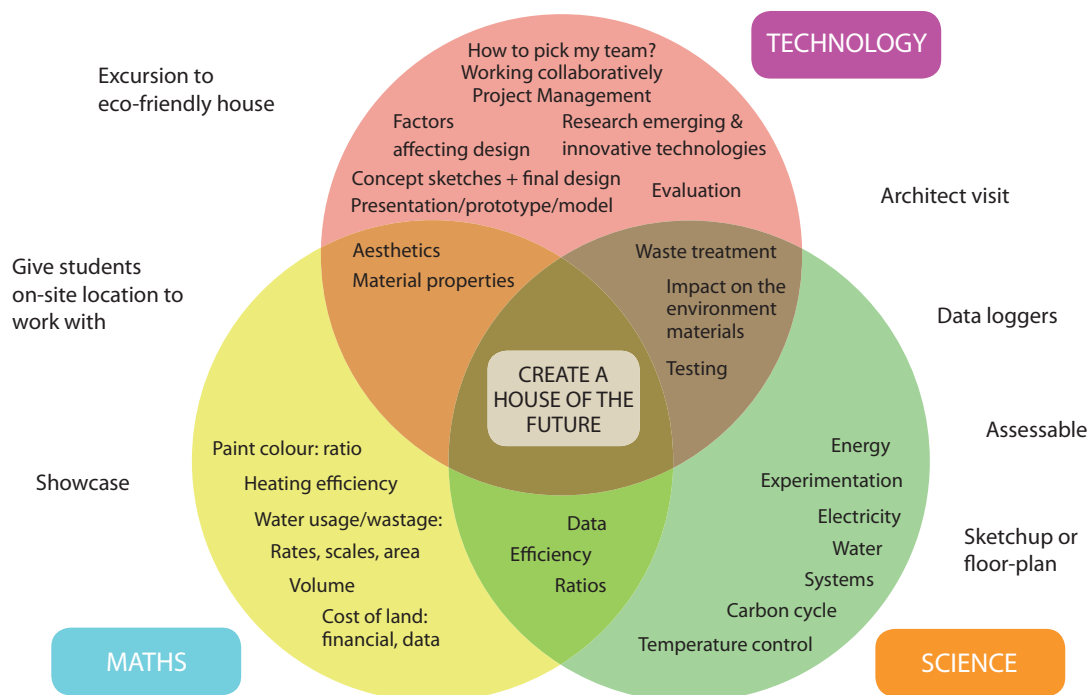


Figura 1. Caracterização escolar, conforme a Academia STEM, de um projeto integrado de STEM

ciências e tecnologia são seguidas pelo planejamento, por equipes escolares integradas, de caminhos para fazer o STEM avançar como uma construção comum. O enfoque, como é geralmente o caso de STEM, tende a ser em projeto de engenharia, mas trazendo conceitos de ciências, matemática e tecnologia a serem cobertos como parte do aprendizado baseado em projeto. A figura 1 mostra o plano de uma escola para uma unidade sobre a criação de uma casa do futuro, na qual diferentes sobreposições entre as disciplinas são associadas com tópicos práticos associados com o problema geral.

Uma abordagem um tanto diferente é adotada por outra escola com a qual estamos trabalhando em Sydney e que está desenvolvendo uma sequência eletiva de STEM com enfoque em projeto de engenharia. Nesse curso, o enfoque está na solução de problemas e em projeto e criatividade, com solução de problemas como uma competência de desenvolvimento principal. Na sequência de quatro unidades, há uma progressão nas três áreas, com solução de problemas, sendo a principal capacidade em torno da qual isso ocorre. Dois professores com experiência em engenharia e negócios

são essenciais para o planejamento, o que implica a necessidade de professores com capacidades específicas para ensinar um curso de STEM integrado. Na Austrália, o júri ainda avalia a possibilidade ou conveniência de ensinar STEM integrado, mas há sede de desenvolver isso para mudar o currículo de ciências e matemática para fins práticos, concentrados em projeto.

CONCLUSÃO

As questões levantadas em vários relatórios internacionais e australianos influentes sobre a participação e aprendizado de disciplinas STEM levaram a uma variedade de iniciativas de políticas e práticas em ciências e matemática nas escolas. A questão de inovação em torno de atividades do currículo de STEM integrado é um ponto separado.

Na Austrália, a Academia de Ciências (AAS) é ativa no apoio à inovação de currículo por meio de vários projetos de educação de ciências e, mais recentemente, de educação de matemática. Ao fazer isso, ela aproveitou as fortes ligações com agências do governo e sua sólida posição na comunidade. Em

paralelo com o trabalho da academia, o Escritório do Cientista-Chefe tornou-se um canal eficaz para que as vozes científicas sejam ouvidas na educação STEM na Austrália.

A preocupação e o compromisso da AAS com a educação reflete o compromisso da comunidade científica em geral, ilustrado pelos vários profissionais de STEM que se engajaram voluntariamente em projetos próximos. O envolvimento voluntário da comunidade científica em ciência escolar é um recurso valioso a ser explorado para enriquecer o currículo escolar de STEM.

Talvez, acima de tudo, essas iniciativas envolveram comunicação eficaz com o governo e aproveitou a história do envolvimento da AAS com a comunidade de educação de ciências por meio de projetos conjuntos de vários tipos. As ligações mais produtivas envolvem relações pré-existentes entre cientistas e o governo, acadêmicos de educação de ciências e organizações de professores de ciências. Para se engajar produtivamente com a ciência escolar, há uma necessidade de diálogo e colaboração eficazes entre as várias comunidades envolvidas.

Um estudo comparativo da participação em STEM em 26 países (Marginson et al., 2013; Freeman et al., 2015) identificou uma preocupação geral em aumentar a eficácia da educação STEM e uma rica variedade de respostas ao problema percebido que continha mensagens para a Austrália e que são relevantes para todos os países. O estudo identificou fatores que impactam o sucesso na disponibilização de STEM e as escolhas de currículo que precisam ser feitas.

A mudança de ênfase na linguagem de STEM, de uma sigla ampla usada na formulação de políticas para uma atividade curricular específica, integrada, representa a defesa de um projeto multidisciplinar e de solução de problemas. Há vários modelos sendo explorados para isso, mas até agora não surgiu nenhuma abordagem clara de currículo.

REFERÊNCIAS

- ACARA (Australian Curriculum and Assessment Reporting Authority) (2013) *The Australian Curriculum: Science*. <http://www.australiancurriculum.edu.au/Science/Rationale>
- AINSWORTH, S., PRAIN, V., & TYTLER, R. (2011). *Drawing to learn in science*. Science, 333 (26 August), 1096-1097.
- BYBEE, R.W., TAYLOR, J. A., GARDNER, A., VAN SCOTTER, P., CARLSON POWELL, J., WESTBROOK, A., LANDES, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications*. Dubuque, IA: Kendall/Hunt Publishing Company.
- CHUBB, I. (2014). *Australia needs a strategy*. Science, 345, no 6200, p. 985.
- FREEMAN, B., MARGINSON, S., & TYTLER, R. (Eds.) (2015). *The Age of STEM: Policy and practice in Science, Technology, Engineering and Mathematics across the world*. Oxon, UK: Routledge.
- FURTAK, E. M., SEIDEL, T., IVERSON, H., & BRIGGS, D. C. (2012). *Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis*. Review of Educational Research, 82(3), 300-329.
- GOODRUM, D., HACKLING, M., & RENNIE, L. (2001). *The status and quality of teaching and learning of science in Australian schools*. Canberra: Department of Education, Training and Youth Affairs.
- HACKLING, M., PEERS, S. & PRAIN, V. (2007). *Primary Connections: Reforming science teaching in Australian primary schools*. Teaching Science, 53(3), 12-16.
- HONEY, M., PEARSON, G., & SCHWEINGRUBER, H. (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, D.C.: National Academies Press.
- LYONS, T. (2006a). *Different countries, same science classes: Students' experiences of school science in their own words*. International Journal of Science Education, 28(6), 591 - 613.
- MARGINSON, S., TYTLER, R., FREEMAN, B., & ROBERTS, K. (2013). *STEM: Country comparisons*. Melbourne: The Australian Council of Learned Academies. www.acola.org.au.
- OFFICE OF THE CHIEF SCIENTIST (2012a). *Health of Australian Science*. Australian Government, visualizado em dezembro de 2015, <http://www.chiefscientist.gov.au/2012/05/health-of-australian-science-report-2/>

OFFICE OF THE CHIEF SCIENTIST (2012B). *Mathematics, Engineering and Science in the National Interest*. Australian Government, visualizado em dezembro de 2015, <http://www.chiefscientist.gov.au/wp-content/uploads/Office-of-the-Chief-Scientist-MES-Report-8-May-2012.pdf>

PRINSLEY, R., & JOHNSTON, E. (2015). *Transforming STEM teaching in Australian primary schools: Everybody's business*. Canberra: Office of the Chief Scientist.

TYTLER, R (2007). *Re-imagining Science Education: Engaging students in science for Australia's future*. Australian Education Review No. 51. Camberwell: Australian Council for Education Research, ACER press. www.acer.edu.au/research_reports/AER.html

TYTLER, R., PRAIN, V., HUBBER, P., & WALDRIP, B. (Eds.). (2013). *Constructing representations to learn in science*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

TYTLER, R., SWANSON, D.M., & APPELBAUM, P. (2015). *Subject matters of science, technology, engineering, and mathematics*. In, M. F. He, B. D. Schultz, & W. H. Schubert (Eds), *The Sage Guide to Curriculum in Education* (Ch. 4, pp. 27-35). Thousand Oaks, CA: Sage.

