

Crise no Ensino de Ciências?

Crisis in science teaching?

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

FOUREZ, G.: 'Crise no Ensino de Ciências?'. Investigações em Ensino de Ciências, 8(2), ago. 2003.

Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol8/n2/v8_n2_a1.html

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.

Palavras-chave: ensino de ciências; principais problemas; redefinição da ciência escolar; atividades de ensino de ciências

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.

Keywords: science teaching; main problems; redefining school science; science teaching activities

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 Educação[2] - eu me sinto menos ridículo dizendo a mesma coisa. E, como os especialistas do O.C.D.E. dizem a mesma coisa[3], 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.

Principais fatores 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...

48 Muitos pensam que – e esta é notadamente uma interessante análise produzida pelo O.C.D.E.[4] –
 49 no centro da crise, haveria uma questão de sentido[5]. Os alunos teriam a impressão de que se quer
 50 obrigá-los a ver o mundo com os olhos de cientistas. Enquanto o que teria sentido para eles seria um
 51 ensino de Ciências que ajudasse a compreender o mundo deles. Isto não quer dizer, absolutamente, que
 52 gostariam de permanecer em seu pequeno universo; mas, para que tenham sentido para eles os modelos
 53 científicos cujo estudo lhes é imposto, estes modelos deveriam permitir-lhes compreender a “sua” história
 54 e o “seu” mundo. Ou seja: os jovens prefeririam cursos de ciências que não sejam centrados sobre os
 55 interesses de outros (quer seja a comunidade de cientistas ou o mundo industrial), mas sobre os deles
 56 próprios[6]. É, aliás, significativo, que eles se voltem massivamente em direção aos estudos superiores
 57 ligados ao social ou à psicologia, formações das quais eles esperam ajuda para melhor compreender e viver
 58 em seu mundo.

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

66 Vinculado a esta questão de sentido, pode-se já evocar o debate relativo à ligação das ciências e das
 67 tecnologias. Na Bélgica de língua francesa, os alunos – ao menos os da educação básica – têm um curso de
 68 ciências que não é uma formação para as tecnologias. Mais ainda, eles não recebem nenhuma formação
 69 para tecnologias. Apenas lhes é dito que sua formação científica servirá para compreender aquelas. Isto
 70 pode parecer um pouco rápido para alguns deles que não estão preparados para fazer o desvio pelas
 71 ciências se os seus professores não se mostram capazes de mostrar-lhes este sentido. Voltaremos mais
 72 tarde a este ponto.

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

77 Os **professores de ciências** são duplamente atingidos. Inicialmente, como todos os professores,
 78 eles têm de se “virar” face à crise da escola e à perda de poder e de consideração de sua profissão. Eles
 79 também têm que enfrentar questões próprias aos professores de ciências. Pede-se a eles que mostrem
 80 efetivamente o sentido que pode haver no estudo de ciências para um jovem de hoje. Ora, a formação dos
 81 licenciados esteve mais centrada sobre o projeto de fazer deles técnicos de ciências do que de fazê-los
 82 educadores. Quando muito, acrescentou-se à sua formação de cientistas uma introdução à didática de sua
 83 disciplina[7]. Mas nossos licenciados em ciências, como nossos regentes de então[8], quase não foram
 84 atingidos, quando de sua formação, por questões epistemológicas, históricas e sociais. Seus estudos não
 85 estão muito preocupados em introduzi-los nem à prática tecnológica, nem à maneira como ciências e
 86 tecnologias se favorecem, nem às tentativas interdisciplinares. Eles confundem freqüentemente tecnologia
 87 e aplicação das ciências ou a aplicação de um sistema experimental. Quanto à interdisciplinaridade, apenas
 88 raramente lhes ensinamos como fazer intervir, para resolver uma situação problemática, as disciplinas
 89 pertinentes, sejam elas de ciências naturais ou humanas. No melhor dos casos, eles praticaram a
 90 interdisciplinaridade, mas sem engajar uma reflexão sistemática a seu respeito. Muitos limitam, além disso,
 91 a noção de interdisciplinaridade ao cruzamento de disciplinas científicas escolares (física, química,
 92 biologia). Em resumo, sua formação fez, grosso modo, um impasse sobre a maior parte dos preceitos que
 93 permitiriam analisar o sentido de um trabalho científico. Há também uma defasagem entre a formação e as
 94 exigências da situação.

