

ANNA MARIA PESSOA DE CARVALHO  
ANTÓNIO FRANCISCO CACHAPUZ  
DANIEL GIL-PÉREZ  
(ORGS.)

# O ENSINO DAS CIÊNCIAS COMO COMPROMISSO CIENTÍFICO E SOCIAL

OS CAMINHOS QUE PERCORREMOS

## CAPÍTULO 6

### De químico teórico a professor humanista: uma vida afortunada

*Andoni Garritz*

---

Vou aproveitar esta oportunidade de escrever sobre “O que aprendi sobre o ensino das ciências” para relatar a minha conversão de científico em professor humanista. Isto é, desde resolver sistemas de equações integro-diferenciais não lineares, passando pelo cultivar do conhecimento pedagógico do conteúdo químico, e a recorrer à história e à filosofia da ciência para oferecer aulas de melhor qualidade e fazer uma melhor investigação educativa. Embora, aos olhos dos meus colegas, eu tenha cometido uma barbaridade ao abandonar a área da química quântica, espero poder refletir o quanto feliz eu fui e continuo a ser enquanto puder continuar a encarnar o papel de professor e de investigador humanista. Antes disso, numa primeira fase, gostaria de fazer uma breve referência acerca das minhas raízes bascas.

## Origem

Fui o terceiro dos filhos de Alicia Ruiz (1914-2002; nascida em Bilbao, Biscaia) e de Jesús de Garriz (1911-1988; nascido em Pamplona, Navarra). O meu sobrenome é portanto Garriz, com acento tônico no “a” embora, na realidade, a letra “a” não leve qualquer acento ortográfico porque, segundo o que o meu pai me dizia: “na língua basca, não se usam acentos”. Ele que, por sua vez, foi um dos treze filhos de Julián Garriz Arregui (Pamplona, 1865-1932; neste caso, escrito sem “t”, que é uma questão que passarei a explicar mais à frente) e de Ana Martínez Ainzoin (Pamplona, 1870-1950). Na sequência da mortalidade sentida em finais do século XIX e início do século XX, dos doze irmãos que o meu pai tinha, acabaram por sobreviver apenas seis; porém aquele que mais influência teve na sua vida foi o meu tio Blas, quase vinte anos mais velho do que ele. Graças ao exemplo de Blas (nascido em 1892), que era restaurador de igrejas, Jesús (aliás, o meu pai) estudou na Escola de Artes e Ofícios de Pamplona. Não tardou muito em dedicar-se, ele também, ao polimento, ao revestimento de ouro, à aplicação de resina colorida, à emplumação e a agarrar-se ao pincel e à paleta para repintar quadros das paredes das igrejas. Posto isto, a arte está-me no sangue e quem sabe se não terá vindo daí o meu interesse em tornar-me, a uma certa altura da minha vida, um artista do ensino.

O Sr. Jesús foi um grande admirador do Sr. Sabino de Arana y Goiri, fundador do Partido Nacionalista Basco. No entanto, durante a Guerra Civil, o meu pai tomou o partido da República, pelo respeito que este tinha para com os nacionalismos, e foi repórter na frente de guerra. Ainda guardo lá em casa um apontamento dele, intitulado “O povo basco pela sua liberdade. Prossegue a forte ofensiva rebelde” que consta no diário *Euzkadi*, com data de 27 de abril de 1937, assinado “Jesús de Garriz”.<sup>1</sup> Foi detido e transferido para

---

1. Nesse diário, diz o meu pai: “A aviação amotinada bombardeia Gernika. Ontem, entre as seis e meia e as sete da tarde, a aviação partidária bombardeou barbaramente a localidade de

o estabelecimento prisional de El Dueso, em Santaña, Cantábria, condenado à morte, da qual conseguiu escapar pela feliz coincidência de ter havido uma troca entre os presos. Acabou por ser exilado para o México, onde chegou no barco "Sinaia", a 13 de junho de 1939. Já no que toca aos seus irmãos, cada qual teve um destino diferente. Blas ficou-se por Madrid; Antonio mudou-se para Comodoro Rivadavia, na Argentina; as minhas tias Ana e Joaquina foram emigrar para Caracas, na Venezuela; Aurelio ficou preso e acabou, posteriormente, por ficar em Logroño. E assim se separou toda a família, que o meu pai deixou de ver, para todo o sempre. As "maravilhas" das guerras...!