TYTLER, R., SYMINGTON, D., WILLIAMS, G., WHITE, P., CAMPBELL, C., CHITTLEBOROUGH, G., UPSTILL, G., ROPER, E., & DZIADKIEWICZ, N. (2016). *Productive partnerships in STEM Education: Evaluating the Impact of the Scientists and Mathematicians in Schools program 2015*. Melbourne: Deakin University.

VASQUEZ, J-A., SNEIDER, C., & COMER, M. (2013). *STEM Lesson essentials, Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering and Mathematics*. New York: Heinemann.

INTEGRAÇÃO STEM E APRENDIZADO NO SÉCULO XXI: CRIAR AUTENTICIDADE NO ENSINO E APRENDIZADO K-12

Stephen M. Uzzo

Hall de Ciência de Nova Iorque (NYSCI) e Instituto de Tecnologia de Nova Iorque (NYIT)

Há, nas últimas décadas, crescente interesse na relação entre as disciplinas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM), como elas integram-se na prática e como essa integração pode criar autenticidade no ensino e aprendizado. A chamada “Integração STEM” reconhece a interação entre ciência e engenharia, o papel da tecnologia nos processos de investigação científica e projeto de engenharia e as ferramentas e processos que a matemática agrega à ciência e à engenharia. Mas a distância entre a prática e a educação STEM continua a aumentar e, com o advento da ciência e tecnologia orientadas para dados, há uma urgência cada vez maior em levar ferramentas e técnicas STEM à educação para ajudar a fechar essa lacuna e preparar melhor a futura força de trabalho para lidar de maneira mais eficaz com e fazer descobertas em estruturas, padrões e tendências em grande escala. Além disso, há a necessidade de desenvolvimento de ferramentas novas e poderosas para que alunos e professores aproveitem o poder dos grandes volumes de dados na educação K-12 e além dela. Este tratado descreve tendências na prática STEM – que apontam para a necessidade de melhor integrar e adotar a interdisciplinaridade entre as áreas STEM –, as conclusões de um recente relatório das Academias Nacionais dos EUA sobre o estado da integração STEM e um caminho avante que possa informar de que maneira a pesquisa em educação e aprendizado pode alinhar-se melhor com a educação e prática STEM.

INTRODUÇÃO

O termo *integração STEM* surgiu de várias formas ao longo das últimas décadas, em círculos de política de educação, prática e aprendizado científico. Suas raízes estão no avanço de uma onda de interesse no desenvolvimento de experiências educacionais autênticas que se alinhem melhor com a interação entre ciência, tecnologia, engenharia e matemática na prática real. Apesar dos muitos esforços empregados

na introdução da integração STEM no ensino e aprendizado, seu impacto foi limitado pela estrutura dos sistemas acadêmicos, pelas formas como o ensino e o aprendizado são implementados e pelas abordagens usadas para estudar, validar e quantificar o aprendizado. Essas são algumas das conclusões de um estudo do Conselho Nacional de Pesquisa (*National Research Council*), conduzido nos Estados Unidos em 2014 (Academia Nacional de Engenharia e Conselho Nacional de Pesquisa - *National Academy*

of Engineering e National Research Council, 2014). Há um interesse crescente em solucionar essas questões por várias razões: a) a distância entre a prática e o aprendizado STEM está aumentando rapidamente; b) novos padrões para matemática, ciências e literatura exigem atenção às competências, aos conhecimentos e métodos abordados pela integração STEM, e c) a maior compreensão do cérebro, da mente e do aprendizado humanos está começando a revelar incompatibilidades entre a maneira como o cérebro funciona e as abordagens tradicionais de educação.

O FIM DA CIÊNCIA (COMO A CONHECEMOS)

Chegou-se a uma percepção, por volta de 1950, que a prática da pesquisa científica era insustentável. No 6º Congresso Internacional sobre História da Ciência, Derek DeSolla Price previu que o crescimento

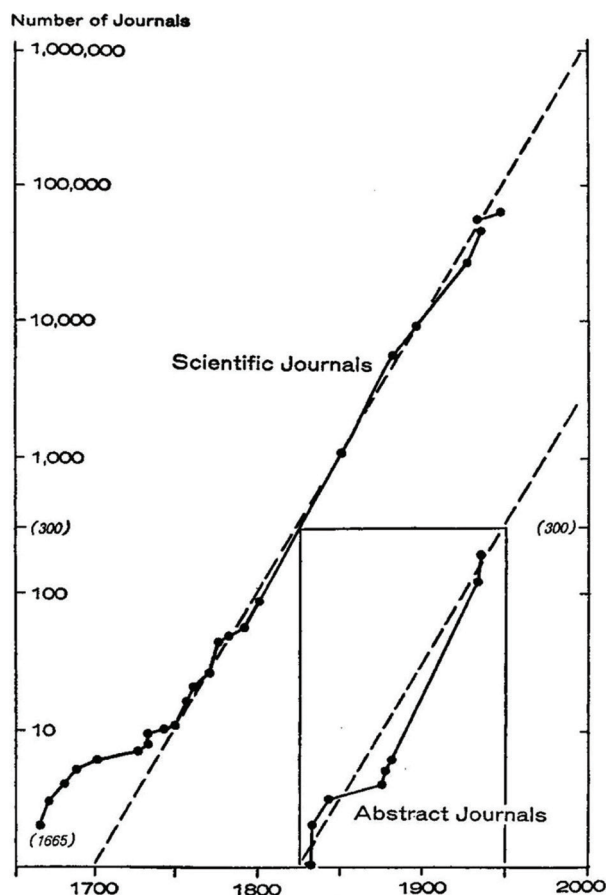


Figura 1 O crescimento exponencial da literatura periódica científica desde os primeiros periódicos em 1665 (Fonte: Price, D. de Solla, 1961).

exponencial da ciência (fig. 1) faria com que se tornasse tão complexa, exaustiva em termos de dados e cara, que logo esgotaríamos a nossa capacidade de apoiar a ciência como empreendimento (Price, 1951). Mas, à medida que nos aproximamos do final do século XX, a nossa capacidade de adquirir e processar dados se acelerou rapidamente, muito devido à revolução de sistemas de computador rápidos e baratos e coisas como: sensores pequenos e baratos e sistemas de registro automatizados, sensoriamento remoto de alta resolução a partir de satélites, sistemas robóticos para acertar o sequenciamento de DNA e espectrometria de massa de proteína. A modelagem e simulação em computador de uma variedade de fenômenos que vão desde aerodinâmica e sistemas de fluidos e partículas até partículas fundamentais, vasculhar os céus à procura de planetas semelhantes à Terra, e modelar alterações climáticas, transformaram a maneira como pensamos a respeito da natureza e de nós mesmos. A prática da ciência transformou-se e estamos fazendo mais ciência agora do que jamais fizemos.

Surgimento do 4º paradigma da ciência

Manish Parashar, da Universidade de Rutgers, cita estatísticas sérias sobre a taxa crescente de geração de dados técnicos pela humanidade (2009): a quantidade de pesquisadores ativos excede a quantidade de pesquisadores vivos até hoje, algumas áreas da ciência produzem mais de 40.000 trabalhos por mês, a cada 15 minutos são gerados dados digitais em quantidade suficiente para encher a livraria do Congresso dos EUA, e foram coletados mais dados técnicos no ano passado do que em todos os anos anteriores desde o início da ciência.

Estamos reunindo dados a uma velocidade tão fantástica que o problema agora é analisar todos eles e torná-los úteis. Isso também significa que DeSolla Price estava certo, mas, em vez de causar o fim da ciência, a tecnologia em si mudou a natureza de como fazemos a ciência. No século XXI, a coleta de dados e as ferramentas analíticas nos permitem fazer coisas que custariam muito caro para serem feitas no passado. Elas mudaram radicalmente a forma como pensamos sobre coisas como a capacidade de desvendar as complexas interações químicas relacionadas à síntese proteica e a capacidade de

desenvolver materiais biológicos e moleculares. E, é claro, com computadores podemos aplicar técnicas analíticas bastante sofisticadas em grandes volumes de dados sociais, biológicos, químicos e físicos, além de ampliar enormemente a facilidade com que usamos modelagem, estocástica e previsões como uma maneira rotineira de fazer ciência. A computação está tão profundamente incorporada à ciência e à engenharia, e a matemática está tão complexa e intensa, que fazer qualquer coisa manualmente é simplesmente inimaginável, e, com o potencial tão barato e onipresente da computação, não há mais necessidade disso.

Interdisciplinaridade

Como resultado dessa revolução nos dados, a ciência e a engenharia transformaram-se. Estamos substituindo rapidamente a lei de Thomas Kuhn sobre mudanças científicas paradigmáticas que levam uma geração para ocorrerem, por um tipo de “Lei de Moore” para ciência orientada para dados: um crescimento exponencial que Jim Gray chamou de “4º Paradigma da Ciência” (Hey, Tansley & Tolle, 2009). Mais importante, essa revolução na ciência revelou que as fron-

teiras dos até então reverenciados silos das disciplinas científicas, como biologia, química, física e ciências da terra estão desaparecendo e, como a prática científica atravessa fronteiras, ela revela que o STEM é uma criatura viva verdadeiramente interdisciplinar, que respira e evolui ao longo do tempo, à medida que se adapta ao contexto cultural da tecnologia e inovação.

No exemplo mostrado na figura 2 está um mapa de toda a ciência (no alto). Duas fatias de tempo (na parte inferior) mostram o fluxo de conhecimento em bioquímica: verde é biologia, azul é química, azul claro é bioquímica e magenta é bioengenharia. A imagem à esquerda é de 1974. Durante aquele ano, as outras disciplinas recebiam mais conhecimento da bioquímica do que de qualquer outra. Além disso, a bioquímica produziu mais conhecimento do que consumiu da química analítica, da química geral e de outras disciplinas. Uma tendência significativa que pode ser observada por mais de trinta anos sugere que a bioquímica e a bioengenharia movem-se consistentemente para o terreno da química e estão tendo grande influência sobre a base geral de conhecimento. Se essa tendência continuar, poderemos ver as fronteiras entre a biologia e a química desaparecerem em algumas décadas.