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

97 Quanto aos **dirigentes de nosso mundo econômico e industrial**, eles lamentam muito ao ver
 98 diminuir o número de jovens que se engajam em carreiras com forte base científica. Os empresários se

99 inquietam com a falta de engenheiros e outros cientistas. Suas associações se engajam em campanhas
 100 publicitárias. Eles quase não se incomodam com o detalhe, mas destacam a importância de dispor de
 101 cargos científicos e tecnológicos. O mundo industrial testemunha assim, que, se não se leva em conta os
 102 limites descritos pelas ciências e tecnologias, corre-se o risco de não mais produzir riquezas em
 103 quantidades suficientes para satisfazer nossas necessidades crescentes. Frequentemente, enquanto isso, o
 104 mundo industrial só vê as dimensões técnicas e econômicas deste problema de sociedade (as que a
 105 formação de engenheiros privilegia). Alguns estimam, além disso, que a crise das profissões científicas
 106 provém principalmente do fato de a carreira de engenheiros não ser mais tão lucrativa, e minimizam as
 107 causas culturais do desinteresse constatado.

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

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

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

124 **Sobre algumas controvérsias ligadas à crise do ensino de ciências**

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

134 **Quantidade de matéria versus qualidade da formação**

135 Esta polarização aparece sobretudo quando os professores discutem programas a estabelecer ou a
 136 ensinar. Para alguns – e estes são às vezes os que são muito atentos ao sentido do ensino – o importante é
 137 que os alunos conheçam bastante os resultados científicos que lhes permitam compreender a unidade do
 138 mundo que nos cerca. Assim, pode-se estimar que não compreender o funcionamento de uma fossa
 139 séptica ou o sistema da digestão, ou as propriedades dos desentupidores de sanitários, ou a produção de
 140 energia pelo sol, ou a teoria da evolução, ou o princípio do fax, etc, são falhas significativas em uma
 141 sociedade como a nossa. De tal posição resulta uma tendência a acusar os programas. A isso outros
 142 respondem que, de qualquer maneira, os alunos não conhecerão jamais tudo o que poderia ser útil para sua
 143 inserção em um mundo técnico-científico. Vem daí a posição que considera preferível ver a fundo alguns
 144 elementos, de modo a bem adquirir os métodos e as atitudes; aos quais se acrescentará uma sólida
 145 formação à prática da transferência de modelos e de intervenções de um contexto a outro. Mas se aceitará
 146 no aluno grandes lacunas de conhecimentos, desde que ele se documente sobre pontos precisos quando
 147 isso for necessário. A tensão entre estas duas perspectivas se exprime bastante bem nos termos de um
 148 dilema que se diz vir da China: “O que vale mais: dar um peixe ou ensinar a pescar?” Mas é preciso saber
 149 que só se aprende a pescar pegando peixes (mesmo que a aprendizagem da pesca não se limite a esta

150 prática). Só se aprende um método científico estudando questões particulares. Resulta que certos
 151 professores são mais polarizados quanto aos resultados a ensinar, e outros quanto aos métodos[10]. Além
 152 disso, alguns programas contêm um acúmulo de matérias por camadas históricas, já que os criadores
 153 destes programas mostram dificuldade para abandonar tal conteúdo ou tal modelo. Do ponto de vista dos
 154 alunos, estes programas parecem ao mesmo tempo difíceis e ultrapassados.

