

CRISE NO ENSINO DE CIÊNCIAS ?^{1*}

Gérard Fourez,

gerard.fourez@fundp.ac.be

Dept "Sciences, Philosophies, Sociétés"

Cellule EMSTES (Enseignement des Mathématiques et des Sciences,

Technologies, Ethiques, Société.

Facultés Universitaires de Namur

B 5000 Namur, Belgium

Resumo

Este trabalho propõe uma revisão crítica sobre os principais problemas enfrentados pelo ensino de ciência na atualidade. Ele realiza uma reflexão sobre os objetivos da educação científica e os desafios presentes na escola. As conclusões apontam para a necessidade de uma redefinição da ciência escolar e na forma de condução das atividades de ensino.

Abstract:

This work proposes a critical revision on the principal problems faced at the present time by the teaching of science. It accomplishes a reflection on the objectives of the scientific education and the present challenges in the school. The conclusions appear for the need of a new definition of school science and in the form of conduction of the teaching activities.

¹ Tradução de Carmem Cecília de Oliveira

* ARTIGOS SUBMETIDOS PARA O NÚMERO ESPECIAL DA REVISTA *Investigações em Ensino de ciências*

Introdução:

Há uns quinze anos, eu não ousaria dizer que o ensino de Ciências estava em crise. Contentava-me por dizer que era a minha opinião. Hoje quando todo mundo em meu país o afirma como evidente – desde os decanos das faculdades de ciências aos porta-vozes do patronato, passando pelo Ministro da Educação² - eu me sinto menos ridículo dizendo a mesma coisa. E, como os especialistas do O.C.D.E. dizem a mesma coisa³, creio que se pode razoavelmente afirmar que esta é a situação no mundo industrializado. Este artigo, entretanto, é marcado por seu lugar de origem: a Bélgica de língua francesa, com, em filigrana, a extrapolação - *mutatis mutandis* - ao mundo industrializado.

O que é menos fácil é dar uma interpretação a esta crise. Ou ainda conceituar

uma série de controvérsias que a cercam. Este artigo evidenciará como, em torno desta crise, gravitam atores que têm interesses às vezes conflitantes e alimentam controvérsias tanto sobre os objetivos quanto sobre os meios da educação nas ciências.

² Discurso do Reitor Boucher (Mons), *Le Soir* 24/9/97; Doyen Pierre Maurage (U.L.B.) *Le soir* 28/10/99 ; les doyens des facultés des Sciences belges francophones, *Le Soir* 25/6/98 ; K. Uytendaele de Fabrimétal, *Le Soir*, 25/2/00 ; Ministre Dupuis, *Le Soir*, 30/3/00 ; Ministre Kubla, *L'écho* 13.9/00 ; Ministre Dupuis, *Le Soir*, 13/9/00 ; Ministre Dupuis, *Le Soir*, 2/10/01.

³ Cf.: Black Paul & Atkin J. Myron (eds), *Changing the subject, innovations in science, mathematics and technology education*, OECD & Routledge, London, 1996 : “ Every country that participated in our international study is dissatisfied with the education of its students in science, mathematics or technology ” (p. 12).

Principais atores da crise do ensino de ciências no mundo industrializado

Entre os atores dominantes desta crise, eu cito: os alunos, os professores de ciências, os dirigentes da economia, os pais, os cidadãos (trabalhadores manuais ou outros), etc.

As posições dos **alunos** clarearam nestes últimos anos. O aumento de inscrições nas universidades de língua francesa da Bélgica mostra que eles rejeitaram as faculdades de ciências e até os ramos mais ligados à ação, mas com forte conteúdo científico (engenheiro, por exemplo). Não que os jovens subestimem a importância e o valor das ciências. Enquetes mostram que eles os consideram a maior parte do tempo como realizações humanas de primeira importância. Eles não se abalam muito pelos argumentos dos que imputam aos cientistas a bomba atômica, a poluição e outros males. Mas eles não estão preparados para se engajar em estudos científicos. Sua admiração pelos cientistas conduz os jovens a felicitá-los pelo seu maravilhoso trabalho, e nada mais...

Muitos pensam que – e esta é notadamente uma interessante análise produzida pelo O.C.D.E.⁴ – no centro da crise, haveria uma questão de sentido⁵. Os alunos teriam a impressão de que se quer obrigá-los a ver o mundo com os olhos de cientistas. Enquanto o que teria sentido para eles seria um ensino de Ciências que ajudasse a compreender o mundo deles. Isto não quer dizer, absolutamente, que gostariam de permanecer em seu pequeno

⁴ Cf. a obra citada, mais : Black Paul & Atkin Myron J. , “ A global Revolution in Science, Mathematics and Technology Education ”, *Education Week*, 1996, April 10, pp 1-8

⁵ Cf. em Black & al., in *Changing the subject* p. 35 : “ Content should be chosen which has greater meaning for the lives of (the) students ; most often (teachers) prefer content that relates to the real world ”

universo; mas, para que tenham sentido para eles os modelos científicos cujo estudo lhes é imposto, estes modelos deveriam permitir-lhes compreender a “sua” história e o “seu” mundo. Ou seja: os jovens prefeririam cursos de ciências que não sejam centrados sobre os interesses de outros (quer seja a comunidade de cientistas ou o mundo industrial), mas sobre os deles próprios.⁶ É, aliás, significativo, que eles se voltem massivamente em direção aos estudos superiores ligados ao social ou à psicologia, formações das quais eles esperam ajuda para melhor compreender e viver em seu mundo.

Perto do que fazia ainda minha geração, os jovens de hoje parece que não aceitam mais se engajar em um processo que se lhes quer impor sem que tenham sido antes convencidos de que esta via é interessante para eles ou para a sociedade. Isto vale para todos os cursos, mas talvez ainda mais para a abstração científica. Minha geração estava pronta a assinar em branco, sem ter certeza de que o desvio pela abstração nos forneceria alguma coisa. Muitos jovens de hoje pedem que lhes seja mostrado de início a importância – cultural, social, econômica ou outra – de fazer este desvio. Mas nós, seus professores, estamos prontos e somos capazes de lhes mostrar esta importância?