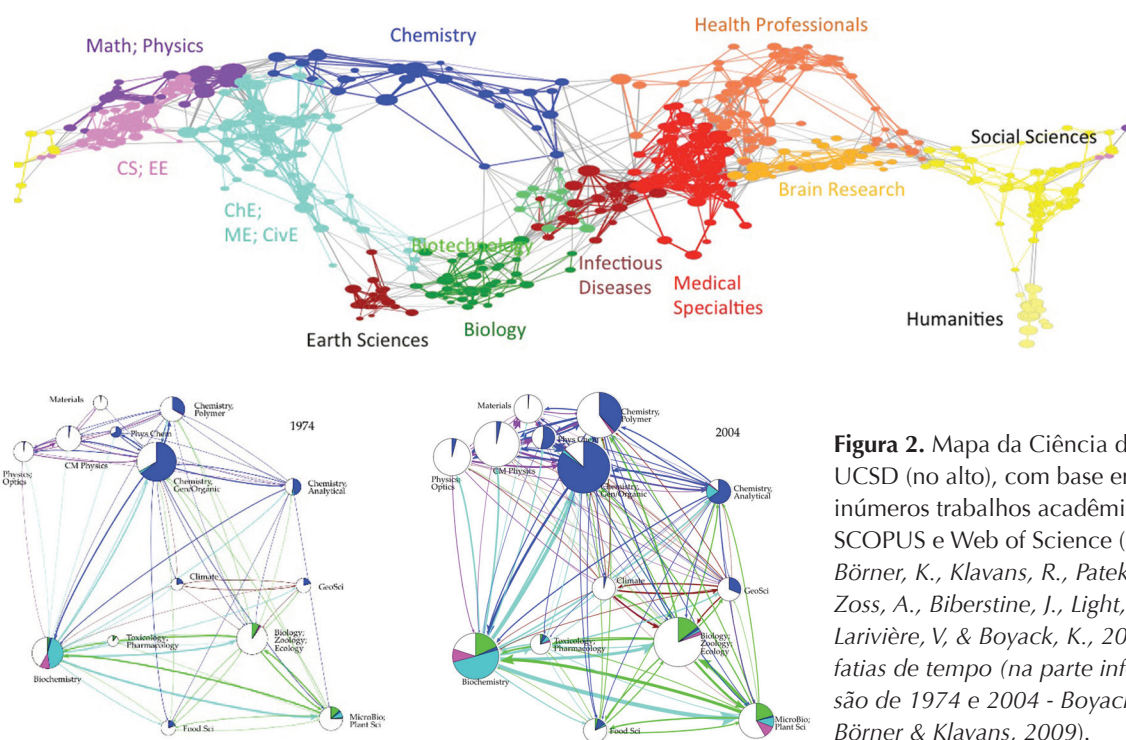


Figura 2. Mapa da Ciência da UCSD (no alto), com base em inúmeros trabalhos acadêmicos do SCOPUS e Web of Science (Fonte: Börner, K., Klavans, R., Patek, M., Zoss, A., Biberstine, J., Light, R., Larivière, V. & Boyack, K., 2012. As fatias de tempo (na parte inferior) são de 1974 e 2004 - Boyack, Börner & Klavans, 2009).

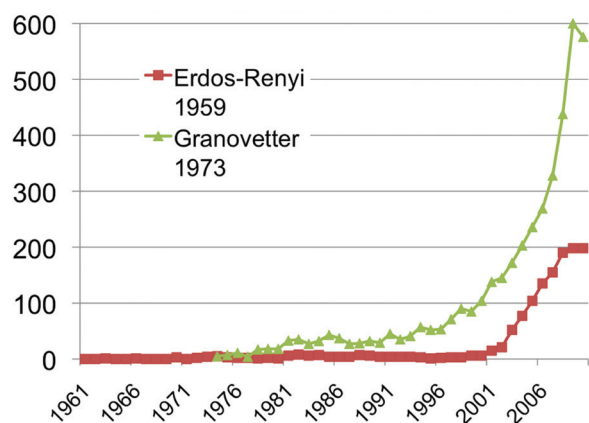


Figura 3. O crescimento explosivo de citações de dois trabalhos clássicos sobre ciência das redes documenta a emergência, no século XXI, da ciência de rede altamente interdisciplinar (Fonte: Barabási, A-L., 2016)

Há tendências semelhantes em física e ciências materiais, nas quais a nanotecnologia e a bioengenharia estão invadindo a física. E a tendência de que a física invada rapidamente as ciências sociais não fica atrás. Na fig. 3 há um gráfico mostrando a frequência de citação de dois trabalhos marcantes sobre tópicos de ciência das redes. Observe o notável aumento de citações na última década. Esses trabalhos são citados em traba-

lhos interdisciplinares de física em uma gama de tópicos, de tendências tecnológicas, redes de comunicações em biologia e neurociência, a interações proteicas e sistemas socioeconômicos. Estudar esses tipos de sistemas complexos exige uma abordagem profundamente interdisciplinar e computacional.

Outro exemplo é a ciência da sustentabilidade, que examina a intersecção entre sistemas socioeconômicos e sistemas terrestres por meio de dados de grande escala e estatísticas que definem os parâmetros ambientais, sociais e econômicos do modo como os humanos comportam-se em seu ambiente e os subprodutos desses comportamentos. Os círculos nesse mapa da ciência (fig. 4) mostram citações de ciência da sustentabilidade entre as disciplinas. E na parte inferior, à direita, está o aumento dos trabalhos de pesquisa sobre ciência da sustentabilidade.

O resultado dessa pesquisa é a capacidade de criar indicadores de fenômenos de grande escala que incluem dados terrestres, científicos e socioeconômicos que podem ser usados no processo de tomada de decisão sobre políticas com implicações para a sustentabilidade da nossa espécie.

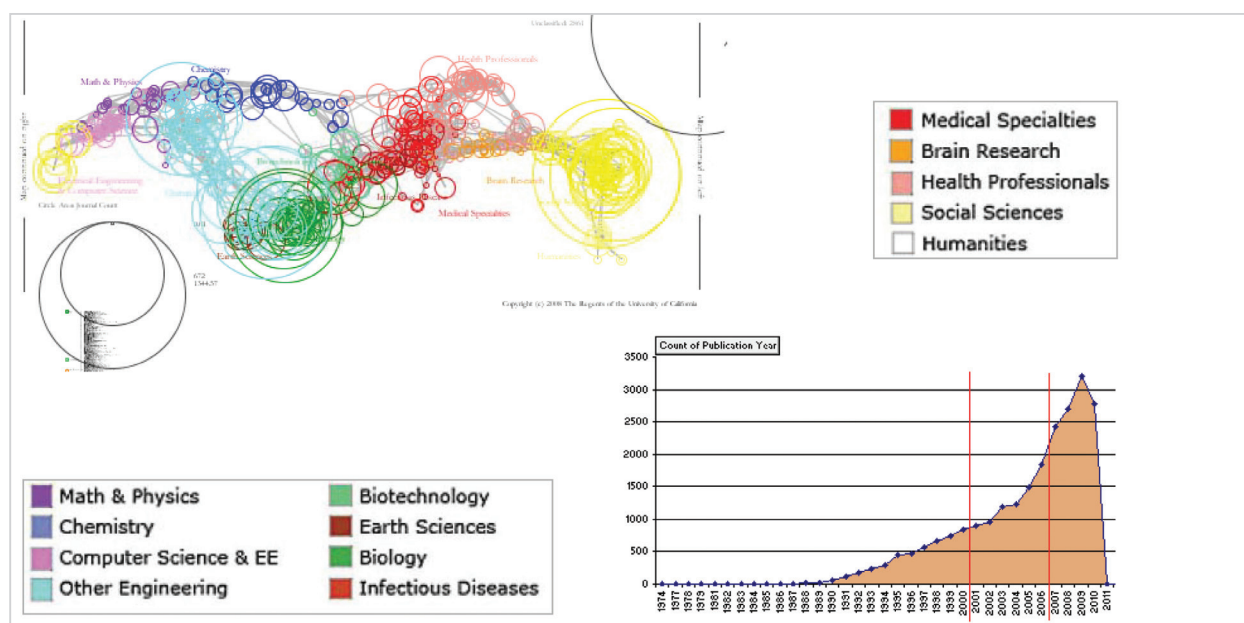


Figura 4. Evolução das pesquisas sobre sustentabilidade (base de dados ISI) em 3 períodos de tempo: de 1974 a 2000, 2001 a 2006 e 2007 a 2011 (Fonte: Bettencourt & Kaur, 2011).

A complexidade orientada para dados nos negócios e a transformação do local de trabalho

Cada vez mais, essa revolução na interdisciplinaridade e na ciência de dados está influenciando o processo de tomada de decisão em muitos setores da economia. Empresas globais, o setor bancário e economias inteiras estão complexos demais atualmente para deixarem de usar volumes enormes de dados na tomada de decisões. As transações de mercado mudaram de um processo puramente humano para algo que envolve um milhão de transações por segundo. O tino para negócios vem sendo substituído por algoritmos preditivos inteligentes que, em muitos casos, tomam decisões por meio da análise de fluxos de dados sem intervenção humana.