155 **Alfabetização científica e técnica, versus as proezas científicas**

156 Esta polarização concerne às finalidades do ensino de ciências. A problemática pode se manifestar
 157 pelo exame dos valores promovidos pelos concursos do gênero “juventudes científicas”[11].
 158 Efetivamente, este tipo de concurso pode privilegiar seja a capacidade para utilizar os saberes das
 159 disciplinas a fim de enfrentar situações da existência (o que às vezes é chamado de ponto de vista
 160 “cidadão”), seja a proeza científica (isto é, a capacidade de responder a questões difíceis, ancoradas na
 161 perspectiva de uma disciplina). Cada uma destas perspectivas tem sua importância. A primeira visa
 162 sobretudo à formação, à inserção e à capacidade criativa do cidadão na sociedade. A seu respeito fala-se
 163 seguidamente de alfabetização científica e técnica. A segunda privilegia a formação de especialistas e tem
 164 seu lugar sobretudo à margem das especializações escolares dos que decidiram fazer uma carreira em que
 165 ciências e tecnologias estão envolvidas.

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

170 A perspectiva da alfabetização científica[12] pode-se expressar em termos de finalidades
 171 humanistas, sociais e econômicas.

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

177 Os *objetivos ligados ao social*: diminuir as desigualdades produzidas pela falta de compreensão das
 178 tecno-ciências, ajudar as pessoas a se organizar e dar-lhes os meios para participar de debates democráticos
 179 que exigem conhecimentos e um senso crítico (pensamos na energia, na droga ou nos organismos
 180 geneticamente modificados). Em suma, o que está em jogo é uma certa autonomia na nossa sociedade
 181 técnico-científica e uma diminuição das desigualdades.

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

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

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

199 **Uma alfabetização C. & T. individual ou coletiva**[\[13\]](#)

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

215 É importante, então, na perspectiva que acabamos de evocar, distinguir a alfabetização científica e
 216 técnica individual e coletiva. A escola, classicamente, só considera a primeira. Contudo, em uma
 217 perspectiva de sociedade, é a segunda a mais significativa. É ela que visa a que a diversidade das
 218 competências em um grupo consiga se escutar mutuamente e instaurar uma cultura de comunicação como
 219 de deliberação que integre nos debates de sociedade o que tanto os especialistas cientistas quanto os
 220 diversos usuários têm a oferecer.

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

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

 236 **Ciências de situações e materiais puros ou ciências de todos os dias**

237 À questão de saber se será privilegiada a alfabetização científica ou a perspectiva das profissões
 238 científicas, vincula-se a dos materiais de experiências e de situações estudadas[\[14\]](#). Serão privilegiados os
 239 materiais e os aparelhos que se pode comprar na loja de quinilharias ou na drogaria da esquina ou os dos
 240 fornecedores de laboratórios? A química ensinada, por exemplo, será sobretudo a das substâncias puras
 241 (que se adquire em um fornecedor especializado) ou a de todos os dias (que se encontra em casa e na
 242 cozinha)? O ensino será ligado às situações correntes ou às de laboratório? Tudo sem, por isso,
 243 negligenciar a importância das substâncias puras e das situações de laboratório. Partir-se-á da realidade
 244 vivida cotidianamente ou daquela que os cientistas já conceituaram?

 245 **Ensino das ciências e meios sociais**

246 As ciências veiculam uma maneira de teorizar o mundo que as situa diferentemente segundo as
 247 classes sociais. Os dirigentes de empresas não se enganam quando reivindicam sólidas formações
 248 científicas e destacam que a importância destas disciplinas reside especialmente na aprendizagem de uma

249 realidade dura e inexorável. Esta capacidade de objetivação do mundo e de considerá-lo fora de seu
 250 contexto afetivo e social sem dúvida origina ao mesmo tempo a força da burguesia burguesa e a do
 251 pensamento científico[15]. Não é por nada, talvez, que há um ar de parentesco entre o discurso de um
 252 ministro das finanças anunciando novos impostos e o do professor de matemática introduzindo seu curso.
 253 Ambos falam do rigor dos números e das lógicas implacáveis, aos quais é preciso se curvar.