Vinculado a esta questão de sentido, pode-se já evocar o debate relativo à ligação das ciências e das tecnologias. Na Bélgica de língua francesa, os alunos – ao menos os da educação básica – têm um curso de ciências que não é uma formação para as tecnologias. Mais ainda, eles não recebem nenhuma formação para tecnologias. Apenas lhes é dito que sua formação científica servirá para compreender aquelas. Isto pode parecer um pouco rápido para

⁶ Cf. em Black & al., in *Changing the subject* p.62 : “ Learning is effective only when it starts from and builds on the ideas and perceptions that students carry with them to their studies ”.

alguns deles que não estão preparados para fazer o desvio pelas ciências se os seus professores não se mostram capazes de mostrar-lhes este sentido. Voltaremos mais tarde a este ponto.

O aumento recente do número de estudantes se lançando em carreiras científicas nestes últimos anos mostra que uma boa campanha publicitária e o argumento do emprego têm um efeito sobre nossos jovens. Todavia este sucesso obtido à força dispensa de pesquisar por que foram necessários estes argumentos externos para que os jovens fizessem esta escolha?

Os **professores de ciências** são duplamente atingidos. Inicialmente, como todos os professores, eles têm de se “virar” face à crise da escola e à perda de poder e de consideração de sua profissão. Eles também têm que enfrentar questões próprias aos professores de ciências. Pede-se a eles que mostrem efetivamente o sentido que pode haver no estudo de ciências para um jovem de hoje. Ora, a formação dos licenciados esteve mais centrada sobre o projeto de fazer deles técnicos de ciências do que de fazê-los educadores. Quando muito, acrescentou-se à sua formação de cientistas uma introdução à didática de sua disciplina⁷. Mas nossos licenciados em ciências, como nossos regentes de então⁸, quase não foram atingidos, quando de sua formação, por questões epistemológicas, históricas e sociais. Seus estudos não estão muito preocupados em introduzi-los nem à prática tecnológica, nem à maneira como ciências e tecnologias se favorecem, nem às tentativas interdisciplinares. Eles confundem freqüentemente tecnologia e aplicação das ciências ou a aplicação

⁷ Se consideramos o ditado “ Para ensinar a matemática a John, não basta conhecer a matemática, é necessário conhecer John” e acrescentando-se “E ser capaz de explicar por quê, para quem e em vista de quê se impõe a John esta aprendizagem”, avalia-se a que ponto a formação de licenciados em ciências pode ser deficiente em relação ao que se poderia esperar deles.

⁸ Na Bélgica, chamam-se “régents” os professores do ciclo secundário inferior(fundamental), os quais são geralmente detentores de um diploma de ensino superior não-universitário.

de um sistema experimental. Quanto à interdisciplinaridade, apenas raramente lhes ensinamos como fazer intervir, para resolver uma situação problemática, as disciplinas pertinentes, sejam elas de ciências naturais ou humanas. No melhor dos casos, eles praticaram a interdisciplinaridade, mas sem engajar uma reflexão sistemática a seu respeito. Muitos limitam, além disso, a noção de interdisciplinaridade ao cruzamento de disciplinas científicas escolares (física, química, biologia). Em resumo, sua formação fez, grosso modo, um impasse sobre a maior parte dos preceitos que permitiriam analisar o sentido de um trabalho científico. Há também uma defasagem entre a formação e as exigências da situação.

Não é de surpreender, em um tal contexto, que os professores de ciências se sintam tão desprovidos face à crise do ensino de sua disciplina, e que muitos entre eles se refugiem em sua disciplina.

Quanto aos **dirigentes de nosso mundo econômico e industrial**, eles lamentam muito ao ver diminuir o número de jovens que se engajam em carreiras com forte base científica. Os empresários se inquietam com a falta de engenheiros e outros cientistas. Suas associações se engajam em campanhas publicitárias. Eles quase não se incomodam com o detalhe, mas destacam a importância de dispor de cargos científicos e tecnológicos. O mundo industrial testemunha assim, que, se não se leva em conta os limites descritos pelas ciências e tecnologias, corre-se o risco de não mais produzir riquezas em quantidades suficientes para satisfazer nossas necessidades crescentes. Frequentemente, enquanto isso, o mundo industrial só vê as dimensões técnicas e econômicas deste problema de sociedade (as que a formação de engenheiros privilegia). Alguns estimam, além disso, que a crise das

profissões científicas provém principalmente do fato de a carreira de engenheiros não ser mais tão lucrativa, e minimizam as causas culturais do desinteresse constatado.

Muitos **pais de alunos**, preocupados com o emprego futuro de seus filhos, concordam fortemente com o ponto de vista do mundo econômico, embora uma análise mais apurada, em função dos meios sociais, fosse oportuna.

Se consideramos agora o conjunto de **cidadãos**, podemos nos perguntar onde eles se situam em relação às ciências e às tecnologias. Eles se sentem capazes de compreender a maneira como o cientista-técnico condiciona sua existência? Conseguem manter uma distância crítica suficiente em relação a ele, tal que eles possam negociar com as tecnologias e com as representações do mundo veiculadas pelas ciências?⁹. Ou, ao contrário, a maioria dos cidadãos é unicamente capaz de utilizar as receitas que lhe são dadas pelos especialistas? Eles não abandonam, do mesmo modo, toda perspectiva de ser algo diferente de executores de uma política e de uma visão tecnocrática? O que se faz hoje para formar cidadãos que participem inteligentemente em debates políticos sobre temas fortemente impregnados de questões científicas, como a eutanásia, a política energética, a atitude frente aos drogados, etc.?

Notemos, enfim, que, para a maior parte dos cidadãos, a única coisa que importa verdadeiramente é o desenvolvimento tecnológico. Se perguntamos na rua quais são os grandes avanços recentes das ciências, a resposta gira em torno de técnicas médicas, da conquista do espaço e da informática... todas

⁹ Fala-se de negociar com uma tecnologia ou com uma representação do mundo, quando se consegue construir um compromisso, adaptando-o a seus projetos que se adaptam a seus limites.

disciplinas que os cientistas classificariam mais como tecnológicas do que científicas.