Por outro lado, devido a problemas familiares, a minha mãe foi logo viver em Santaña, na casa da sua tia Julia, que era casada com Julián Zugazagoitia, político, jornalista e escritor socialista espanhol exilado naquela cidade no tempo da ditadura de Primo de Rivera. Foram nascendo os seus cinco primos, os quais acabaram por serem uns autênticos irmãos para ela. Com o Sr. Julián, passou o tempo da guerra a trabalhar para o Ministério do Interior e, quando as coisas se complicaram, mandou-a para a embaixada espanhola em Bruxelas. "Zuga" teve um final nada feliz, cuja vida lhe foi roubada ao ser fuzilado no Cemitério del Este (tinha ele apenas 41 anos), depois de ter sido traído, em novembro de 1940, pelo General Franco, que se encontrava na altura em Paris. Nessa altura, a minha mãe já se encontrava no México, recém-casada e exilada; na companhia da esposa e dos filhos de Zugazagoitia.

Por isso, as minhas origens resultam do exílio mexicano de dois bascos (o meu pai considerava que Navarra era mais uma província basca). Como optou por se consagrar à pintura, principalmente de escudos de armas, tendo inclusive comprado uma enorme quantidade de obras sobre genealogia e heráldica, nunca chegou a amearhar gran-

---

Gernika, distante, como se sabe, da linha de fogo [...]. O povo de Gernika, Euzkadi, viu novamente cravada no seu solo, nos seus lares, a marca do fascismo criminal, plenamente empenhado em devastar as nossas gentes com as suas forças aéreas [...]"



des fortunas. Desses *hobbies* resultou a alteração do meu sobrenome, que passou de “Garriz” para “Garritz”, uma vez que a letra “t” tem a propriedade de dar o gentílico, de maneira que “Garritz” significa (natural) “de Garriz”, que é o nome de uma terra da Baixa Navarra (Basse-Navarre) francesa que, entretanto, desapareceu do mapa. E, etimologicamente, Garriz significa “Pedregal”, segundo o Dr. Gutierrez Tibón (1988). Assim, o meu nome em espanhol dá qualquer coisa como “António do Pedregal”.

Vivíamos num apartamento pequeno, na *calle de Artículo 123*, no Centro da Cidade do México, até eu me casar, no ano de 1971. Aliás, o terrível sismo de 19 de setembro de 1985 veio praticamente arrancar o nosso prédio depois de lhe ter caído em cima um poste de telefones da Cidade do México. O que valeu aos meus pais foi o fato de viverem no primeiro andar, tendo sido, entretanto, obrigados a abandonar o apartamento depois de terem vivido nele durante mais de quarenta anos. Lembro-me, com pavor, do resgate da biblioteca do meu pai, que eu e muitos dos meus colegas da Faculdade de Química da Unam (Universidade Nacional Autônoma do México) tínhamos feito num edifício agora totalmente destruído.

## Destino

O meu destino é ser mexicano. Diz a canção de Jorge Negrete: “México lindo e querido, se eu morrer longe de ti, que digam que estou adormecido e que me tragam até aqui.” Consigo perfeitamente falar o castelhano, como na Espanha, com os respectivos “os” (lhes; o(a)s senhore(a)s) e “vosotros” (vós; vocês), em vez do “les” e do “ustedes”, mais comum no México, e desfruto das minhas viagens por lá. Mas o México é a minha pátria querida e... como o México não há dois! “*Yo soy como el chile verde, Llorona, picante, pero sabroso*” (Trecho da música “La Llorona”, de Chavela Vargas: “*Eu sou como a pimenta verde, Llorona, picante, mas saborosa*”).