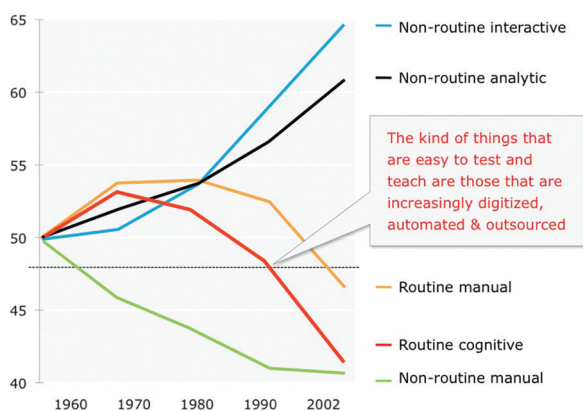


Figura 5. Medidas de entrada de tarefas de rotina e fora da rotina em toda a economia (EUA). Média de entrada de tarefas como percentuais da distribuição de tarefas de 1960.

O efeito dessas tendências reflete-se em uma transformação no local de trabalho nos domínios. Os tipos de habilidades exigidas em laboratórios de pesquisa, seja por empresas em seu início (startups) ou por aquelas que constam na Fortune 500, afastaram-se bastante do enfoque em habilidades individuais compartmentalizadas em hierarquias e passaram para o domínio de habilidades altamente criativas, colaborativas, interdisciplinares e analíticas (fig. 5). Os tipos de perguntas que fazemos, o grau de complexidade da natureza em todas as escalas e a complexidade dos problemas que elaboradores de políticas, a indústria e

os cidadãos são chamados a solucionar são cada vez mais interdisciplinares e complexos. As tarefas rotineiras, manuais e repetitivas são completamente automatizadas ou não são mais relevantes.

Aprendizado stem autêntico: solucionar problemas do mundo real em contexto

Devemos reconhecer essa nova realidade de aprendizado e infundir a educação STEM com os tipos de competências que a revolução do século XXI, a ciência orientada para dados, exige como parte do desenvolvimento de abordagens para educar a próxima geração de cidadãos letrados em STEM, incluindo:

- Mais ênfase na concepção, construção e visualização de dados por meio de ferramentas de análise e raciocínio computacional sobre solução de problemas.
- Suplantar muitas competências indutivas com competências exploratórias.
- Usar abordagens interdisciplinares para estimular os aprendizes e pesquisadores a cruzar os domínios e comparar e contrastar processos.
- Infundir processos analíticos com abordagens semânticas que estão emergindo rapidamente para lidar com dados complexos em grande escala. A linguagem natural e o pensamento relacional para conectar dados e fazer descobertas serão o que esses estudantes enfrentarão no futuro.
- As ciberinfraestruturas estão tornando os grandes volumes de dados mais disponíveis e interoperáveis. Novas ferramentas devem ser desenvolvidas para facilitar o processamento e a manipulação de diferentes tipos de dados em conjunto por usuários em qualquer nível intelectual.

OS ESFORÇOS DE INTEGRAÇÃO STEM ATÉ AGORA

As exigências em nossos sistemas de educação não acompanharam o ritmo das mudanças e as salas de aula de ciências ainda têm a mesma aparência desde

os anos 60. Ao longo do período no qual a tecnologia transformou a nossa cultura, há uma crescente pressão para alinhar melhor a educação STEM com a prática STEM. De modo mais significativo, há esforços desde os anos 80 para antecipar a transformação interdisciplinar da prática STEM e desenvolver estruturas para que o aprendizado STEM evolua em consonância com a prática STEM. Muito desse pensamento vem do projeto da Associação Americana para o Avanço da Ciência (*American Association for the Advancement of Science*), chamado Projeto 2061 (AAAS, 2015), e da publicação de Ciência para Todos os Americanos (*Science for All Americans*) em 1985 (Rutherford e Ahlgren, 2013). Chamada de “alfabetização científica” na época, essa iniciativa concentrou-se na integração expressiva e contextualização de ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Ela continua sendo uma das estruturas mais importantes para integrar STEM nos processos de aprendizado e ensino de longo prazo e na prática de aprendizado. O Projeto 2061 e as ideias por ele estimuladas foram a base para os padrões nacionais interdisciplinares, transversais e de engenharia para ciências e matemática que estão sendo adotados atualmente nos Estados Unidos (Estados Líderes do NGSS, 2013 e Centro para Boas Práticas da Associação Nacional de Governadores e Conselho de Diretores de Escolas Estaduais, 2010).

No mesmo período, houve vários programas intra e interdisciplinares, projetos, currículos de aprendizado e pesquisas de avaliação em torno da ideia de uma abordagem integrada de STEM. Porém, poucas delas se encaixam bem na instrução tradicional, foram rigorosamente avaliadas ou amplamente adotadas. A maioria delas foi feita como complemento à instrução, o tipo de objetivo de aprendizado que se procurava atingir era vago e a avaliação dessas formas revolucionárias de pensar sobre STEM foram muito baseadas no padrão de medidas de desempenho em sala de aula ou dependentes demais de dados incidentais, desestruturados e qualitativos. Por isso o Conselho Nacional de Pesquisa e a Academia Nacional de Engenharia patrocinaram um estudo de dois anos para determinar a natureza e a qualidade do aprendizado que ocorre na integração STEM e a pesquisa saliente relacionada com esses esforços e iniciativas de integração. O resultado está publicado

no estudo Integração STEM na Educação K-12: Situação, Perspectivas e uma Pauta para Pesquisa (*STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*) (Academia Nacional de Engenharia e Conselho Nacional de Pesquisa, 2014).

O relatório descreve algumas das possíveis vantagens e armadilhas dos esforços de integração STEM, bem como o estado da pesquisa e avaliação do aprendizado acerca desses esforços. Especificamente, os objetivos do estudo eram: identificar e caracterizar as abordagens existentes de educação STEM integrada, tanto formalmente quanto fora da escola, analisar as evidências do impacto das abordagens integradas sobre os resultados de vários alunos e determinar um conjunto de questões prioritárias de pesquisa para avançar na compreensão da educação integrada STEM. Os resultados do estudo incluem a proposta de uma estrutura comum para a integração STEM na educação K-12 com base nas necessidades, e que estimula pesquisadores e desenvolvedores de programas a concentrarem-se em um conjunto específico de objetivos e resultados, bem como em abordagens claramente definidas. O relatório propõe recomendações que cobrem todas as áreas do estudo, incluindo pesquisa, resultados, desenvolvimento e implementação e avaliação. São elas:

- Nas recomendações sobre pesquisa, o estudo indica que a pesquisa com qualidade sobre integração STEM deve oferecer descrições mais ricas de intervenções da integração STEM, alinhamento do desenvolvimento do estudo e medidas dos resultados com os objetivos da intervenção, e uso mais extenso dos grupos de controle para revelar e mitigar fatores de confusão e vieses. Ele também indica que educadores, desenvolvedores de programas e pesquisadores poderiam beneficiar-se muito de uma estrutura comum para a descrição da intervenção e, quando apropriado, para a estratégia de pesquisa;
- Quanto aos resultados, o estudo indica que integrar STEM não é uma panaceia para todos os males da educação STEM. É importante identificar e explicar claramente o impacto dos programas de integração STEM sobre realização, interesse, identidade e persistência;

- Em relação a interesse e identidade, é importante examinar os impactos de longo prazo sobre vários públicos, o que demandará mais ênfase no estudo longitudinal e coisas como capital social, particularmente em contextos diversos de cultura e aprendizado;
- Em desenvolvimento e implementação, a definição clara de modelos lógicos ajudará a compreender o raciocínio e os processos por trás das intervenções de integração STEM e ter objetivos explícitos de ensino e aprendizado ajudará a clarificar o propósito da intervenção. Por corolário, compreender os objetivos de aprendizado e as progressões de aprendizado esperadas ajudará a medir a eficácia da intervenção; e, é importante dizer;
- As avaliações precisam ser repensadas quando se trata da natureza interdisciplinar da integração STEM. É necessário um melhor entendimento do impacto dos programas de integração STEM que não aparecem nos testes e não são mostrados nas estatísticas educacionais. Isso é muito difícil de fazer da maneira como muitos desses programas são concebidos. Frequentemente eles veem de forma muito limitada métricas padronizadas de realização ou eles simplesmente não testam a eficácia de forma adequada. Também há uma precaução para que os programas tenham uma intenção clara de aprender com a experiência obtida por meio da implementação e de usar as avaliações de maneira rigorosa para melhorar iterativamente esses programas antes que eles sejam amplamente implementados.

TEORIA DA MUDANÇA: MAPA PARA IR ALÉM DAS RECOMENDAÇÕES DO RELATÓRIO

Como o relatório sugere, se quisermos preparar melhor os nossos cidadãos para que continuem a serem produtivos, inovadores e ampliar os objetivos culturais de nossas sociedades, serão necessárias abordagens diferentes para conceber e avaliar de modo eficaz os programas interdisciplinares de integração STEM. Um tipo de pensamento sobre o ensino e o aprendizado diferente daqueles estruturaram os

ambientes de aprendizado no passado. Precisamos tentar evitar solucionar os problemas da integração STEM e fechar a lacuna criada entre a prática e a educação STEM.

Há um consenso crescente de que precisamos repensar o estudo do aprendizado na era da integração STEM e dos grandes volumes de dados. A maioria das formas pelas quais estudamos como e o que as pessoas aprendem baseiam-se nos mesmos tipos de pensamento que testamos em sala de aula, o que não nos diz muito sobre como as pessoas pensam, mas sim quais informações elas conseguem armazenar e lembrar. São necessárias iniciativas e estruturas bastante interdisciplinares com uma sistemática comumente compreendida para repensar como estudamos o aprendizado. Será necessária uma resposta global, envolvendo muitos dos vários setores da prática STEM para os quais queremos preparar os estudantes, para atender às necessidades sociais em evolução. Realizar isso demandará atenção a várias áreas de trabalho:

- Aproveitar a compreensão emergente da mente humana, do pensamento e da base neurológica do aprendizado humano;
- Um registro mais abrangente de como e onde o aprendizado ocorre;
- Consideração sobre os tipos de aprendizado que ocorrem na solução de problemas reais e pensamento crítico todos os dias;
- Uma melhor caracterização da ecologia do capital social e de recursos é necessária para apoiar a persistência e para um envolvimento mais profundo com STEM, e
- Trabalhar diretamente com elaboradores de políticas e patrocinadores para dar suporte à transformação expressiva da prática de ensino e para ampliar o impacto.