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

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

259 Um aluno vindo de uma classe social pouco privilegiada tem geralmente a impressão de ter, quanto
 260 às disciplinas ditas literárias, relações ambíguas. A língua francesa e os outros ramos do mesmo gênero
 261 parecem-lhe o lugar dos privilégios culturais. Há freqüentemente o sentimento de que as regras do jogo lhe
 262 escapam. As filhas e os filhos dos que possuem estes bens culturais aprendem em casa toda uma série de
 263 competências que quase não se ensina em aula – até mesmo são proclamadas não-ensináveis[16]. É o
 264 mesmo caso para algumas competências relativas às ciências que são bastante gerais ou que exigem o
 265 estabelecimento de relações (como o bom uso dos especialistas, a redação de um relatório, a negociação da
 266 precisão, a prática interdisciplinar, etc.). Para os filhos de uma família pouco favorecida culturalmente (a
 267 menos que eles sejam excepcionalmente brilhantes), este universo de competências gerais é percebido
 268 como o dos “outros”, dificilmente acessível e freqüentemente injusto. O mundo das matemáticas e das
 269 ciências lhes aparece facilmente como mais justo, mais claro, e até mais honesto. Lá, ao menos, os dados
 270 não parecem viciados, e as regras, se se consegue apreendê-las, são bem claramente definidas. Tem-se
 271 menos a negociar face a um problema de física bem colocado do que face a uma dissertação a redigir.
 272 Todavia, insistir sobre esta “honestidade” das ciências tem seu lado perverso: pois as separamos então das
 273 competências transferíveis necessárias para ultrapassar o ponto de vista do técnico executor. Resulta que as
 274 ciências aparecem como mais abordáveis que a literatura, da qual se dirá de bom grado que é só uma
 275 tagarelice.

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

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

291 Possibilidade de formar para competências bastante amplas

292 Quando se está mais interessado pela alfabetização científica ou pela formação nos métodos do
 293 que pela acumulação de resultados, rapidamente se é levado a se interrogar sobre a maneira de formar para
 294 competências bastante gerais, tais como: “saber construir uma representação clara (um “modelo”) de uma
 295 situação concreta”; “saber utilizar os especialistas”; “saber cruzar, para compreender uma situação,
 296 conhecimentos padronizados das ciências e das abordagens singulares de usuários”; “saber quando vale a
 297 pena aprofundar uma questão e quando é melhor se contentar – ao menos provisoriamente – com uma
 298 representação mais simples”; “saber avaliar o nível de rigor com o qual convém abordar uma situação
 299 precisa”; “saber o bom uso das linguagens e dos saberes padronizados”; “saber utilizar os saberes

300 estabelecidos para esclarecer uma decisão ou um debate”; “saber testar a representação que se tem de uma
 301 situação, confrontando-a tanto à experiência quanto aos modelos teóricos”, etc. Uma polarização existe
 302 sobre estas competências, alguns as considerando como um objeto de ensino, outros não.

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

308 Para perceber que estas competências podem ser ensinadas, pode-se partir do fato de que,
 309 geralmente, é possível que encontremos indicadores de que elas não são adquiridas (mesmo se,
 310 freqüentemente, de início, só raramente somos capazes de conceituar estes indicadores). Desta forma, não
 311 temos muita dificuldade para ver que alguém não adquiriu o bom uso dos especialistas – mas nos é mais
 312 difícil dizer o porquê. Ou: nós podemos ver que alguém não consegue alcançar um nível de rigor
 313 adequado para a situação que se quer representar.

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

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

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

329 **Lugar do teórico e da experimentação**

330 Perguntar a um grupo de professores de ciências se eles são a princípio teóricos ou experimentais
 331 desencadeia em geral uma resposta clara que ressalta o caráter experimental do caminhar científico. Várias
 332 razões fortificam esta posição. Inicialmente, há o papel decisivo da experiência na intervenção: é ela, em
 333 última instância, que deve fazer aceitar ou rejeitar um modelo científico [17]. Em seguida, este chamado à
 334 autoridade da experiência é destinado a “fechar o bico” de outras autoridades, especialmente letrados ou
 335 religiosos. Enfim, o elo da experimentação com o trabalho manual é mais valorizado entre os professores
 336 que se vangloriam freqüentemente de se situar politicamente mais à esquerda.