## A minha orientação para a Química e a Engenharia Química

Depois dos meus irmãos, Amaya (historiadora) e Josu (industrial e desportista), nasci eu, em setembro de 1948 na Cidade do México, apesar de o meu irmão Josu ter o hábito de se referir a mim como “o meu irmão mais velho...”, por eu ser mais calvo do que ele. Fiz o 1º ciclo do Ensino Básico no Instituto México, uma escola de maristas, o que só vem confirmar que os meus pais eram fielmente católicos. No instituto, ainda me tentaram orientar com vista a uma primeira possibilidade de vocação: o seminário. Por sorte minha, a minha mãe não concordou com o marista que lhe tinha feito essa proposta e encaminhou-me para as ciências. No entanto, o meu interesse por essa área e, em particular, pela Química, surgiu mais tarde, entre o 2ª e o 3ª ciclo, andava eu no Colégio Madrid — uma instituição educativa nascida do esforço dos exiliados espanhóis — para a qual ingressei quando fui para o 5º ano, altura em que o meu irmão havia sido expulso do Instituto. Foi aí que conheci o Sr. Eugénio Muñoz Mena, meu professor de Química, também ele exilado, autor de vários livros didáticos — sendo que me cabe aqui destacar aquele que se chama *Introdução ao estudo da Química*, pela influência que teve em vários professores mexicanos e espanhóis; também traduziu e deu o seu contributo na edição do livro de Devoré (1969) — que me marcaram para sempre com a beleza das reações químicas, com as suas alterações de cor, os seus vapores, os seus precipitados etc. Muñoz Mena tinha nascido em Valladolid em 1899, e começou a sua carreira na Química em Madrid como ajudante de Miguel Catalán, o qual era professor no Instituto Escola, acabando mais tarde por delegar essa responsabilidade a Muñoz Mena pela sua qualidade como docente (Giral, 1994, p. 130). Nas aulas de apresentação, tinha o hábito de dizer aos alunos: “Não sou nenhum gênio, mas sou ‘Eugénio’, ‘Muñoz Mena’, ao vosso dispor!” Um professor extraordinário...

A minha obsessão pela Química era tanta que me levava, por exemplo, a visitar, na década de 1960, a antiga Biblioteca Nacional no

centro da cidade. Lá, dedicava-me a copiar para um caderno as propriedades dos elementos químicos de uma enciclopédia.

Se há também outro docente do Colégio Madrid que me traz boas e gratas lembranças é “o avô”, Manuel *Álvarez Ugena* y Sánchez-Tembleque (1892-1976), que foi meu professor de matemática durante a Secundária, um professor magnífico, com quem aprendi e ganhei o gosto pela álgebra Superior, pela geometria analítica e pelo cálculo diferencial e integral, matérias que viriam a ser fundamentais posteriormente na minha carreira.

Na hora de decidir por que curso havia de enveredar, quando lhe pedi opinião sobre o de Química, respondeu-me qualquer coisa como: “os homens estudam para serem engenheiros químicos, ao passo que as mulheres tendem mais a formar-se na área da química e da química farmacêutico-biológica”. Foi então que voltei a visitar a Biblioteca Nacional na esperança de arranjar algum livro sobre Engenharia Química, tendo de lá saído com a ideia de que os engenheiros são aqueles que constroem e operam as instalações industriais para elaborar os produtos químicos, apesar de não ter percebido lá muito bem aquilo das “operações unitárias” nem aquilo da “transferência de matéria, calor e momento linear”. Dúvidas essas que deixaram de o ser na universidade, a partir de 1967.

O curso de Engenharia Química na Universidade Nacional Autónoma do México (Unam) compreendia numerosas unidades curriculares relacionadas com a Química — uma cadeira de Química Inorgânica, quatro de Química Analítica e cinco de Química Orgânica —, bem como diversas disciplinas de Matemática e Física, cinco de cada uma, o que proporcionava um certo equilíbrio às oito cadeiras de Engenharia Química. Apesar de tudo, considero que foi um curso fantástico, principalmente pelo corpo docente, que era de uma qualidade incontestável:

- as duas primeiras disciplinas — sobre balanços de matéria e energia — foram lecionadas pelo Sr. Alfonso Purón da Borbolla, outro professor excepcional que empregava lindamente a técnica de resolução de problemas;



- as duas seguintes — sobre transferência de momento linear e de calor — tive-as com Alejandro Anaya Durand, mais um professor notável com quem publiquei o meu primeiro artigo científico — a engenharia, melhor dizendo — graças à entrega pontual de uma tarefa em forma de um nomograma (Anaya e Garritz, 1971);
- gostei imenso das duas últimas, sobre reatores químicos, principalmente pelos professores Rodolfo Mora e Martín Hernández Luna, hoje bons amigos, e pelo seu conteúdo: finalmente, engenharia com reações químicas;
- outra cadeira igualmente excelente foi a de Engenharia de Processos, lecionada pelo diretor do respectivo departamento do Instituto Mexicano do Petróleo, Óscar Ruiz Carmona.