À medida que aprendemos mais sobre como a mente processa a linguagem, pensa, age no espaço e sobre como o conhecimento evolui para indivíduos e sistemas sociais, as abordagens convencionais de ensino parecem anacrônicas. Por muito tempo “linearizamos” e “fisicalizamos” algo que é emergente e auto-organizável, ignorando interações complexas

que, na verdade, fazem parte do processo de aprendizado. O que tentamos compreender como conceitos estáveis são sistemas dinâmicos em rede. Ainda assim, continuamos a pensar que educação é a distribuição de pacotes de informações para serem armazenados (Jörg, Davis & Nickman, 2007). Além disso, a estrutura dos sistemas de educação vigentes baseia-se em um processo aditivo, um conceito agregado a outro, mas não entendemos os efeitos dessas superposições de ideias, exceto por meio de métricas internamente consistentes que criamos com base nos limites desses sistemas. Não compreendemos quais outros efeitos, possivelmente adversos, ligados a essas propriedades podem ter sobre os aprendizes, ou qual é o potencial de aprendizado fora desses sistemas que se autovalidam.

O aprendizado não é hierárquico, é associativo. O conhecimento é uma interconexão dinâmica de entidades com base em sistemas dinâmicos. O que categorizamos como autoimagens fixas (como “fatos” científicos) funciona em dinâmicas complexas que precisam ser estudadas (Smith, 2005). Devemos nos concentrar na estrutura de casualidade e nos processos em vez da distribuição de coisas para compreender progressões de aprendizado e os caminhos da fluência e do domínio. Como o conhecimento é examinado entre disciplinas na integração STEM, linguagem e significado comuns entre múltiplos domínios precisarão ser desenvolvidos. Além disso, os sistemas de aprendizado têm várias camadas e escalas para indivíduos, grupos, sociedade e cultura e será necessário compreender as dinâmicas e os efeitos entre as escalas para desenvolver modelos precisos de aprendizado. Precisamos saber mais sobre o ecossistema de conhecimento e significado no qual as pessoas aprendem.

O aprendizado de ciências tende a concentrar-se mais na fenomenologia do aprendizado do que nos processos adjacentes. O ritmo da compreensão de como o cérebro funciona e dos processos de criatividade e atenção estão se tornando evidentes nas crescentes pesquisas sobre conexões neurais (Connectome) em redes cerebrais de grande escala. Embora ainda exista um longo caminho para chegar a um modelo neural abrangente para o aprendizado, essas conclusões podem informar como pesquisamos o aprendizado. Por exemplo, a rede de saliência foi

implicada na transição dinâmica a partir do modo padrão (o cérebro, em descanso, ou até adormecido, o modo “pronto”) às funções executivas centrais (pensamento). É importante dizer que parece existir uma função de alternância de grande escala, possivelmente suscitada em ciclos de ação de percepção, apontando para a mecânica da atenção (Menon & Uddin, 2010). A seguir, a percepção ativa um tipo de ajuste de sincronia de diferentes partes do cérebro (Melloni, Molina, Pena, Torres, Singer & Rodriguez, 2007). Isso leva a grandes perguntas sobre onde e como o aprendizado ocorre. Como o processo de aprendizado encaixa-se na estrutura de raciocínio? Onde termina o raciocínio e começa a ação e vice-versa? Onde termina o aspecto cognitivo do aprendizado e começa o aprendizado social? Para responder a essas perguntas é necessário um tipo de mapeamento e sistema de referência diferente do que usamos atualmente para definir envolvimento, incluindo coisas como modelos de cognição de linguagem, sensoriais e ambientais ou expandidos, o que cada vez mais chamamos de “enação”, a qual está rapidamente se sobrepondo aos modelos de computação de cognição.

O futuro da avaliação

Para preparar a próxima geração de cidadãos, cientistas e engenheiros letrados em STEM, precisamos adotar uma abordagem que reconheça a complexidade do aprendizado, a interdisciplinaridade e os paradigmas analíticos que aumentam a nossa compreensão da função desses complexos sistemas interativos, cognitivos e sociais de aprendizado. Mas é necessário que haja grande vontade e exposição no ambiente de pesquisa para treinar essas ferramentas no estudo do aprendizado e avaliar sua eficácia. Isso exigirá estreita colaboração entre cientistas do aprendizado, elaboradores de políticas, especialistas de currículo e cientistas da complexidade. Particularmente, a fronteira entre os sistemas cognitivo e social precisa ser mais estudada, incluindo o papel de vários sistemas de referência, como linguagem, representação visual, modelos dinâmicos e o complexo ecossistema de capital social e recursos, que afetam o aprendizado nos indivíduos, especialmente em comunidades de aprendizes mal

servidas e com diversas necessidades importantes. É necessário um bom trabalho longitudinal durante décadas sobre como o aprendizado evolui e persiste no ambiente psicossocial. Além disso, o que acontece em ambientes de estudo (formais e informais) que facilita ou inibe o aprendizado precisa ser caracterizado e usado para desenvolver ambientes e trajetórias de aprendizado eficazes. Tratar a pesquisa sobre educação mais como pesquisa sobre saúde humana fará com que a compreensão do aprendizado em contexto avance bastante.

CONCLUSÃO

Finalmente estamos descobrindo que o verdadeiro aprendizado ocorre ao longo da vida das pessoas, o que às vezes é caracterizado como “aprendizado contínuo e ao longo da vida”. A figura 6 mostra o aprendizado formal em laranja e o aprendizado informal em azul. A quantidade de tempo que despendemos no aprendizado em sala de aula é uma fração do aprendizado que ocorre durante as nossas vidas. O aprendizado se dá por meio de teias de pensamento, teias de linguagem e comunicação, teias de conhecimento e teias de interação social. É necessário dar mais ênfase ao tipo de aprendizado que ocorre fora da sala de aula, por meio de tecnologia e experiência de vida e por meio de instituições e programas culturais, para compreender melhor o que acontece na sala de aula.

Essa ideia não é nova. Em 1970, Ivan Illich fez a famosa descrição das “teias de aprendizado” como

comunidades com muitos caminhos para o aprendizado (Illich, 1971). A ideia, radical na época, era contar com e integrar o aprendizado no tecido social da sociedade. As teias de aprendizado reconhecem o complexo ecossistema de aprendizado nos indivíduos e nas sociedades e que o aprendizado autêntico ocorre em todos os lugares, não apenas nas escolas. Há oportunidades para desenvolver novas práticas de ensino que fundamentalmente mudam de O QUE para o COMO do conhecimento. E em combinação com novos modelos de aprendizado, podemos entender melhor as estruturas de aprendizado que proporcionam caminhos naturalísticos para pensamentos de ordem mais alta e desenvolver modelos de práxis e treinamento de professores que parecerão muito diferentes daquilo que fazemos atualmente.

Ao reunir evidências sobre como as conexões dentro e entre sistemas sociais, culturais, psicológicos e cognitivos funcionam, poderemos desenvolver modelos muito mais completos e práticos para o processo de aprendizado, abordagens necessárias para integrá-los na prática da educação e maneiras de testá-las e acessá-las. O que isso significa para a integração STEM é que precisamos literalmente pensar fora da caixa dos locais e das práticas de ensino atuais, como conceitualizamos STEM interdisciplinar e seu contexto social, e enfim aproveitar esse novo conhecimento para estudar o aprendizado entre situações, estruturas cognitivas e ao longo da experiência humana, para compreender melhor no que estamos integrando STEM, como o aprendizado emerge e, por fim, como isso informa a política para apoiar o aprendizado e o ensino.

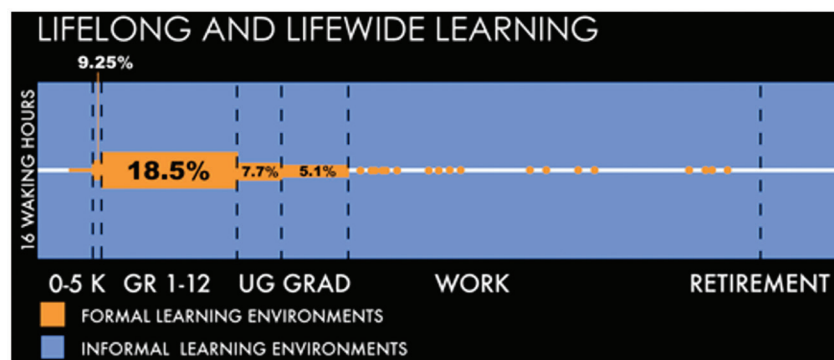


Figura 6. Tempo despendido em aprendizado formal e informal ao longo do ciclo de vida normal de uma pessoa (Fonte: LIFE Center: Stevens, Bransford. & Stevens, 2005).