Sobre algumas controvérsias ligadas à crise do ensino de ciências

Como pano de fundo desta evocação da crise do ensino de ciências, pode-se apontar diferentes controvérsias quanto a suas finalidades e seus métodos. A apresentação feita por mim não se pretende isenta de preconceito: ela veicula uma representação da crise sobre a qual o leitor deverá se situar. Cada uma das controvérsias é exposta aqui sob a forma de uma polarização. Esta metodologia, evidentemente contestável, tem a vantagem e o inconveniente de caricaturar bem o debate. Face aos ângulos da caricatura, é preciso lembrar que, na prática, os professores conseguem freqüentemente construir excelentes acordos em torno do que parece impossível de conciliar no discurso. Aliás, as polaridades expostas aqui abaixo não são praticamente nunca adotadas sob sua forma extrema. Mas elas estruturam os discursos de justificação de boa parte das práticas de ensino.

- Quantidade de matéria versus qualidade da formação

Esta polarização aparece sobretudo quando os professores discutem programas a estabelecer ou a ensinar. Para alguns – e estes são às vezes os que são muito atentos ao sentido do ensino – o importante é que os alunos conheçam bastante os resultados científicos que lhes permitam compreender a unidade do mundo que nos cerca. Assim, pode-se estimar que não compreender o funcionamento de uma fossa séptica ou o sistema da digestão, ou as propriedades dos desentupidores de sanitários, ou a produção de energia

pelo sol, ou a teoria da evolução, ou o princípio do fax, etc, são falhas significativas em uma sociedade como a nossa. De tal posição resulta uma tendência a acusar os programas. A isso outros respondem que, de qualquer maneira, os alunos não conhecerão jamais tudo o que poderia ser útil para sua inserção em um mundo técnico-científico. Vem daí a posição que considera preferível ver a fundo alguns elementos, de modo a bem adquirir os métodos e as atitudes; aos quais se acrescentará uma sólida formação à prática da transferência de modelos e de intervenções de um contexto a outro. Mas se aceitará no aluno grandes lacunas de conhecimentos, desde que ele se documente sobre pontos precisos quando isso for necessário. A tensão entre estas duas perspectivas se exprime bastante bem nos termos de um dilema que se diz vir da China: “O que vale mais: dar um peixe ou ensinar a pescar?” Mas é preciso saber que só se aprende a pescar pegando peixes (mesmo que a aprendizagem da pesca não se limite a esta prática). Só se aprende um método científico estudando questões particulares. Resulta que certos professores são mais polarizados quanto aos resultados a ensinar, e outros quanto aos métodos¹⁰. Além disso, alguns programas¹⁰ contêm um acúmulo de matérias por camadas históricas, já que os criadores destes programas mostram dificuldade para abandonar tal conteúdo ou tal modelo. Do ponto de vista dos alunos, estes programas parecem ao mesmo tempo difíceis e ultrapassados.

. Alfabetização científica e técnica, versus as proezas científicas

Esta polarização concerne às finalidades do ensino de ciências. A problemática pode se manifestar pelo exame dos valores promovidos pelos concursos do gênero “juventudes científicas”¹¹. Efetivamente, este tipo de

¹⁰ Reconheçamos que, por trás destes temas pedagógicos, perfilam-se também interesses profissionais. Se é necessário ensinar muitos resultados, pode-se talvez legitimar a demanda de mais horas de cursos em que se deve sobretudo ensinar um método e uma atitude (ainda que isto não seja evidente).

¹¹ Estas são associações que se desenvolveram há uns quarenta anos, visando a promover as ciências, notadamente no contexto do Sputnik e da corrida para a Lua.

concurso pode privilegiar seja a capacidade para utilizar os saberes das disciplinas a fim de enfrentar situações da existência (o que às vezes é chamado de ponto de vista “cidadão”), seja a proeza científica (isto é, a capacidade de responder a questões difíceis, ancoradas na perspectiva de uma disciplina). Cada uma destas perspectivas tem sua importância. A primeira visa sobretudo à formação, à inserção e à capacidade criativa do cidadão na sociedade. A seu respeito fala-se seguidamente de alfabetização científica e técnica. A segunda privilegia a formação de especialistas e tem seu lugar sobretudo à margem das especializações escolares dos que decidiram fazer uma carreira em que ciências e tecnologias estão envolvidas.

Os cursos de ciências que visam à formação de cientistas se ramificam em física, química, biologia. Os que visam à formação cidadã (e talvez a da maioria dos jovens), falam de ambiente, de poluição, de tecnologia, de medicina, de conquista espacial, da história do universo e dos seres vivos, etc. São duas orientações diferentes.

A perspectiva da alfabetização científica¹² pode-se expressar em termos de finalidades humanistas, sociais e econômicas.

. *Os objetivos humanistas* visam à capacidade de se situar em um universo técnico-científico e de poder utilizar as ciências para decodificar seu mundo, o qual se torna então menos misterioso (ou menos mistificador). Trata-se ao mesmo tempo de poder manter sua autonomia crítica na nossa sociedade e familiarizar-se com as grandes idéias provenientes das ciências. Resumindo, trata-se de poder participar da cultura do nosso tempo.

. *Os objetivos ligados ao social*: diminuir as desigualdades produzidas pela falta de compreensão das tecno-ciências, ajudar as pessoas a

¹² □ Cf. *Alphabétisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences* G. FOUREZ, en coll. V. ENGLEBERT-LECOMTE, D. GROOTAERS, Ph. MATHY, F. TILMAN, De Boek Université, Bruxelles 219 p., 1994.

se organizar e dar-lhes os meios para participar de debates democráticos que exigem conhecimentos e um senso crítico (pensamos na energia, na droga ou nos organismos geneticamente modificados). Em suma, o que está em jogo é uma certa autonomia na nossa sociedade técnico-científica e uma diminuição das desigualdades.

. *Os objetivos ligados ao econômico e ao político:* participar da produção de nosso mundo industrializado e do reforço de nosso potencial tecnológico e econômico. A isto se acrescenta a promoção de vocações científicas e/ou tecnológicas, necessárias à produção de riquezas.

Desta maneira, pode-se destacar as diferenças entre duas perspectivas freqüentemente opostas, mas complementares: a que visa à formação do cidadão e a que visa à preparação de especialistas.