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

350 prático[18] que uma teoria adequada (como nada de mais eficaz que um bom mapa). Há também uma
 351 relação dialética entre a teoria e a experiência, entre a teoria e a prática[19].

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

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

364 **Lugar das tecnologias**

365 Hoje, quando se fala de objetivos e do sentido do ensino de ciências, geralmente se faz também
 366 referência às tecnologias. Contudo, em muitos sistemas de ensino de países industrializados – e
 367 especialmente na Comunidade Francesa da Bélgica – não há praticamente nenhuma formação séria em
 368 tecnologias. O ensino de ciências limita-se às ciências naturais, aquelas cujos objetos são supostamente
 369 “naturais”. As ciências, diz-se então, estudam a “natureza” (mas evita-se seguidamente com cuidado
 370 precisar o que envolve esta palavra). É nesta perspectiva que os objetos das ciências são definidos
 371 eliminando tudo o que faz referência ao humano e às finalidades humanas: são as ciências naturais.

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

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

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

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

394 Não é em torno de questões deste tipo que funciona também a questão do sentido, de que muitos
 395 dizem criar problemas no ensino das disciplinas científicas? Conseguimos mostrar suficientemente aos
 396 alunos que a encenação do mundo pelos físicos, químicos, biólogos, geólogos e outros é inadequada para
 397 compreender o mundo tecnológico na sua dinâmica global? Entretanto, assim como constatava o vice-
 398 presidente da Associação do Commonwealth dos professores de ciências, tecnologias e matemática[20] :
 399 “Para ser eficaz, o programa deve estar relacionado com a experiência cotidiana do aprendiz e deve então

400 ser pertinente e útil no contexto local e regional[21]. Em contrapartida, “a idéia de que as ciências, a
 401 tecnologia e as matemáticas, mas sobretudo as ciências, são disciplinas sem contato com a realidade (...)
 402 dissuade numerosos grupos de aprendizes de escolher uma destas disciplinas e de prosseguir o estudo
 403 desta”.

404 **Ciências construídas a partir de uma objetividade de cientista ou de um projeto humano: vários**
 405 **sentidos para a noção de representação**[22]

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

415 Esta dualidade de visões se reflete na concepção que se tem das finalidades do ensino de ciências.
 416 Para alguns, elas devem ser ensinadas porque são – ao menos provisoriamente – as melhores
 417 representações do mundo que temos. A idéia subjacente é que há uma verdade sobre o mundo que se deve
 418 procurar, encontrar e ensinar. Este modo de ver está ligado às filosofias científicas nas quais as ciências
 419 asseguram um pouco a continuidade das religiões para garantir uma base sólida à ordem social. O
 420 marxismo, aliás, é marcado por esta tendência, na medida em que sua pretensão a uma análise científica da
 421 história parece às vezes com a pretensão a deter dela a única verdade. Face a esta maneira de ver, uma
 422 outra perspectiva considera as ciências como construções de representações sempre ligadas a um contexto
 423 e a uma finalidade. Deste ponto de vista, não se falará mais de uma verdade global a encontrar, mas sim de
 424 construir: uma encenação de situações, em função de projetos a executar. Não é mais o caso de uma
 425 representação única do verdadeiro, mas sim de uma multiplicidade de concepção e de modelização
 426 possíveis da mesma situação que se trata de encenar.

427 Do ponto de vista didático, de um lado pede-se ao aluno que adquira a única verdade, que existe
 428 independentemente de qualquer ponto de vista, de qualquer finalidade, e de todo projeto do sujeito. A
 429 ciência parece com uma religião que se impõe. Do outro lado, trata-se de construir ou de se apropriar das
 430 representações. As ciências têm o aspecto de um processo de invenção e de criatividade realizada pelos
 431 humanos e para os humanos. Para retomar a comparação dos mapas, a primeira perspectiva procuraria o
 432 “verdadeiro” mapa de um território enquanto que a segunda consideraria uma multiplicidade de mapas
 433 que podem ser todos válidos, mesmo se – em função de interesses específicos – uns pudessem ser mais
 434 interessantes do que outros[23].