REFERÊNCIA

- AAAS (2015) Project 2061. *Washington DC: the American Association for the Advancement of Science*. <http://www.aaas.org/program/project2061> (acessado, 3 de janeiro de 2016)
- Autor, D., Levy, F., & Murnane, R. (2003) *The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration*. Quarterly Journal of Economics Vol. 118, No. 4. Cambridge, MA: MIT Press. 1279.
- Barabási, A-L. (2016-in press) *Network Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bettencourt, L. & Kaur, J. (2011) *Evolution and structure of sustainability science*. PNAS, Vol. 108, No. 49. Washington, DC: National Academies of Science Press. 19540.
- Börner, K., Klavans, R., Patek, M., Zoss, A., Biberstine, J., Light, R., Larivière, V., & Boyack, K. (2012) *Design and update of a classification system: The UCSD map of science*. Vol. 7, No. 7. San Francisco, CA: PLoS ONE. e39464.
- Boyack, K., Börner, K., & Klavans, R. (2009). *Mapping the structure and evolution of chemistry research*. Scientometrics, Vol. 79, No. 1. Nova Yorque: Springer. 45.
- Hey, Tony, Stewart Tansley, & Kristin Tolle (Eds.). (2009) *Jim Gray on eScience: A Transformed Scientific Method*. Redmond, WA: Microsoft Research.
- <http://garfield.library.upenn.edu/price/pricequantitativemeasures1951.pdf>. (Acessado, 18 de janeiro de 2016)
- Illich, I. (1971) *Deschooling Society*. Nova Yorque: Harper & Row.
- Jörg, T., Davis, B. & Nickman, G. (2007) *Towards a new, complexity science of learning and education*, Educational Research Review, Vol. 2, No. 2. Amsterdã: Elsevier. 145
- Melloni, L., Molina, C., Pena, M., Torres, D., Singer, W. & Rodriguez, E. (2007) *Synchronization of Neural Activity across Cortical Areas Correlates with Conscious Perception*. Journal of Neuroscience, Vol. 27, No. 11. Stanford, CA: Society for Neuroscience. 2858.
- Menon, V. & Uddin, L. (2010) *Saliency, switching, attention and control: a network model of insula function*. Brain Structure and Function. Vol. 214, No. 5. Nova Yorque: Springer. 655.
- Academia Nacional de Engenharia e Conselho Nacional de Pesquisa (National Academy of Engineering and National Research Council). (2014) *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: The National Academies Press. doi:10.17226/18612
- Centro para Boas Práticas da Associação Nacional de Governadores e Conselho de Diretores de Escolas Estaduais (National Governors Association Center for Best Practices & Council of Chief State School Officers). (2010). *Common Core State Standards for Mathematics*. Washington, DC: Autores.
- Estados líderes do NGSS. (2013) *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Parashar, M. (2009). *Transformation of Science Through Cyberinfrastructure: Keynote Address*. Open Grid Forum Banff, Alberta, Canada, October 14. <http://www.ogf.org/OGF27/materials/1816/parashar-summit-09.pdf> (acessado em 21/12/2015)
- Price, D. De Solla. (1951) *Quantitative Measures of the Development of Science Archives. Internationales d'Histoire des Sciences Vol. 4, No. 14*. Paris: L' Académie internationale d'histoire des sciences. 85.
- Price, D. de Solla (1961). *Science Since Babylon*. New Haven: Yale University Press. 166.
- Rutherford, F. J. & Ahlgren, A. (2013) *Science for All Americans*. Nova Yorque: Oxford University Press.
- Smith, L. (2005) *Cognition as a dynamic system: Principles from embodiment*. Developmental Review 25. Amsterdã: Elsevier. 278.
- Stevens, R. Bransford, J. & Stevens, A. (2005) *The LIFE Center Lifelong and Life-wide Learning Diagram*. https://www.researchgate.net/figure/242705214_fig2_Figure-3-3-Time-spent-in-formal-and-informal-learning-across-a-typical-lifespan (accessed Jan 16, 2016).

O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO ‘APRENDER FAZENDO’ AO LONGO DE QUINZE ANOS NA CHINA E A CONTRIBUIÇÃO DA NEUROEDUCAÇÃO

Yang Yuankui

Southeast University (China)

Liang Zongbao

Southeast University (China)

Wei Yu

Southeast University (China)

O Ministério da Educação (MDE) da República Popular da China e a Associação Chinesa para Ciência e Tecnologia (CAST) iniciaram em conjunto um projeto piloto de reforma da educação de ciências, “Aprender Fazendo” (AF), em 2001. Este trabalho introduz o histórico e o progresso do projeto de reforma da educação de ciências do AF durante os últimos quinze anos na China e como a neuroeducação influenciou o projeto AF.

O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO “APRENDER FAZENDO” AO LONGO DE 15 ANOS NA CHINA

O que é o programa piloto de reforma da educação de ciências “Aprender Fazendo” (AF)

Há um reconhecimento universal de que o ritmo da mudança no mundo de hoje exige análise constante do que é educação eficaz, especialmente em ciência e tecnologia. Nas palavras da OECD, “os estudantes não podem aprender tudo o que precisarão saber na vida adulta. O que eles precisam adquirir são os pré-requisitos para aprenderem com sucesso na vida futura”.^[1] O objetivo final da educação de ciências é produzir indivíduos capazes de compreender e avaliar informações que são, ou pretendem ser, científicas em sua natureza e tomar decisões que incorporem essas informações de modo adequado e, além disso, produzir quantidade e diversidade suficientes de futuros cientistas, engenheiros e outros profissionais das áreas de ciências competentes e motivados.^[2]

Com o crescente desenvolvimento de trabalhos de pesquisa científica, as mudanças na compreensão do que as crianças sabem e de como elas aprendem são profundas nas últimas décadas. Portanto, desde 1994, a China está envolvida na cooperação internacional para reforma da educação de ciências para crianças lançada pelo Conselho Internacional de União Científica (ICSU). Em 2001, o Ministério da Educação (MDE) da República Popular da China e a Associação Chinesa para Ciência e Tecnologia (CAST) iniciaram, em conjunto, o programa piloto de reforma da educação de ciências, “Aprender Fazendo” (doravante chamado de Programa AF). No início, foram definidos como critérios fundamentais nove princípios^[3]. São eles:

- Orientação para cada criança e considerar as diferenças individuais entre as elas.
- Estabelecer uma base para que a criança aprenda ao longo de sua vida e, mais importante, para que as crianças aprendam a viver.
- O ensino dos conteúdos deveria advir da vida e ser colhido dos seus arredores.
- Orientar as crianças para que tomem a iniciativa de explorar e experimentar o processo de investigação.
- Os professores são os apoiadores e guias para que as crianças aprendam ciências.
- Fazer uso da avaliação motivadora, incluir a avaliação formativa.
- Os cientistas e os educadores conduzirão, juntos, a educação de ciências.
- O poder das comunidades e famílias será plenamente mobilizado para apoiar.
- A internet modernizada será usada para promover intercâmbios e cooperação nacionais e internacionais.

O Programa AF é um programa de educação de ciências com base em investigação, centrado no aluno, para crianças com idade entre 5 e 12 anos, orientado, organizado e facilitado por professores e caracterizado por seu envolvimento ativo no aprendizado. Ele possibilita que as crianças estejam com as mãos e as mentes dedicadas, a fim de estimular

o padrão científico de pensamento e de vida das crianças, cultivar cidadãos qualificados com maior instrução científica e facilitar o progresso da educação de qualidade para todos.^[4]

De acordo com a teoria da nova ciência do aprendizado, o ponto principal é que os aprendizes constroem o seu entendimento às vezes por meio de seu próprio raciocínio e às vezes em colaboração com outros.^[5] Isso significa que uma das marcas da nova ciência do aprendizado é a ênfase em aprender com entendimento. Há boas evidências de que o aprendizado é aprimorado quando os professores prestam atenção ao conhecimento e às crenças que os aprendizes trazem para a tarefa de aprendizado, usam esse conhecimento como ponto de partida para novas instruções e monitoram a mudança de conceitos dos alunos à medida que a instrução avança.^[6] O ensino indutivo e o método de aprendizado são apoiados por essa nova ciência de aprendizado. É um termo geral que engloba uma variedade de métodos institucionais, incluindo aprendizado por investigação, aprendizado com base em problemas, aprendizado com base em projetos, ensino com base em casos, aprendizado por descoberta e ensino *just-in-time*. Esses métodos têm muitas características em comum, além do fato de que todos eles qualificam-se como indutivos. Todos são centrados no aprendiz (também conhecido como centrado no aluno), o que significa que impõem maior responsabilidade sobre os alunos pelo seu próprio aprendizado do que a abordagem dedutiva tradicional com base em palestra.

O Programa AF defende o uso de métodos indutivos para ensinar ciências ao jardim de infância e ao ensino fundamental. Embora a qualidade dos dados de pesquisa que suportam os diferentes métodos indutivos seja variável, as evidências a favor da abordagem indutiva sobre a pedagogia dedutiva tradicional são conclusivas. A indução é apoiada por teorias educacionais amplamente aceitas, como o construtivismo cognitivo e social, por pesquisas do cérebro e por estudos empíricos de ensino e aprendizado. Os métodos indutivos promovem a adoção, pelos alunos, de uma abordagem profunda (orientada para o significado) do aprendizado, oposta à abordagem superficial (de intensa memorização).^[7]

Desde o início do projeto, em 2001, depois de 15 anos de prática, o Programa AF foi ampliado

para as atuais 22 áreas piloto e mais de 620 jardins de infância e 1.100 escolas primárias que estão se envolvendo a partir das quatro áreas piloto iniciais e 44 escolas. Mais de 200.000 alunos participaram do Programa AF. Ele acumulou uma grande quantidade de experiências valiosas, estabelecendo, portanto, uma base importante para a revisão da Norma Nacional de Educação de Ciências em Escolas Primárias na China. A inovação já obteve sucessos inicialmente.