Entretanto, não é garantido que a melhor maneira de obter muitas vocações científicas seja centrar sobre as disciplinas. Pode-se, com efeito, suspeitar que os cursos de ciências centrados muito cedo nas especialidades não motivam tantos jovens para uma carreira científica. Alguns entre eles, de fato, experimentam um déficit de sentido quando se quer deste modo embarcá-los no mundo dos cientistas. E há um problema evidente na formação dos professores: ela nem sempre os ajudou a poder mostrar como a visão dos cientistas não é necessariamente um fim em si, mas uma mediação para melhor decodificar o mundo e dele participar. Resumindo, a maneira de fazer funcionar a complementaridade entre estas duas abordagens ainda está por ser encontrada. De qualquer modo, quanto às finalidades, a tensão existe entre os que vêem a Alfabetização Científica e Técnica de todos como objetivo primeiro e os que preferem visar com prioridade à formação dos futuros cientistas. Entretanto, alguns se perguntam se a melhor maneira de alcançar este último objetivo não é dar a prioridade ao primeiro: se é dado a muitos o

sentido do que se pode fazer com as ciências, as vocações científicas poderiam se desenvolver.

. Uma alfabetização C. & T. individual ou coletiva¹³

Uma tensão aparece também quando se trata de ver se é o indivíduo ou uma coletividade que se quer capacitar para se “virar” no nosso mundo técnico-científico. A tradição de nosso ensino pensa espontaneamente em educar o indivíduo. É geralmente desta forma que a escola espera fazer de cada aluno um cidadão. Concretamente, todavia, nunca é inteiramente só que se afronta a realidade, mas também em grupo, em comunidade humana, em sociedade organizada. Assim, a competência de um laboratório de pesquisa não corresponde à soma das competências individuais, mas à maneira como estas se articulam e se completam. De modo semelhante, se faz sentido dizer que tal aluno tem uma representação da alimentação no café da manhã, de forma a poder administrar suas decisões sobre isto, também faz sentido dizer que uma classe adquiriu uma cultura compartilhada sobre este ponto, de maneira que seus alunos podem discutir sobre isto, sensatamente. Então, o sujeito da alfabetização científica não é mais o indivíduo isolado, mas o grupo. Da mesma forma, uma coletividade local pode ser “alfabetizada” em relação à construção de uma indústria poluidora, ou em relação a uma política frente às drogas. Isto significa que foi instaurada nesta comunidade uma cultura (formada de saber, saber-fazer e saber-ser) permitindo uma discussão pertinente da situação. Nestas condições, um debate democrático torna-se possível.

É importante, então, na perspectiva que acabamos de evocar, distinguir a alfabetização científica e técnica individual e coletiva. A escola, classicamente, só considera a primeira. Contudo, em uma perspectiva de

¹³ Cf. Wolff-Michael ROTH, “ Scientific literacy as an emergent feature of collective human praxis ” In *Journal of Curriculum Studies* : preprint : <http://www.educ.uvic.ca/faculty/mroth/PREPRINTS/OPED105.pdf>

sociedade, é a segunda a mais significativa. É ela que visa a que a diversidade das competências em um grupo consiga se escutar mutuamente e instaurar uma cultura de comunicação como de deliberação que integre nos debates de sociedade o que tanto os especialistas cientistas quanto os diversos usuários têm a oferecer.

Se a escola se preocupasse mais com a alfabetização científica e técnica dos indivíduos e dos grupos, ela trataria de proporcionar aos alunos a experiência de ter participado de uma coletividade praticando um debate. Ter vivido, desta forma, tal experiência, confere uma competência da qual se pode preparar explicitamente a transferência para outras situações. Assim, um grupo alfabetizado cientificamente e tecnicamente em relação a uma família de situações pode se tornar consciente de que aquilo que a competência (chamada às vezes de *knowhow*) adquire, em relação a este conjunto de situações pode ser transferido para um outro. Por exemplo, tendo adquirido uma cultura relativa à alimentação no café da manhã, os alunos podem se tornar confiantes de que poderiam praticar uma operação semelhante frente aos meios de transporte de sua cidade. E assim por diante.

Há, portanto, em relação à alfabetização científica e técnica, uma polarização entre duas atitudes educativas: a que promove a formação do indivíduo e reforça o seu poder, e a que visa a fortificar a cultura cidadã das coletividades. Uma não anda sem a outra, mas pode-se perguntar se ocorre com frequência que um ensinamento seja pensado com o objetivo de criar uma cultura de grupo que capacite uma coletividade para deliberar mecanismos sociais e políticas de decisões científicas e técnicas (ou outros tipos de decisões que implicam ciências ou tecnologias).

. Ciências de situações e materiais puros ou ciências de todos os dias

À questão de saber se será privilegiada a alfabetização científica ou a perspectiva das profissões científicas, vincula-se a dos materiais de experiências e de situações estudadas¹⁴. Serão privilegiados os materiais e os aparelhos que se pode comprar na loja de quinquilharias ou na drogaria da esquina ou os dos fornecedores de laboratórios? A química ensinada, por exemplo, será sobretudo a das substâncias puras (que se adquire em um fornecedor especializado) ou a de todos os dias (que se encontra em casa e na cozinha)? O ensino será ligado às situações correntes ou às de laboratório? Tudo sem, por isso, negligenciar a importância das substâncias puras e das situações de laboratório. Partir-se-á da realidade vivida cotidianamente ou daquela que os cientistas já conceituaram?

. Ensino das ciências e meios sociais

As ciências veiculam uma maneira de teorizar o mundo que as situa diferentemente segundo as classes sociais. Os dirigentes de empresas não se enganam quando reivindicam sólidas formações científicas e destacam que a importância destas disciplinas reside especialmente na aprendizagem de uma realidade dura e inexorável. Esta capacidade de objetivação do mundo e de considerá-lo fora de seu contexto afetivo e social sem dúvida origina ao mesmo tempo a força da burguesia burguesa e a do pensamento científico¹⁵. Não é por nada, talvez, que há um ar de parentesco entre o discurso de um ministro das finanças anunciando novos impostos e o do professor de matemática introduzindo seu curso. Ambos falam do rigor dos números e das lógicas implacáveis, aos quais é preciso se curvar.

¹⁴ § Van Berkel, B., A conceptual structure of the chemistry curriculum. Dissertation (en preparation). Van Berkel, B., W. de Vos, A.H. Verdonk and A. Pilot (1999) Normal science education and its dangers - the case of school chemistry, SC&ED (accepted for publication).