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

436 Alguns professores de áreas técnicas insistem para que os alunos só utilizem um instrumento para
 437 os objetivos em vista dos quais ele foi construído. Não há então nenhuma valorização de seu uso com uma
 438 outra finalidade ou em um outro contexto, seguido a uma atitude inventiva que tenha aberto novas
 439 possibilidades. Estes professores não se dão conta de que os melhores técnicos são os que conseguem
 440 trabalhar adequadamente em quaisquer condições[24] (assim como fazem, às vezes com virtuosismo, os
 441 mecânicos de Touring Secours).

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

450 **Formação de professores de ciências**

451 O conteúdo da formação inicial dos professores de ciências também é objeto de um debate. Se há
 452 consenso quanto à importância de um sólido conhecimento da disciplina[25], se há um amplo acordo para
 453 a formação em didática, as posições são divergentes quanto à utilidade de uma formação em epistemologia
 454 em história das ciências e nas abordagens interdisciplinares face às situações complexas ou às questões
 455 fundamentais provocadas pelos modelos científicos. Tendo em vista a mínima parte em acordo com estas
 456 abordagens, as universidades não parecem lhes dar muita importância. Talvez haja uma ligação entre esta
 457 posição de fato das universidades e a impressão que têm não poucos alunos de que há um déficit de
 458 sentido em seus cursos de ciências.

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

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

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

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

479 **Ensino das disciplinas científicas e introdução às abordagens interdisciplinares**

480 Na prática, para se representar adequadamente uma situação concreta, é raro que baste uma só
 481 disciplina[26]. Este pode ser o caso no quadro limitado de um laboratório ou em uma sala de operação, ou
 482 ainda quando se trata de montar o sistema elétrico de uma peça (entretanto, mesmo neste caso “simples”,
 483 o problema implica geralmente em questões de segurança, de estética, de contabilidade, etc.). Em uma
 484 situação menos visada, contudo, como o isolamento térmico de uma habitação ou a compra de um carro, é
 485 necessário chamar diversas disciplinas para se dar uma representação pertinente do que se passa.

486 É assim que nos acontece frequentemente de fazer interdisciplinaridade como M. Jourdain fazia
 487 prosa. Aliás, a interdisciplinaridade não é o desdém das disciplinas mas, ao contrário, a utilização destas
 488 para esclarecer uma situação. Daí a questão seguidamente debatida entre professores de ciências: vai-se
 489 ensinar aos alunos como conduzir abordagens interdisciplinares, ou vai-se limitar a ensinar-lhes as
 490 disciplinas? Para os defensores da primeira opção, começar cedo as práticas interdisciplinares é
 491 fundamental para que os alunos percebam como as disciplinas encontram seu sentido, fornecendo uma
 492 abordagem parcial mas rigorosa das situações estudadas. Em contrapartida, os que pensam que é preciso
 493 se ater a uma abordagem disciplinar restrita destacam a importância que pode ter a aquisição de bases
 494 sólidas em ciências antes de abordar problemas complexos.

495 **Conclusão e resumo**

496 O objetivo deste artigo era mostrar algumas artimanhas relativas ao ensino de ciências. Admitindo-
 497 se, como o faz hoje a maioria, que há crise, ele esboçou uma lista de grupo de atores ligados a esta tensão
 498 social. O conteúdo de diversos conflitos, tensões ou controvérsias foi em seguida desenvolvido. Emerge
 499 uma imagem do ensino de ciências bem mais complexa do que a que aparece na maioria dos cursos de

500 didática destas disciplinas. Daí, uma questão final: não seria a hora de a universidade e as escolas
 501 superiores formarem professores de ciências para a análise das implicações sociais do ensino de suas
 502 disciplinas?