Em poucas palavras, acabei por me formar como cientista (químico) e como engenheiro, com disciplinas adicionais de Engenharia Mecânica, Engenharia Econômica, Resistência de Materiais, Desenho, entre outras. Foi-me conferido o grau acadêmico em dezembro de 1971, com uma tese intitulada *Algumas considerações sobre a ciência e a atividade científica no âmbito econômico*, para a qual contei com a participação de cinco amigos, em que estivemos a pesquisar sobre a corrente dita do “desenvolvimento e subdesenvolvimento na América Latina”, a ler livros de José Martí, André Gunder Frank, Raúl Prebisch, Theotonio dos Santos, Ruy Mauro Marini, José Carlos Mariátegui, Fernando Henrique Cardoso, Aníbal Quijano e Pablo González Casanova, entre outros. Resumidamente, à pequena dose de Engenharia Química juntaram-se muitas preocupações, o que reflete, sem sombra de dúvida, o fato de ter vivenciado o movimento estudantil e sofrido a repressão, a derrota e a prisão, ainda que tenha sido só por uns dias. A minha saída do “palácio negro de Lecumberri”, a 20 de setembro de 1968, foi a minha salvação para escapar ao massacre de Tlaltelolco, que ocorreu em 2 de outubro, graças à decisão dos meus pais em mandar-me para fora da cidade, cheinhos de medo porque lhes tinham acabado de pintar uma cruz vermelha na porta da casa.



Casei-me com a minha querida Diana Cruz Valverde basicamente um ano antes do meu exame profissional, em janeiro de 1971, aos meus 22 anos (tinha ela apenas 19 aninhos). Ela, sim, rumou pela Química. E, como tinha de pagar a renda do nosso novo apartamento na *calle de Pestalozzi*, lá tive eu de arregaçar as mangas e ir trabalhar, embora ainda me faltasse o último semestre do curso, que conclui no Departamento de Processos do Instituto Mexicano do Petróleo. Apesar de eu ainda não ser licenciado na altura, tive direito a um salário de “Chefe de Subseção Técnica”. Aí, dei por mim à frente de duas unidades industriais, a criogênica em Pajaritos (Veracruz) e a Refinaria de Tula (Hidalgo). Criei fortes laços de amizade com os engenheiros de lá, com o meu chefe Óscar Ruiz Carmona, o meu subchefe Alejandro Anaya Durand — ambos belíssimos professores, como já mencionei — José Luis Cano, Julián Castellanos, José Luis Herce e tantos outros. O meu trabalho fascinava-me, desde que não envolvesse nenhum cálculo repetido de uma bomba ou de um recipiente, mas antes mais criatividade, como foi o caso da instalação de aquecimento do petróleo para a refinaria.

Pouco tempo depois, nasceram os meus dois filhos: Andoni, em 1973, e Julián em 1975, quando estava a fazer os meus estudos pós-graduados. O mais novo nasceu precisamente quando do meu regresso da Suécia e da Noruega de um “Summer Institute” do “Quantum Chemistry Group” da Universidade de Uppsala, Suécia, comandado por *Per-Olov Löwdin*, outro professor excelente, onde ganhei o Hylleraas’ Award.<sup>2</sup>

## A minha orientação para a docência

A minha carreira docente no ensino universitário remonta a janeiro de 1971, depois de uma engenheira do Instituto Mexicano do Petró-

---

2. Prêmio em honra de Egil A. Hylleraas, um científico quântico norueguês que fez os primeiros cálculos do átomo de hélio. O prêmio consiste num diploma e em dois tomos com os seus melhores artigos, ainda que muitos estejam redigidos em alemão.

leo me ter convidado a dar uma das suas aulas de Engenharia Química II — balanço energético — na Unam. Tive boa aceitação junto aos discentes (não sei ao certo explicar o porquê), a quem não desagradou a ideia de ter aulas com outro professor. E até nem armaram nenhuma “cena”, tendo em conta que, na realidade, eu não tinha o direito de lecionar pelo fato de ainda não ser licenciado. Aí, comecei logo a sentir essa satisfação que só um professor conhece, ao ver aquele olhar de prazer e incredulidade de um aluno que tinha finalmente compreendido a matéria! No semestre seguinte, María Elena havia delegado a aula de Engenharia Química VI — destilação e processos de transferência de massa —, tendo-me encontrado como estudantes vários companheiros da minha própria geração, já com algumas disciplinas em atraso. Foi nessa altura que me dei conta, pela primeira vez, de que um professor é respeitado pelos seus conhecimentos e pela sua atitude firme, ainda que afetiva que tem para com os seus alunos. Desde então que tenho procurado atenuar os temas mais abstratos com uma pitada de humor, designadamente com anedotas e piadas, prendendo assim a atenção dos alunos e motivando-os.