¹⁵ As ciências “desencantam” o mundo, ao separar os objetos da sua história e do tecido relacional e afetivo que lhes dá uma alma. De maneira similar, a burguesia comerciante considera os objetos segundo um equivalente monetário. Sobre este assunto, ver: G. Fourez, *La construction des sciences*, Ed. De Boeck Université, Bruxelles, 4^e éd., 2001, ch. 6.

Eu não me deterei aqui a analisar o papel ideológico das matemáticas e das ciências na nossa sociedade tecnocrática, mas gostaria de dizer algumas palavras sobre a posição dos alunos de diversas classes sociais face a estas disciplinas.

Parece-me que dois eixos devem ser destacados. O primeiro está ligado à distinção entre os ramos científicos e literários. O segundo concerne à relação entre a cultura científica e a cultura popular.

Um aluno vindo de uma classe social pouco privilegiada tem geralmente a impressão de ter, quanto às disciplinas ditas literárias, relações ambíguas. A língua francesa e os outros ramos do mesmo gênero parecem-lhe o lugar dos privilégios culturais. Há freqüentemente o sentimento de que as regras do jogo lhe escapam. As filhas e os filhos dos que possuem estes bens culturais aprendem em casa toda uma série de competências que quase não se ensina em aula – até mesmo são proclamadas não-ensináveis¹⁶. É o mesmo caso para algumas competências relativas às ciências que são bastante gerais ou que exigem o estabelecimento de relações (como o bom uso dos especialistas, a redação de um relatório, a negociação da precisão, a prática interdisciplinar, etc.). Para os filhos de uma família pouco favorecida culturalmente (a menos que eles sejam excepcionalmente brilhantes), este universo de competências gerais é percebido como o dos “outros”, dificilmente acessível e freqüentemente injusto. O mundo das matemáticas e das ciências lhes aparece facilmente como mais justo, mais claro, e até mais honesto. Lá, ao menos, os dados não parecem viciados, e as regras, se se consegue apreendê-las, são bem claramente definidas. Tem-se menos a negociar face a um problema de física bem colocado do que face a uma dissertação a redigir. Todavia, insistir sobre esta “honestidade” das ciências

¹⁶ Pode-se, a este respeito, analisar os significados dos discursos que julgam não-ensináveis as competências transferíveis ou gerais como “ter o bom uso dos especialistas”, “saber construir modelos simples”, etc.

tem seu lado perverso: pois as separamos então das competências transferíveis necessárias para ultrapassar o ponto de vista do técnico executor. Resulta que as ciências aparecem como mais abordáveis que a literatura, da qual se dirá de bom grado que é só uma tagarelice.

Desta maneira e indo na direção oposta às considerações precedentes, o mundo dos cientistas, com sua lógica implacável, está bem distanciado da cultura popular. A aculturação nas matemáticas e ciências não é fácil para os meios em que os valores afetivos são importantes. Estas disciplinas são, efetivamente, marcadas por uma perspectiva de domínio e de gestão racional do mundo. Elas aparecem facilmente como frias e, por isso, empurram o estudante de origem popular para fora de seu meio. Se, além disso, a união da teorização com as finalidades concretas não é bem clara, o mundo científico parece ao mundo popular como um universo com caráter desumano e tendo um grande déficit de sentido, ainda que continue fascinante e mais “honesto” que o mundo da literatura.

Ao aceitar estas análises, a didática das ciências deveria considerar – bem mais do que ela faz atualmente – diferenças de abordagens ligadas às diversas posições sociais e aos aspectos exteriores que se ligam a ele. Pedindo para abstrair (ou seja, para esquecer as particularidades de uma situação) não se pede a mesma ação cultural para a filha de um operário e a de um diretor de fábrica. Isto gera também uma controvérsia entre os professores de ciências. Há aqueles para quem o importante é ensinar as ciências, e ponto final. E aqueles para quem a sua tarefa de educadores leva-os a falar com os alunos que vivem, quanto às ciências e às matemáticas, tensões sociais e afetivas.

- Possibilidade de formar para competências bastante amplas

Quando se está mais interessado pela alfabetização científica ou pela formação nos métodos do que pela acumulação de resultados, rapidamente se é levado a se interrogar sobre a maneira de formar para competências bastante gerais, tais como: “saber construir uma representação clara (um “modelo”) de uma situação concreta”; “saber utilizar os especialistas”; “saber cruzar, para compreender uma situação, conhecimentos padronizados das ciências e das abordagens singulares de usuários”; “saber quando vale a pena aprofundar uma questão e quando é melhor se contentar – ao menos provisoriamente – com uma representação mais simples”; “saber avaliar o nível de rigor com o qual convém abordar uma situação precisa”; “saber o bom uso das linguagens e dos saberes padronizados”; “saber utilizar os saberes estabelecidos para esclarecer uma decisão ou um debate”; “saber testar a representação que se tem de uma situação, confrontando-a tanto à experiência quanto aos modelos teóricos”, etc. Uma polarização existe sobre estas competências, alguns as considerando como um objeto de ensino, outros não.

Há praticamente unanimidade entre os especialistas das ciências da educação ao considerar que tais competências não são aprendidas de um modo geral, mas sim partindo de casos e contextos particulares, modelando-as e transferindo-as em seguida a uma família mais extensa de situações. Aprendem-se estas competências gerais praticando-as sob orientação de alguém que as domine e que tenha delas uma representação que permita discernir as lacunas e guiar a aprendizagem.

Para perceber que estas competências podem ser ensinadas, pode-se partir do fato de que, geralmente, é possível que encontremos indicadores de que elas não são adquiridas (mesmo se, freqüentemente, de início, só raramente somos capazes de conceituar estes indicadores). Desta forma, não temos muita dificuldade para ver que alguém não adquiriu o bom uso dos

especialistas – mas nos é mais difícil dizer o porquê. Ou: nós podemos ver que alguém não consegue alcançar um nível de rigor adequado para a situação que se quer representar.

Uma vez percebido que nós possuímos implicitamente alguns indicadores do domínio de tais competências, torna-se possível ver que entre ensinar estas competências e outras, mais clássicas, como “resolver uma equação do segundo grau”, as diferenças não são essenciais. Isto porque, antes que se consiga formalizar o que a resolução das equações do segundo grau implica, o ensino a este respeito pode parecer tão desfocado que se assemelhe à competência “ter o bom uso dos especialistas” antes que esta tenha sido conceituada.