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

506 **Referências bibliográficas**

507 Tradução de Carmen Cecília de Oliveira. [\(volta para o texto\)](#)

508 [2] Discurso do Reitor Boucher (Mons), Le Soir 24/9/97; Doyen Pierre Maurage (U.L.B.) Le soir
 509 28/10/99 ; les doyens des facultés des Sciences belges francophones, Le Soir 25/6/98 ; K. Uytendaele de
 510 Fabrimétal, Le Soir, 25/2/00 ; Ministre Dupuis, Le Soir, 30/3/00 ; Ministre Kubla, L'écho 13.9/00 ;
 511 Ministre Dupuis, Le Soir, 13/9/00 ; Ministre Dupuis, Le Soir, 2/10/01. [\(volta para o texto\)](#)

512 [3] Cf.: Black Paul & Atkin J. Myron (eds), Changing the subject, innovations in science, mathematics and
 513 technology education, OECD & Routledge, London, 1996 : “ Every country that participated in our
 514 international study is dissatisfied with the education of its students in science, mathematics or technology ”
 515 (p. 12). [\(volta para o texto\)](#)

516 [4] Cf. a obra citada, mais : Black Paul & Atkin Myron J. , “ A global Revolution in Science, Mathematics
 517 and Technology Education ”, Education Week, 1996, April 10, pp 1-8 [\(volta para o texto\)](#)

518 [5] Cf. em Black & al., in Changing the subject p. 35 : “ Content should be chosen which has greater
 519 meaning for the lives of (the) students ; most often (teachers) prefer content that relates to the real world ”
 520 [\(volta para o texto\)](#)

521 [6] Cf. em Black & al., in Changing the subject p.62 : “ Learning is effective only when it starts from and
 522 builds on the ideas and perceptions that students carry with them to their studies ”. [\(volta para o texto\)](#)

523 [7] Se consideramos o ditado “ Para ensinar a matemática a John, não basta conhecer a matemática, é
 524 necessário conhecer John” e acrescentando-se “E ser capaz de explicar por quê, para quem e em vista de
 525 quê se impõe a John esta aprendizagem”, avalia-se a que ponto a formação de licenciados em ciências
 526 pode ser deficiente em relação ao que se poderia esperar deles. [\(volta para o texto\)](#)

527 [8] Na Bélgica, chamam-se “régents” os professores do ciclo secundário inferior(fundamental), os quais
 528 são geralmente detentores de um diploma de ensino superior não-universitário. [\(volta para o texto\)](#)

529 [9] Fala-se de negociar com uma tecnologia ou com uma representação do mundo, quando se consegue
 530 construir um compromisso, adaptando-o a seus projetos que se adaptam a seus limites. [\(volta para o texto\)](#)

531 [10] Reconheçamos que, por trás destes temas pedagógicos, perfilam-se também interesses profissionais.
 532 Se é necessário ensinar muitos resultados, pode-se talvez legitimar a demanda de mais horas de cursos em
 533 que se deve sobretudo ensinar um método e uma atitude (ainda que isto não seja evidente). [\(volta para o](#)
 534 [texto\)](#)

535 [11] Estas são associações que se desenvolveram há uns quarenta anos, visando a promover as ciências,
 536 notadamente no contexto do Sputnik e da corrida para a Lua. [\(volta para o texto\)](#)

537 [12] Cf. Alphabétisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences G.
 538 FOUREZ, en coll. V. ENGLEBERT-LECOMTE, D. GROOTAERS, Ph. MATHY, F. TILMAN, De
 539 Boek Université, Bruxelles 219 p., 1994. [\(volta para o texto\)](#)

540 [13] Cf. Wolff-Michael ROTH, “ Scientific literacy as an emergent feature of collective human praxis ” In
 541 Journal of Curriculum Studies : preprint :
 542 <http://www.educ.uvic.ca/faculty/mroth/PREPRINTS/OPED105.pdf> [\(volta para o texto\)](#)