Em setembro de 1971, fui contratado como “professor-assistente” por sugestão da minha prezada mestra Pilar Rius da Pola para preparar as compilações de problemas das duas primeiras aulas de Físico-química. Também ela é uma refugiada espanhola, natural de Tarancón (Cuenca), para a qual — quem diria — eu viria posteriormente a dirigir a tese de doutoramento em Educação, no ano de 2000, através de um protocolo entre a Universidad Anáhuac de México e a Universidad Complutense de Madrid, Espanha. Uma vez com o diploma na mão, isto em fevereiro de 1972, o meu contrato passou a conter a designação “professor contratado” de Físico-química II — termodinâmica — e atribuíram-me uma das grandes turmas daquela altura, ao estilo norte-americano, com 210 alunos, aos quais tinha de dar aulas no auditório — com uma capacidade para 250 pessoas/lugares sentados — tendo contado com o apoio de mais dois professores-assistentes. Repartíamos entre nós a turma em cinco grupos — um dos grupos ficava comigo e os meus colegas ficavam com dois grupos cada um

— para lhes dar aulas de resolução de problemas, depois das minhas “conferências magistrais”. No semestre seguinte, tocou-me desta vez lecionar duas cadeiras de termodinâmica, a Físico-química III, sobre os temas do equilíbrio físico e químico, a 238 estudantes, com o apoio de mais dois professores-assistentes. Essas conferências unidirecionais — sim, porque, a verdade seja dita, não havia maneira de interagir eficientemente com mais de 200 estudantes — fizeram de mim um professor unidirecional bastante eficiente. Nesses primeiros anos de docência, pude confirmar, pela primeira vez, que, tal como havia dito a mestra Rius (2011, p. 77):

no final da aula, pouco ou nada mudou; alguns abandonam a sala de aulas com algo em que pensar. Já, a outros, “*caiu-lhes a de vinte*” (expressão idiomática equivalente, em português, a “*cair a ficha*”),<sup>3</sup> construíram as suas próprias propostas, vislumbraram vertentes novas de acesso ao conhecimento: um modelo, um conceito, uma ideia, uma analogia alcançada, uma inquietude, um tema para refletir.

## Os tempos pós-licenciatura

Voltei rapidamente do Instituto para a Universidade (em fevereiro de 1972) com vista a realizar, primeiramente, estudos de mestrado e, posteriormente, de doutoramento. O que eu desejava era fazer um mestrado em Termodinâmica, mas como tinham acabado de chegar do estrangeiro três professores especializados em Química Quântica, acabei por escolher um deles, Jaime Keller Torres, para

---

3. Esta expressão, na minha opinião, é bastante mexicana, mas quem sabe se não terá outra origem. Prende-se com o fato de, antigamente, as cabines telefônicas funcionarem com moedas de “vinte centavos” (atualmente, com outra denominação). Assim que a chamada entrava, o telefone apanhava a dita moeda, o que dava a sensação de a ouvir a “cair” para dentro do aparelho. Quando “cai a (moeda) de vinte” significa que se compreendeu (algo que parecia confuso, inicialmente) em analogia ao fato de se poder finalmente estabelecer comunicação pelo telefone com a pessoa para quem se liga.



ser meu tutor. Com ele, concluí, passados dois anos, a minha tese de mestrado em Físico-química, em fevereiro de 1974, intitulada *Aplicações dos métodos estatísticos no cálculo de estados eletrônicos em átomos e matéria condensada*. Mais tarde, em agosto de 1977, concluí a tese de doutoramento em Ciências Químicas, sobre *A partição celular do espaço em dispersão múltipla. Modelo de átomo renormalizado para simular ferromagnetismo*. Esta tese, sim, assentava em temas de caráter quântico com muitos ingredientes de Física, como a teoria da relatividade, para a qual andei a resolver a equação relativista da mecânica quântica de Dirac para átomos pesados. Acontece que Keller era professor de Física na Faculdade, tendo-se formado na Universidade de Bristol, sob a orientação de John Michael Ziman, físico teórico e, mais tarde, filósofo da ciência, líder desde 1980 da corrente “Ciência e Sociedade”.

Aí, concluí a minha formação como científico, tendo-me assim tornado especialista em química quântica de átomos, moléculas e matéria condensada, esta última com recurso ao *muffin-tin type potential model* para cálculos de sólidos e materiais amorfos, e o cálculo de moléculas pelo método celular de dispersão múltipla com troca estatística, com o qual também fiz uma simulação do ferromagnetismo.