Resta então que a controvérsia continua aberta entre os que sustentam que estas competências que se aplicam às maiores famílias de situações não podem ser ensinadas e os que julgam que elas podem, ainda que com mais dificuldade, já que não se dispõe de uma tradição didática a respeito delas.

Notemos, concluindo sobre este ponto, que, com freqüência, a tese da “não-ensinabilidade” destas competências gerais tem conseqüências sociais. Ela conduz praticamente a considerar que os alunos devem adquirir estas competências sozinhos, ou a esperar que sejam formadas sobre estes pontos em família – posições profundamente elitistas... Desta forma, se não se ensina na escola como organizar o seu trabalho (ou como se utiliza um computador, ou como se consulta um especialista), os alunos que provêm de famílias em que isto é ensinado serão profundamente privilegiados.

- Lugar do teórico e da experimentação

Perguntar a um grupo de professores de ciências se eles são a princípio teóricos ou experimentais desencadeia em geral uma resposta clara que

ressalta o caráter experimental do caminhar científico. Várias razões fortificam esta posição. Inicialmente, há o papel decisivo da experiência na intervenção: é ela, em última instância, que deve fazer aceitar ou rejeitar um modelo científico¹⁷. Em seguida, este chamado à autoridade da experiência é destinado a “fechar o bico” de outras autoridades, especialmente letrados ou religiosos. Enfim, o elo da experimentação com o trabalho manual é mais valorizado entre os professores que se vangloriam freqüentemente de se situar politicamente mais à esquerda.

Contudo, esta valorização – legítima – da experiência pode mascarar o caráter abstrato, concebido e teórico das ciências. Depois de tudo, o que o cientista pesquisa primeiro não é uma habilidade treinada, mas a construção de encenações de nossas situações. Trata-se de inventar (de criar!) representações das quais se espera que – como um mapa rodoviário – possam ocupar o lugar do real nas discussões. Quando se dispõe de representações “adequadas” (que podem ser equações, leis, modelos, descrições, mapas, plantas, teorias, etc., dos quais se dirá que explicam o real) e se sabe utilizá-las, torna-se possível e sensato discutir a partir mais da representação do que da situação (como se discute um itinerário a partir do mapa e não explorando o terreno). O objetivo das práticas científicas não é, portanto, o de fazer experiências, mas o de construir e saber se servir de representações adequadas, testadas e padronizadas das situações em que agimos. E, quando uma representação funciona mal, as ciências procuram construir uma outra que eles colocarão à prova experimentando-a (ou seja: eles a testarão) para ver até que ponto estas representações abstratas permitem agir no concreto. No centro das práticas científicas, há esta pesquisa de um modelo que poderá ocupar o lugar da

¹⁷ Mas mesmo sobre este ponto, hoje se reconhece que a experiência jamais fala dela mesma, ela deve sempre ser interpretada, ou seja, submetida a um tratamento teórico.

situação que se estuda. Porque não há nada de mais concreto e de mais prático¹⁸ que uma teoria adequada (como nada de mais eficaz que um bom mapa). Há também uma relação dialética entre a teoria e a experiência, entre a teoria e a prática¹⁹.

Enquanto isso, a maior parte dos testes que um cientista realiza na sua prática não é experimental, mas teórica: é primeiro confrontando seu modelo com outros, bem estabelecidos, que o pesquisador o testa. Em outras palavras, antes de testar experimentalmente um modelo, examina-se se ele é teoricamente plausível.

Mas é preciso ir mais longe e se interrogar sobre o que há por trás do termo “experiências”. Trata-se inicialmente de protocolos fortemente formalizados ou de ensaios? No primeiro caso, a insistência se dirigirá sobre a precisão formal e as hipóteses claras a testar; no segundo, trata-se mais de ensaios e o aspecto heurístico é mais desenvolvido. Os dois pólos são seguramente necessários na formação, mas sem dúvida aquele que é o mais desenvolvido na vida corrente e na pesquisa científica é o dos ensaios. E, entretanto, poucos manuais de ciências apresentam os **ensaios** culinários como uma maneira de praticar a experimentação científica. Este termo é, muito seguidamente, reservado às experiências que têm menos relação com a vida cotidiana. Alguns pensam que isto é uma pena.

. Lugar das tecnologias

Hoje, quando se fala de objetivos e do sentido do ensino de ciências, geralmente se faz também referência às tecnologias. Contudo, em muitos sistemas de ensino de países industrializados – e especialmente na

¹⁸ Os biólogos e mesmo os químicos são às vezes menos conscientes que os físicos do caráter teorizador e modelador das ciências.

¹⁹ Quando os alunos não vêem que fazer ciências é teorizar, torna-se difícil, para eles, obter uma metacognição plausível de sua prática.

Comunidade Francesa da Bélgica – não há praticamente nenhuma formação séria em tecnologias. O ensino de ciências limita-se às ciências naturais, aquelas cujos objetos são supostamente “naturais”. As ciências, diz-se então, estudam a “natureza” (mas evita-se seguidamente com cuidado precisar o que envolve esta palavra). É nesta perspectiva que os objetos das ciências são definidos eliminando tudo o que faz referência ao humano e às finalidades humanas: são as ciências naturais.

Ora, o mundo dos alunos não é absolutamente este “mundo natural”. Eles vivem em uma tecno-natureza. O que a princípio faz sentido para eles, não é o mundo desencarnado dos cientistas, mas a natureza tal como ela existe no seio de um universo de finalidades. Isto a que são confrontados os alunos são situações em que tecnologias e natureza estão articuladas, em um universo de finalidades.

Como os cursos de ciências abordam este universo? A ideologia dominante dos professores é que as tecnologias são aplicações das ciências. Quando as tecnologias são assim apresentadas, é como se uma vez compreendidas as ciências, as tecnologias seguissem automaticamente. E isto apesar de que, na maior parte do tempo, a construção de uma tecnologia implica em considerações sociais, econômicas e culturais que vão muito além de uma aplicação das ciências. A compreensão desta implicação do social na construção das tecnologias torna possível um estudo crítico destas, como o fazem os trabalhos de avaliação social das tecnologias (technology assessment). Uma formação para a negociação com as tecnologias deve tornar os alunos capazes de analisar os efeitos organizacionais de uma tecnologia (por exemplo, os da aparição de um fax em um serviço, de um forno de microondas em uma família, ou de uma torre de mais de 400m de altura em Nova Iorque).