A norma de conteúdo do Programa AF

Depois de 6 anos de prática, a Norma de Conteúdo do Programa AF foi elaborada, em 2006. Em setembro de 2006, o Departamento de Educação Fundamental, do Ministério da Educação da República Popular da China, juntamente com a Associação Chinesa para Ciência e Tecnologia e a Academia Chinesa de Ciências, realizou o simpósio sobre a norma de conteúdo de educação de ciências “Aprender Fazendo”, para discutir essa norma com 8 acadêmicos e mais de 50 cientistas, educadores de ciências e professores de ciências de áreas piloto. Com a permissão e o apoio do MDE, da CAST e da CAS, a norma de conteúdo foi publicada pela Editora Popular de Educação em 2007. Essa norma de conteúdo de educação de ciências — as informações de base da educação de ciências — especifica quais conceitos e conhecimentos espera-se que os alunos aprendam, em quais atividades com base em investigação eles podem envolver-se e quais habilidades e competências eles precisam desenvolver e dominar.

A norma de conteúdo apresenta primeiramente os requisitos gerais, cobrindo os conceitos fundamentais e suas descrições detalhadas em ciências materiais e físicas, ciência da vida, ciências da terra e ambientais e projeto e tecnologia. A seguir, apresenta o detalhamento e a exemplificação dos conceitos fundamentais nos domínios mencionados acima, com base em nossa experiência no desenvolvimento dos módulos e da prática de ensino, cujo detalhamento do conceito é de grande utilidade, não apenas para o desenvolvimento de módulos e treinamento de professores, mas também para a prática de ensino. Nesse documento, os principais conceitos científicos são decompostos e exemplificados detalhadamente. Ao mesmo tempo, a norma também apresenta conteúdo sobre o desenvolvimento de habilidades

de investigação e competências socioemocionais, enfatizando que a educação de ciências no jardim de infância e nas escolas primárias deve ter atenção especial ao estímulo da empatia, da simpatia e da autoestima das crianças.^[8]

O desenvolvimento de recursos e prática de ensino do Programa AF

Sob a orientação da Norma de Conteúdo, o Programa AF elaborou 29 módulos de ensino (tabela 1). Como exemplo, foi concluída a preparação dos 26 módulos, que incluem o guia do professor, o manual de treinamento do professor, o caderno do aluno e o kit de ferramentas de ensino. Todos esses módulos foram praticados e utilizados nas escolas piloto do AF e foram modificados com base no feedback da prática, para assegurar a eficácia do ensino.

Esses módulos são muito diferentes do currículo tradicional de ciências na China. Os métodos de ensino indutivo são usados em sala de aula. De acordo com os módulos, os alunos identificarão questões que podem ser respondidas por meio de atividades de investigação, previsão de resultados, descrição de observações, elaboração de planos, coleta de informações, pensamento crítico e lógico ao analisar e interpretar evidências, conclusões e comunicação com os outros na sala de aula de ciências. Ao mesmo tempo, os professores conduzirão os alunos no desenvolvimento de competências de investigação e na compreensão de conceitos de ciência ao longo da própria atividade e do raciocínio dos alunos. Isso envolve facilitar o trabalho em grupo, a argumentação, o diálogo e o debate, bem como oferecer exploração direta ou experimentação de materiais.

Tabela 1. Módulos de ensino do Programa AF

SÉRIE	NOME DO MÓDULO			
	CIÊNCIA MATERIAL E FÍSICA	CIÊNCIA DA VIDA	CIÊNCIA DA TERRA E AMBIENTAL	PROJETO E TECNOLOGIA
Jardim de infância	Cesta de frutas Água e gelo	Encontrar o mundo Sentidos	Ar	Meus barcos
Séries 1~2	Sólido e líquido Força e movimento	Bicho da seda Crescimento de plantas	Clima Solo	Pequenos arquitetos Máquinas simples
Séries 3~4	Som Mudança na água Circuito elétrico Frio e quente	Ecossistemas Nós	Rochas e minerais A Terra e o Sol	Fazendo um carro Carro elétrico
Séries 5~6	Luz magnética e Elétrica	Micromundo	Proteger o meio ambiente	Voar

O IMPACTO DA NEUROEDUCAÇÃO SOBRE O PROJETO “APRENDER FAZENDO”

Histórico do desenvolvimento da neuroeducação

O rápido desenvolvimento da ciência e tecnologia, especialmente os grandes avanços em técnicas não invasivas de imagem de funções cerebrais e biologia molecular, proporcionou ferramentas com as quais podemos solucionar alguns dos enigmas sobre a mente e o comportamento humanos. Durante as últimas décadas, o conhecimento acumulado sobre o cérebro humano excedeu o que foi adquirido ao longo de milhares de anos de história da civilização. Antes de conduzir a prática educacional, devemos saber como o aprendizado acontece e como melhorá-lo. Os educadores também precisam compreender o complexo processo biológico adjacente ao aprendizado.

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) iniciou a ciência do aprendizado em 2002^[9], e o relatório “Compreendendo o Cérebro: o Nascimento de uma Ciência do Aprendizado” (*Understanding the Brain: the Birth of a Learning Science*) foi publicado em 2007.^[10] Enquanto isso, a Sociedade Internacional da Mente, do Cérebro e da Educação foi fundada em 2003.^[11] Todas

essas organizações propuseram que neurocientistas e educadores deveriam cooperar para estudar o aprendizado humano. Assim, um campo transdisciplinar, a neuroeducação, surgiu e desenvolveu-se durante a última década.^{[12][13]} O ganhador do prêmio Nobel, Eric Kandel, também argumentou que precisamos conduzir estudos educacionais a partir de uma nova perspectiva.^[14] Obtemos resultados da pesquisa científica para apoiar a nossa prática educacional, a qual é denominada educação translacional e o componente central é a neuroeducação.

O que é neuroeducação?

Apesar de muitos debates sobre a definição de neuroeducação, cientistas e educadores concordam que a neuroeducação é uma ponte entre a neurociência e a educação. Ela oferece uma maravilhosa oportunidade para inovação na pesquisa educacional, que mudará as políticas de educação, bem como as práticas de sala de aula.^[15] Introduziremos brevemente o que entendemos ser a neuroeducação. Ela, como campo transdisciplinar, pode ser esboçada abaixo, como mostrado na figura 1.^{[16][17]}

Por um lado, a prática da educação baseia-se em experiências humanas diretas, de longo prazo, especialmente na China. Algumas experiências são mais úteis que outras, e essas experiências úteis

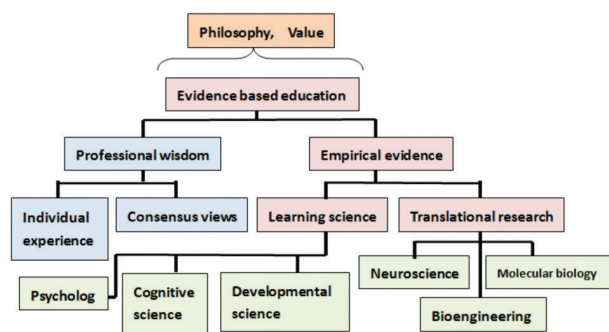


Figura 1. Esquema de neuroeducação

permanecem e tornam-se métodos tradicionais de ensino. Isso pode ser chamado de sabedoria profissional. Contudo, a sabedoria profissional é difícil de repetir e difundir em diferentes condições educacionais, pois essas sabedorias profissionais não têm conceitos e leis comuns. Claro, há algumas boas experiências ou bons métodos derivados dessa sabedoria, mas também há muitos erros e experiências desatualizadas. Por outro lado, com o desenvolvimento de neurociência, biologia molecular e bioengenharia, esses estudos interdisciplinares de várias disciplinas oferecem novas perspectivas e oportunidades para o estudo e a prática educacional. Podemos unir a sabedoria profissional com a pesquisa empírica e extrair conceitos e leis fundamentais dessa união. Descartamos o que é falso e mantemos o que é verdadeiro. Isso proporcionará um apoio útil para a elaboração de políticas educacionais e para a renovação e reforma do método de ensino.

Assim, a neuroeducação aplica leis que foram fundamentadas em outras disciplinas para solucionar problemas educacionais práticos. É, portanto, uma disciplina aplicada e baseada em evidência, não uma disciplina básica^{[15][16]}. É um novo tipo de educação e domínio transdisciplinar, como a engenharia, não como artes ou ciências básicas. A neuroeducação representa um novo estágio no desenvolvimento da educação moderna, que difere fundamentalmente da educação tradicional em ideologia filosófica, pesquisa científica, bem como em modos de integração.

A contribuição da neuroeducação para o projeto AF na China

No processo de projeto de educação de ciências com base em investigação, transformamos

vários resultados de pesquisas de neurociência cognitiva, psicologia de desenvolvimento e outras disciplinas em prática de AF. Aplicamos os resultados da neuroeducação na prática de AF e na reforma da educação chinesa. O impacto da neuroeducação sobre a prática do projeto AF é principalmente se concentrar nos quatro aspectos a seguir.

Apoiar a decisão de política de desenvolvimento na primeira infância na China

Na virada deste novo século, muitos países mudaram suas políticas de desenvolvimento na primeira infância com base em pesquisas sobre o cérebro. A pesquisa e a experiência prática do AF promoveram a convocação de um importante encontro público sobre desenvolvimento na primeira infância em Pequim, em novembro de 2007. Nessa conferência, a pesquisa e a experiência prática do AF foram reconhecidas pelo público e pelas agências governamentais. Enviamos um relatório de pesquisa, que enfatiza a importância da educação infantil e do crescente investimento nela, ao conselho estadual. O relatório tornou-se uma base importante para elaboração de políticas sobre desenvolvimento na primeira infância, bem como para a revisão da Norma Nacional de Educação de Ciências em Escolas Primárias.