Comecei a publicar artigos com os meus alunos. Aliás, dois deles, Miguel Costas Basín e Alberto Vela Amieva, superaram-me rapidamente na qualidade de cientistas após completarem o seu doutoramento, os quais receberam inúmeros reconhecimentos de primeira linha. Um terceiro, Renato Lemus Casillas, também não tardou nada em superar-me ao transitar do curso de Engenharia Química Metalúrgica, passando pela estrutura eletrônica de pontes  $m$  — cloro molecular em dímeros metálicos —, cuja tese da licenciatura esteve sob a minha orientação, para os cálculos relativistas mecânico-quânticos em moléculas através da técnica de dispersão múltipla, tendo realizado a sua tese de mestrado comigo, até chegar finalmente ao doutoramento, dirigido sob a orientação de um investigador do Instituto de Investigações Nucleares, sobre o tema *Desenvolvimento de Métodos Algebráicos para a Descrição de Sistemas Moleculares*.



Prossigui com a química quântica até 1988, momento em que me foi conferida licença sabática com a duração de um ano na Universidade Autônoma Metropolitana, Unidade Iztapalapa, a convite de José Luis Gázquez Mateos, outro grande amigo da minha geração de engenheiros químicos renegados a quem nos ganhou a ciência sobre a engenharia. A minha mais recente publicação em torno destas noções remonta a 1992 (Méndez et al., 1992). De uma forma geral, torna-se pouco gratificante constatar que os autores ibero-americanos são pouco lidos nas revistas internacionais. Em química teórica passou das minhas expectativas. Os meus primeiros artigos não tiveram direito a mais do que uma ou duas citações, ao passo que o último foi referenciado trinta e uma vezes. Mas, não haja dúvida de que, de todos os meus artigos, o mais referenciado foi escrito com Joseph Berkowitz e David Streets, dois investigadores de Los Alamos National Laboratory dos Estados Unidos, que chegou às 89 citações. Posteriormente, a minha incursão na investigação educativa veio confirmar as minhas lastimáveis suspeitas: nós, autores de expressão hispano-americana, somos muito pouco lidos.

## Escrever um livro?

Já era eu professor na Unam, apresentou-se-me a oportunidade de escrever um livro, quando o editor Juan José Fernández Gaos, outro filho de refugiados espanhóis, marido de uma das minhas colegas dos tempos do Colégio Madrid, me veio com a proposta, por volta do ano 1979, de resolver todos os problemas do livro de Físico-química de Gilbert W. Castellan. Tarefa que acabei por levar a cabo com a participação de dois colegas que já aqui mencionei, com os quais dividi o trabalho e que foi publicado como Garritz, Costas e Gázquez (1981). E foi assim que surgiu o meu primeiro livro, ainda que de criativo não tivesse quase nada, uma vez que consistia em resolver sistematicamente todos os problemas de Castellan.

Como diz Mercè Izquierdo (2004),

Um “novato” que se introduz na disciplina há-de “ambientar-se” a uma nova cultura, há-de aprender a interrogar-se sobre quantidades e relações, a intervir experimentalmente por intermédio de novos instrumentos que requerem novas formas de proceder e que fazem sentido em modelos que desconhecia até à data; não tem autonomia para agir e precisa de um professor que o oriente e o acompanhe ao longo da sua atividade científica.

O referido professor “guia”, por sua vez, necessita de alguns anos para acumular o “conhecimento pedagógico do conteúdo” suficiente, de modo a poder orientar os seus alunos com o apoio de livro. No meu caso pessoal, precisei de qualquer coisa como dez anos de experiência antes de me dedicar à redação de um livro original, quando, com a participação de Diana Cruz, a minha esposa, e José Antonio Chamizo, *my partner* desde então, escrevemos um pequeno livro a que demos o nome de *Mecânica quântica conceptual para químicos*, o qual testamos com os nossos três grupos de alunos da cadeira de Físico-química I — Estrutura da Matéria — e chegamos à conclusão de que precisávamos incluir um breve capítulo que abordasse a questão da Química do século XIX e a Tabela Periódica descoberta por Mendeleiev, assim como um capítulo final com as propriedades periódicas de carácter eletrónico. Essas ampliações e a consolidação do texto introdutório levaram-nos, ainda assim, dois a três anos de trabalho, até que acabamos por concluí-lo em dezembro de 1982. Demos-lhe o nome de *Estrutura atômica. Uma abordagem química*, um livro cuja revisão nos fez crescer cabelos brancos. Não só a nós como também aos editores mexicanos, em termos de elaboração. Finalmente, lá se procedeu à respectiva correção (*copy-editing*) na Espanha e à impressão em Wilmington, Delaware, EUA, nas oficinas de Addison-Wesley, de onde saiu como Cruz, Chamizo e Garritz (1986), quatro anos depois da sua conclusão.