543 [14] \$ Van Berkel, B., A conceptual structure of the chemistry curriculum. Dissertation (en preparation).
 544 Van Berkel, B., W. de Vos, A.H. Verdonk and A. Pilot (1999) Normal science education and its dangers -
 545 the case of school chemistry, SC&ED (accepted for publication). [\(volta para o texto\)](#)

546 [15] As ciências “desencantam” o mundo, ao separar os objetos da sua história e do tecido relacional e
 547 afetivo que lhes dá uma alma. De maneira similar, a burguesia comerciante considera os objetos segundo
 548 um equivalente monetário. Sobre este assunto, ver: G. Fourez, La construction des sciences, Ed. De Boeck
 549 Université, Bruxelles, 4e éd., 2001, ch. 6. [\(volta para o texto\)](#)

550 [16] Pode-se, a este respeito, analisar os significados dos discursos que julgam não-ensináveis as
 551 competências transferíveis ou gerais como “ter o bom uso dos especialistas”, “saber construir modelos

552 simples”, etc. [\(volta para o texto\)](#)

553 [17] Mas mesmo sobre este ponto, hoje se reconhece que a experiência jamais fala dela mesma, ela deve
 554 sempre ser interpretada, ou seja, submetida a um tratamento teórico. [\(volta para o texto\)](#)

555 [18] Os biólogos e mesmo os químicos são às vezes menos conscientes que os físicos do caráter teorizador
 556 e modelador das ciências. [\(volta para o texto\)](#)

557 [19] Quando os alunos não vêem que fazer ciências é teorizar, torna-se difícil, para eles, obter uma
 558 metacognição plausível de sua prática. [\(volta para o texto\)](#)

559 [20] Kabir Shaikh, “Tour d’horizon mondial de l’enseignement des sciences, de la technologie et des
 560 mathématiques” in Connexion, UNESCO, vol. XXV, n°3-4, 2000, p. 2. [\(volta para o texto\)](#)

561 [21] Não se trata entretanto de convidar os alunos a continuar no mundo deles (ou seja, nas suas
 562 representações espontâneas - ou condicionadas), mas de fazê-los perceber que o desvio pelas
 563 representações padronizadas das ciências é interessante. [\(volta para o texto\)](#)

564 [22] Cf. IBARRA Andoni & MORMANN Thomas: “Theories as representations”, in: Pozman Studies
 565 in the Philosophy of the Sciences and the Humanities, 1997, vol. 61, pp. 58-87 [\(volta para o texto\)](#)

566 [23] Sem esquecer que a padronização de uma representação científica faz parte ao mesmo tempo de seu
 567 interesse/sua importância e é uma razão de impor aos alunos certas “modelações” mais que outras. As
 568 práticas científicas não visam somente à invenção de representações eficazes, mas também de
 569 representações bem testadas e bem comunicáveis porque bem padronizadas. [\(volta para o texto\)](#)

570 [24] Nota da tradução: No original, “faire flèche de tout bois”. [\(volta para o texto\)](#)

571 [25] Ainda que, sob este rótulo, se esconda uma multiplicidade de bagagens intelectuais. [\(volta para o](#)
 572 [texto\)](#)

573 [26] Sobre a interdisciplinaridade, cf. FOUREZ G., “Fondements épistémologiques pour
 574 l’interdisciplinarité” in Lenoir Y., Rey B.& Fazenda I. eds., Les fondements de l’interdisciplinarité dans la
 575 formation à l’enseignement, Ed. du CRP, Sherbrooke, 2001 ; FOUREZ G., “Interdisciplinarité et îlots de
 576 rationalité” in Revue Canadienne de l’enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies,
 577 vol. 1, n°3, juillet 2001 ; Maingain A., Dufour B. & Fourez G.: Approches didactiques de
 578 l’interdisciplinarité, Ed. Deboeck Univ., Un vol., Bruxelles, 2001 (sous presse) ; ROEGIERS, Xavier: Une
 579 pédagogie de l’intégration, De Boeck Univ., Bruxelles, 2000, 305 pp.[\(volta para o texto\)](#)