No Esboço do Plano Nacional Chinês para Reforma e Desenvolvimento da Educação em Médio e Longo Prazo (2010-2020), o governo chinês modificou a política de desenvolvimento na primeira infância e aumentou o investimento na educação na primeira infância.^[17]

Aprofundando a pedagogia do IBSE por meio de estudos empíricos

O desenvolvimento do IBSE enfrentou muitos novos desafios na pedagogia, como preconceito, construção de conceito, o papel da interação entre professores e alunos, escolha de conceitos essenciais e construção do progresso do aprendizado em ciências, mais ênfase na criatividade para cativar os alunos, etc.

O estudo da neurociência indicou que a atividade cerebral está ligada ao aprendizado do conceito de ciências e o mecanismo de inibição do cérebro é uma razão importante para novas dificuldades de aprendizado de conceitos. O conceito ingênuo é apenas ini-

bido, não desaparece ou reconstrói-se.^[18] A educação de ciências é necessária antes que o conceito ingênuo das crianças intensifique-se. O estudo empírico também nos diz que o conhecimento integrado é mais prontamente aplicado em novas situações do que pedaços separados de conhecimento.^[19] Criar conexões e reconhecer padrões permite aos aprendizes identificar aspectos significativos ao tentar entender novas situações. Em nosso estudo de intervenção, também descobrimos que a pedagogia com base em investigação é significativamente melhor do que os métodos tradicionais de ensino.^[20] Com base em resultados de pesquisa e na experiência do projeto AF, revisamos a Norma Nacional de Educação de Ciências para escolas primárias e corrigimos alguns conteúdos de aprendizado e de pedagogia inadequados.

Fazendo progressos no cultivo da competência socioemocional em educação de ciências

Os neurocientistas diferenciaram dois tipos de memória: memória declarativa e memória processual (incluindo memória motor e memória emocional). Falando de modo geral, a memória declarativa corresponde ao que os psicólogos cognitivos chamam de aprendizado explícito, enquanto que a memória processual corresponde ao aprendizado implícito. Da perspectiva da neurociência, os dois sistemas de aprendizado baseiam-se em diferentes subsistemas que são formados por vários neurocircuitos e interagem estreitamente uns com os outros.^[21] Embora se reconheça que a competência socioemocional seja o melhor indicador do sucesso e da felicidade futuros, os currículos atuais de educação concentram-se mais no desenvolvimento acadêmico das crianças do que no cultivo da sua competência socioemocional. Com base em nosso conhecimento do papel da competência emocional no aprendizado e desenvolvimento, incluímos uma norma de aprendizado socioemocional na norma de conteúdo da educação de ciência AF pela primeira vez na China.^[22] A competência socioemocional consiste dos cinco aspectos a seguir: (1) Avaliar alguém de maneira apropriada; espera-se que as crianças tenham consciência e conheçam bem suas próprias emoções; (2) Regular as próprias emoções; espera-se que as crianças analisem as razões de qualquer acontecimento e aprendam a encontrar soluções para o seu medo, sua ansiedade, sua raiva,

seu sofrimento, etc; (3) Inspirar; as crianças deveriam superar sua própria autocomplacência e hesitação, aprender a manipular suas emoções para atingir seus objetivos com persistência; (4) Compreender as emoções dos outros; as crianças devem conhecer bem e ser sensíveis às emoções, aos interesses e aos pontos de vista dos outros, aprendendo a apreciar opiniões e emoções diferentes em assuntos diferentes de pessoas diferentes; (5) Lidar de maneira eficiente com relações interpessoais; espera-se que as crianças melhorem suas capacidades e habilidades sociais.

Considerando a situação especial da “política de um filho” na China, é dada prioridade à empatia da criança em competências emocionais e autoestima. Os objetivos e os estágios de desenvolvimento também são propostos na norma. Pesquisas mostram que o IBSE promoveu de modo eficaz a competência socioemocional dos alunos, particularmente os comportamentos de empatia e cooperação.^[23]

Desenvolvendo ferramentas científicas e aplicando-as para avaliar o resultado do aprendizado em práticas de sala de aula

A pesquisa transdisciplinar sobre neuroeducação pode não apenas apoiar a pedagogia do IBSE, mas também criar ferramentas científicas que sejam aplicadas para mensurar o resultado do aprendizado em práticas de sala de aula. Quatro séries de instrumentos e softwares foram desenvolvidos pelo nosso Centro de Pesquisas para a Ciência do Aprendizado: (1) Avaliação on-line multiusuário e sistema de registro para educação com base em investigação; sua tecnologia central inclui pedagogia de ensino com base em investigação, materiais de ensino e aprendizado; esse sistema pode ser aplicado a mais de 40 aprendizes e o professor pode registrar as respostas de todos os aprendizes ao mesmo tempo e analisá-los on-line para conhecer os resultados cognitivos e a progressão do aprendizado do aprendiz, oferecendo conteúdos de ensino e aprendizado com métodos adequados de educação com base em investigação; (2) Sistema de avaliação de competência socioemocional, com enfoque em empatia e comunicação; além do questionário tradicional, esse sistema também utiliza a análise de sinal fisiológico, análise comportamental e reconhecimento de expressão facial, de tal forma que a avaliação de empatia, assim como outras competências

socioemocionais relacionadas, seja mais confiável; **(3)** Sistema de avaliação de função executiva; realidade virtual criada por computador apresenta o sinal de estímulo para os participantes e sensores EEG de colocação junto ao corpo registram a atividade fisiológica do cérebro; esses dois sistemas estão conectados ao banco de dados das grandes partes do sistema; **(4)** Sistema de estimativa da proficiência de conceitos essenciais; realidade virtual criada por computador e a tecnologia EEG/ERP é combinada.

As medições visam apoiar a mudança da pedagogia da educação com dados baseados em evidência, que podem registrar o caminho de desenvolvimento individual dos aprendizes e refletir o progresso dos aprendizes durante as atividades do IBSE. Esses sistemas também podem ser acessados via internet.^[24]

Mostramos acima apenas alguns dos exemplos que ilustram a grande importância de conduzir pesquisa científica no processo de educação de ciências. Fazer pesquisa educacional de maneira científica não apenas nos ajuda a reduzir os erros ao mínimo, mas também nos possibilitam buscar um caminho com nossas próprias características únicas e, possivelmente, fazer inovações em reforma educacional.

AGRADECIMENTO

Agradecemos aos nossos colegas e alunos no RCLS e no laboratório principal do MDE, Southeast University, aos professores em escolas experimentais, MDE, CAST, LAMAP na França, Fundação GE, Fundação Li Ka Shing.

REFERÊNCIAS

- [1] Measuring Student Knowledge and Skills, OECD Program for International Student Assessment (PISA). Paris: OECD, 1999
- [2] Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8, National Academies Press, 2007
- [3] Wei, Y., Rowell, P. M. Teaching Guide of Inquiry-Based Science Education, Educational Science Press, 2005 (in Chinese)
- [4] “Learning by Doing” Science Education Program, issued by MOE and CAST, Aug. 2001 (in Chinese)
- [5] Harlen, W. Teaching, Learning and Assessing Science 5-12, 2006
- [6] Commission on Behavioral and Social Sciences and Education, National Research Council, How People Learn: Brain, Mind, Experience and School, National Academy Press, 2004
- [7] Prince, M. J., Felder, R. M. Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases, Journal of Engineering Education, April 2006
- [8] Content Standard of “Learning by Doing” Program (An Inquiry-Based Science Education Pilot Program for Kindergartens and Primary Schools), The People’s Education Press, 2007 (in Chinese)
- [9] Understanding the Brain: Towards a New Learning Science [R], Paris: OECD, 2002
- [10] Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science [R], Paris: OECD, 2007
- [11] IMBE: International Society of Mind, Brain and Education, first forum held in Vatican. Academy, 2003
- [12] Battro, A. M., Fisher, K. W., Lena, P. J. The educated brain-essays in neuroeducation [M]. Cambridge, Eng.: Cambridge University Press, 2008
- [13] Brain waves module2: Neuroscience: implication for education and lifelong learning [M]. Policy Document of The Royer Society (UK), 2011
- [14] Wieman, C. The Torturous Path from Research in Education and Neuroscience to Educational Policy, 2nd Annual Aspen Brain Forum Cognitive Neuroscience of Learning: Implications for Education, Sept 2011
- [15] Wei, Y. What 10 year’s practices of LBD tell us [M], Beijing, China Science and Technology Press, 2012
- [16] Wei, Y. The impacts of neuroeducation (Translational education) on inquiry-based science education. Peking University Education Review. 2011, 9(4), 97-117

[17] Outline of China's National Plan for Medium and Long-term Education Reform and Development (2010-2020), Ministry of Education, P. R. China

[18]. Dunbar, K. N. The biology of physics: The brain reveals about our understanding of the physical world. Physics Education Research Conference. Sabella, M., Henderson, C., Singh, Ch. (Eds). 2009

[19] Wan, X., Nakatani, H., Ueno, K., Asamizuya, T., Cheng, K., Tanaka, K. The neural basis of intuitive best next-move generation in board game experts, *Science*, 2011, 331(6015): 341-346

[20] Zhu, Y. Physics Concept of “Force and Motion” Learning, 2014, unpublished manuscript

[21] Gallen, N. S. A Primer on Learning: A Brief Introduction from the Neuroscience, Social Brain Conference, Barcelona, July 2004

[22] Contents Standard of “Learning by Doing” Science Education Program, Nov.2006, Beijing, People's Education Press (in Chinese)

[23] Yang, Y. K. Considering Students Empathy in Inquiry Based Science Education, 2010 Meeting of the EARLI SIG 22 (Neuroscience and Education), 2010, ETH Zurich, Switzerland.

[24]Wei, Y. Promoting Neuroeducation as a Trans-disciplinary Field, International Conference on Developing IBSE: The roles of assessment and the relationship with industry, Helsinki, Finland, 30 May – 1 June 2012



Membros Institucionais da Academia Brasileira de Ciências:



Apoio:



Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85761-45-5



9 788585 761455