Durante o seu processo de elaboração, ficamos com a consciência da enorme complexidade que implica escrever um livro didático. O

que acabamos por elaborar foi algo excepcional<sup>4</sup> tendo em conta o ano em que foi editado, pois coincidiu com aquilo a que Izquierdo e Adúriz-Brawo (2009) chamaram de “átomo químico”, com uma perspectiva histórica que impregna todas as suas páginas e com informação atualizada. Passados 25 anos lá estamos nós a escrever a relembração daquilo que era hábito nas aulas de “Estrutura da Matéria” (Garritz e Chamizo, 2012, no prelo).

Por exemplo, com ele aprendemos que a análise de casos históricos na ciência escolar pode representar a forma de ponderar numa “ponte” que nos conduza à percepção estudantil do que fazem os científicos, daquilo que sabia a sua geração acerca dos grandes temas do momento, sobre os problemas que decidiram examinar e a forma como os resolveram. Em síntese, aprendemos como ensinar a Natureza da Ciência (NdC). Conant (1947) afirmou que estudar o trabalho de grandes cientistas pode ilustrar a “tática e estratégia da ciência”.

Dito isto, procurávamos alcançar objetivos importantes, tais como:

modificar a atitude dos estudantes perante a atividade científica, para que avaliassem da necessidade de analisar modelos, com as limitações que tal implica; mostrar-lhes a interrelação entre ciência teórica e ciência aplicada; transmitir-lhes provas históricas de contrastar modelos com resultados experimentais; fazê-los participar no processo de aquisição de conhecimentos por aproximação sucessiva à realidade. (Estructura de la Materia, UNAM, 1987)

Em *Estructura da Matéria* (1987), compilamos inicialmente as questões relacionadas com a natureza da matéria, questões levantadas, fundamentalmente, pelos químicos Lavoisier, Dalton, Avogadro, Davy, Berzelius, Mendeleiev, entre outros, até chegar a Werner, no início do

---

4. Sei que pode parecer suspeito ser eu a dizê-lo, mas é aquilo que me vai na alma. Foi, na realidade, um livro diferente. Não foi possível traduzi-lo para o inglês pela desídia dos seus editores (Juanjo Fernández Gaos acabou por sair da Addison-Wesley), apesar do empurrão que lhe foi dado na Addison-Wesley americana tendo-se oferecido para ser coautor da versão inglesa Eric Scerri, um notável filósofo da química, editor de *Foundations of chemistry*.



século XX. Depois, nos capítulos que se seguiram, incorporamos os pontos de vista, muitos deles obtidos a partir de fantásticas experiências, dos físico-químicos pré-quânticos Bunsen, Kirchhoff, Thomson, lord Kelvin, Becquerel, Marie e Pierre Curie, Lord Rayleigh, Rutherford, Moseley, Millikan, Lewis e Langmuir, entre tantos outros, e logo, sem necessariamente estabelecer uma ordem cronológica, mas que fosse antes coerente com a natureza dos problemas expostos, começamos pelos quânticos, como Planck, Einstein, Bohr, Sommerfeld, De Broglie, Heisenberg, Schrödinger, Pauli, Heitler, London, Hund, Mulliken, Slater e Pauling, entre outros.

## A conversão

Paradoxalmente, a minha conversão para professor humanista começou, sem dúvida, com a redação do livro *Estrutura atômica. Uma abordagem química*. Mas ajudou-me muito o fato de ter sido rejeitado na área da Química do Sistema Nacional de Investigadores (SNI) quando foi fundado, em 1984. Este Sistema tinha concebido um plano para compensar os científicos com uma bolsa de estudos que chegou a ser importante para a sua sobrevivência e é um reconhecimento extraordinário. Disseram-me que havia uma quebra na produtividade científica e que, por esse motivo, não merecia ingressar no SNI (ao que parece, lá não tiveram em conta o fato de que eu tinha acabado de escrever um livro de 820 páginas). O anterior é um tanto usual na avaliação da investigação científica: o que importa sempre são os artigos e as citações que obtêm; os livros, os artigos jornalísticos e os textos de divulgação não passam de um “zero à esquerda” (como se um livro não fosse a maneira de fomentar o aumento de candidatos para a ciência). No ano seguinte, tentei ingressar para o SNI na área das humanidades e tive sucesso, precisamente por ter metido os meus papéis na subárea da “Educação”. Fui analisado por um pedagogo, o qual recomendou que a minha candidatura fosse