Em torno destas considerações se projeta um debate a realizar sobre o lugar a ser dado, no ensino secundário, a uma formação para a representação e gestão das tecnologias.

Quando e como se ensina aos alunos a representar o mundo não “natural”, mas tecno-natural, aquele onde eles vivem concretamente? Como mostrar-lhes que as representações das disciplinas científicas podem ajudá-los a decodificar este mundo, que tem para eles significações diretas? Mas como também mostrar-lhes a distância que há entre o objeto técnico descrito por uma disciplina científica e a tecnologia com toda a sua complexidade social, cultural, política e econômica (complexidade que faz com que a tecnologia nunca seja socialmente neutra, visto que ela gera e supõe uma organização social).

Não é em torno de questões deste tipo que funciona também a questão do sentido, de que muitos dizem criar problemas no ensino das disciplinas científicas? Conseguimos mostrar suficientemente aos alunos que a encenação do mundo pelos físicos, químicos, biólogos, geólogos e outros é inadequada para compreender o mundo tecnológico na sua dinâmica global? Entretanto, assim como constatava o vice-presidente da Associação do Commonwealth dos professores de ciências, tecnologias e matemática²⁰: “Para ser eficaz, o programa deve estar relacionado com a experiência cotidiana do aprendiz e deve então ser pertinente e útil no contexto local e regional²¹. Em contrapartida, “a idéia de que as ciências, a tecnologia e as matemáticas, mas sobretudo as ciências, são disciplinas sem contato com a realidade (...)”

²⁰ Kabir Shaikh, “Tour d’horizon mondial de l’enseignement des sciences, de la technologie et des mathématiques” in *Connexion, UNESCO*, vol. XXV, n°3-4, 2000, p. 2.

²¹ Não se trata entretanto de convidar os alunos a continuar no mundo deles (ou seja, nas suas representações espontâneas - ou condicionadas), mas de fazê-los perceber que o desvio pelas representações padronizadas das ciências é interessante.

dissuade numerosos grupos de aprendizes de escolher uma destas disciplinas e de prosseguir o estudo desta”.

Ciências construídas a partir de uma objetividade de cientista ou de um projeto humano: vários sentidos para a noção de representação²²

Um outro debate relativo ao ensino de ciências concerne à visão epistemológica que se tem de sua construção. Isto faz considerar duas maneiras de pensar a noção de representação. A primeira julga que uma representação é como uma imagem exata do real: seu espelho. Dizer que uma representação é verdadeira é, portanto, afirmar que ela reflete bem a realidade. Mas pode-se também falar de uma representação como da construção humana que, em certos debates, pode ocupar o lugar de uma situação. Nesta segunda maneira de ver, a representação não é absolutamente o espelho da realidade; ela é como um “mapa”. É um artefato humano, é uma técnica, é uma encenação em função de objetivos. No primeiro caso, a representação-reflexo funciona independentemente de qualquer finalidade humana. No segundo, trata-se de uma encenação feita por humanos, para humanos em função de objetivos.

Esta dualidade de visões se reflete na concepção que se tem das finalidades do ensino de ciências. Para alguns, elas devem ser ensinadas porque são – ao menos provisoriamente – as melhores representações do mundo que temos. A idéia subjacente é que há uma verdade sobre o mundo que se deve procurar, encontrar e ensinar. Este modo de ver está ligado às filosofias científicas nas quais as ciências asseguram um pouco a continuidade das religiões para garantir uma base sólida à ordem social. O marxismo, aliás, é marcado por esta tendência, na medida em que sua pretensão a uma análise

²² Cf. IBARRA Andoni & MORMANN Thomas: “Theories as representations”, in: *Pozman Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, 1997, vol. 61, pp. 58-87

científica da história parece às vezes com a pretensão a deter dela a única verdade. Face a esta maneira de ver, uma outra perspectiva considera as ciências como construções de representações sempre ligadas a um contexto e a uma finalidade. Deste ponto de vista, não se falará mais de uma verdade global a encontrar, mas sim de construir: uma encenação de situações, em função de projetos a executar. Não é mais o caso de uma representação única do verdadeiro, mas sim de uma multiplicidade de concepção e de modelização possíveis da mesma situação que se trata de encenar.

Do ponto de vista didático, de um lado pede-se ao aluno que adquira a única verdade, que existe independentemente de qualquer ponto de vista, de qualquer finalidade, e de todo projeto do sujeito. A ciência parece com uma religião que se impõe. Do outro lado, trata-se de construir ou de se apropriar das representações. As ciências têm o aspecto de um processo de invenção e de criatividade realizada pelos humanos e para os humanos. Para retomar a comparação dos mapas, a primeira perspectiva procuraria o “verdadeiro” mapa de um território enquanto que a segunda consideraria uma multiplicidade de mapas que podem ser todos válidos, mesmo se – em função de interesses específicos – uns pudessem ser mais interessantes do que outros²³.

. A transferência e os limites das leis, dos modelos, das abordagens e dos instrumentos

Alguns professores de áreas técnicas insistem para que os alunos só utilizem um instrumento para os objetivos em vista dos quais ele foi construído. Não há então nenhuma valorização de seu uso com uma outra finalidade ou em um outro contexto, seguido a uma atitude inventiva que

²³ Sem esquecer que a padronização de uma representação científica faz parte ao mesmo tempo de seu interesse/sua importância e é uma razão de impor aos alunos certas “modelações” mais que outras. As práticas científicas não visam somente à invenção de representações eficazes, mas também de representações bem testadas e bem comunicáveis porque bem padronizadas.

tenha aberto novas possibilidades. Estes professores não se dão conta de que os melhores técnicos são os que conseguem trabalhar adequadamente em quaisquer condições²⁴ (assim como fazem, às vezes com virtuosismo, os mecânicos de *Touring Secours*).

Na mesma inspiração, certos professores de ciências não aceitam que se adapte um modelo a um outro contexto: eles acusam esta prática de transferência de falta de rigor. A isto, outros replicam – sobre boas bases históricas – que a maior parte dos desenvolvimentos científicos foi provocada por tal transferência. Surge daí a controvérsia entre os que gostariam que os alunos aceitassem inteiramente as normas de rigor de cada disciplina e os que julgam mais importante ensiná-los a transferir modelos, métodos, conceitos e caminhos – correndo o risco, às vezes, de perder alguma coisa do ponto de vista do rigor formal. Uma outra forma da mesma controvérsia se exprimirá no dilema: “É preciso se limitar ao ensino das disciplinas ou deve-se ultrapassar as fronteiras disciplinares?”

. Formação de professores de ciências

O conteúdo da formação inicial dos professores de ciências também é objeto de um debate. Se há consenso quanto à importância de um sólido conhecimento da disciplina²⁵, se há um amplo acordo para a formação em didática, as posições são divergentes quanto à utilidade de uma formação em epistemologia em história das ciências e nas abordagens interdisciplinares face às situações complexas ou às questões fundamentais provocadas pelos modelos científicos. Tendo em vista a mínima parte em acordo com estas abordagens, as universidades não parecem lhes dar muita importância. Talvez haja uma ligação entre esta posição de fato das universidades e a impressão

²⁴ Nota da tradução: No original, “faire flèche de tout bois”.

²⁵ Ainda que, sob este rótulo, se esconda uma multiplicidade de bagagens intelectuais.

que têm não poucos alunos de que há um déficit de sentido em seus cursos de ciências.

. Adaptar-se ao pequeno mundo do aluno ou abrir-lhe um mundo mais amplo

Quando se defende a tese de que os cursos de ciências devem tornar os alunos capazes de ler o seu mundo, fica-se facilmente exposto à censura por deixá-los em sua bolha e sua pequena sociedade, enquanto que seria necessário, ao contrário, abri-los a todo o universo, à grande sociedade, e a uma cientificidade que resiste aos efeitos ideológicos! É, de fato, difícil negar que, com frequência, os jovens se isolam no oásis de seu pequeno mundo, por medo de se confrontar com os conflitos de nossa sociedade. Eles ficam então à mercê da ideologia dominante (que é geralmente um misto da ideologia espontânea dos dominantes e a dos dominados, misto arranjado de modo que a reprodução social se faça). É por isso, dirão alguns, que não é preciso procurar muito para ver o que tem sentido para o aluno, mas é necessário convidá-lo a entrar no universo das ciências, as quais resistem aos efeitos da ideologia dominante (sempre esperando que elas não engendrem demasiadas ideologias tecnocráticas).

Outros, entretanto, responderão que este universo científico tem pouca pertinência se ele não permite se confrontar com o mundo no qual nós vivemos. Ou, em outras palavras, se é verdade que não há nada de mais prático que uma boa teoria, ainda é necessário que ela seja boa, ou seja, ela permita ler nosso mundo: o mesmo onde nós vivemos. Não se trata, portanto, de ficar “mundinho do aluno”, adaptando-se a ele, mas sim de construir um ensino de ciências e de tecnologias que se articule com este mundo e consiga analisá-lo.

A respeito destas reflexões sobre a abertura a um mundo mais vasto que o “pequeno” mundo dos alunos, convém lembrar o que foi dito acima quanto à diferença de posição das classes populares e das classes privilegiadas em relação a esta questão.

. Ensino das disciplinas científicas e introdução às abordagens interdisciplinares

Na prática, para se representar adequadamente uma situação concreta, é raro que baste uma só disciplina²⁶. Este pode ser o caso no quadro limitado de um laboratório ou em uma sala de operação, ou ainda quando se trata de montar o sistema elétrico de uma peça (entretanto, mesmo neste caso “simples”, o problema implica geralmente em questões de segurança, de estética, de contabilidade, etc.). Em uma situação menos visada, contudo, como o isolamento térmico de uma habitação ou a compra de um carro, é necessário chamar diversas disciplinas para se dar uma representação pertinente do que se passa.

É assim que nos acontece freqüentemente de fazer interdisciplinaridade como M. Jourdain fazia prosa. Aliás, a interdisciplinaridade não é o desdém das disciplinas mas, ao contrário, a utilização destas para esclarecer uma situação. Daí a questão seguidamente debatida entre professores de ciências: vai-se ensinar aos alunos como conduzir abordagens interdisciplinares, ou vai-

²⁶ Sobre a interdisciplinaridade, cf. FOUREZ G., “Fondements épistémologiques pour l’interdisciplinarité” in Lenoir Y., Rey B. & Fazenda I. eds., *Les fondements de l’interdisciplinarité dans la formation à l’enseignement*, Ed. du CRP, Sherbrooke, 2001 ; FOUREZ G., “Interdisciplinarité et îlots de rationalité” in *Revue Canadienne de l’enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, vol. 1, n°3, juillet 2001 ; Maingain A., Dufour B. & Fourez G.: *Approches didactiques de l’interdisciplinarité*, Ed. Deboeck Univ., Un vol., Bruxelles, 2001 (sous presse) ; ROEGIERS, Xavier: *Une pédagogie de l’intégration*, De Boeck Univ., Bruxelles, 2000, 305 pp.

se limitar a ensinar-lhes as disciplinas? Para os defensores da primeira opção, começar cedo as práticas interdisciplinares é fundamental para que os alunos percebam como as disciplinas encontram seu sentido, fornecendo uma abordagem parcial mas rigorosa das situações estudadas. Em contrapartida, os que pensam que é preciso se ater a uma abordagem disciplinar restrita destacam a importância que pode ter a aquisição de bases sólidas em ciências antes de abordar problemas complexos.

Conclusão e resumo

O objetivo deste artigo era mostrar algumas artimanhas relativas ao ensino de ciências. Admitindo-se, como o faz hoje a maioria, que há crise, ele esboçou uma lista de grupo de atores ligados a esta tensão social. O conteúdo de diversos conflitos, tensões ou controvérsias foi em seguida desenvolvido. Emerge uma imagem do ensino de ciências bem mais complexa do que a que aparece na maioria dos cursos de didática destas disciplinas. Daí, uma questão final: não seria a hora de a universidade e as escolas superiores formarem professores de ciências para a análise das implicações sociais do ensino de suas disciplinas?

Enfim, pode ser bom lembrar que a noção de “crise” em caracteres chineses se escreve unindo dois ideogramas: o que significa “perigo” e o que significa “possibilidade” ou “oportunidade”. Pode-se aplicar esta maneira de escrever à crise do ensino de ciências...