aceita. Este feito marcou a minha vida para sempre, tendo em conta que fui reconhecido pelos humanistas como um investigador e não o tendo sido pelos químicos. Desde então, o meu currículo tem sido revisto entre três a cinco anos por filósofos, pedagogos, historiadores, literatos, entre outros. Por outro lado, a minha subscrição na SNI em "Educação" já foi renovada sete vezes, embora ainda não tenha tido a sorte de ser promovido para o mais alto nível. Talvez seja pelo fato de eu ser um químico que se mudou para o setor da investigação educativa — sim, porque já não me sinto mais um químico nem sequer os meus ex-colegas me veem assim —, mas os meus novos colegas professores também não me consideram como um membro de lei da sua coletividade. Isso de não se pertencer a nenhum "clube" é algo a que se devem acostumar os ex-cultivadores da ciência que, como eu, se dedicam hoje à investigação na área da educação. Se há algo que eu queria transmitir aos leitores deste livro, para que tivessem em conta, é a situação seguinte: a nós, professores de ciências, há quem não nos considere professores e há quem não nos considere científicos. Nem somos daqui, nem somos dacolá... Espero que algum dia esta situação mude, em prol, acima de tudo, do desenvolvimento da ciência.

A minha viragem para a área das humanidades no SNI fez de mim um leitor assíduo de aspectos relacionados com Filosofia, História, Sociologia etc. E isso ajudou-me bastante na minha docência, pois, como diz Mortimer Adler (1939, p. 79) acerca da boa docência:

Na sua grande maioria, os membros que sejam professores de profissão têm experiência a mais e educação a menos. O ensino é uma arte e um professor deve praticar [...] principalmente através das artes liberais [...] Um professor deve ter uma mente cultivada, pouco importa o campo do seu especial interesse, uma vez que ele deve ser um representante visível da tradição cultural aos olhos dos seus alunos.

Outra citação, ainda mais antiga, embora tão linda quanto a anterior é a de Fredrick Westaway (1929, p. 3), segundo o qual o bom docente é aquele que:

Nesse mesmo ano, faleceu Diana, a minha esposa, aos trinta e oito anos de idade, vítima de um derrame cerebral, deixando-me com Julián, de 13 anos, e Andoni, de 16, o qual se encontrava naquela altura a frequentar o ensino secundário internacional como bolsista nos Estados Unidos. Por isso, interrompi a redação do meu segundo livro pedagógico, desta vez com nível de Ensino Secundário, *Química* (Garritz e Chamizo, 1994), que acabaria por ficar suspenso durante alguns anos antes de o retomar. O aspecto deste livro fica impregnado dos meus estudos e do desenvolvimento sobre a dimensão Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), porque acabamos por elaborar um texto *sui generis*, o qual Aikenhead (2003) viria a designar com a sua categoria 3 de 8: "Purposeful infusion of STS content", que tem um conjunto grande de ensaios CTS misturados com os conteúdos de uma aula tradicional de Química. Este livro já vendeu uns bons milhares de exemplares, tanto no México como no estrangeiro. É muito gratificante porque, se o livro vende bem, é sinal de que os professores o adotaram, o que significa que os convenceu. Quando uma pessoa produz livros nem sempre tem a noção das vezes que foi citado, como acontece com os artigos publicados, mas antes tem como referência as vendas, como sendo o impacto mais suscetível de ser avaliado. Foi-nos pedido, no ano de 2000, uma reedição na qual teríamos de nos afastar um pouco do contexto mexicano de modo a adaptá-la mais à realidade ibero-americana. A referida reedição, intitulada *Tu e a Química*, foi impressa em 2001 pela Pearson Education, empresa que englobou a Addison-Wesley e a Prentice Hall. Lembro-me de uma crítica que me fez um famoso professor australiano, Peter Fensham, ao lado de quem cheguei a ministrar aulas e com quem me reuni no Chile em 1995. Na sua opinião, fiz mal em escrever um livro misto, centrado na química com ensaios adjacentes sobre ciência-tecnologia-sociedade, em vez de um livro centrado nos problemas sociais, em que a Química fosse intervindo na medida do necessário. Pelo êxito verificado nas vendas, cheguei à conclusão de que os professores leitores talvez não estivessem preparados para essa outra versão pela qual clamava Fensham, mas antes para aquela que eu acabara de escrever.

Depois de começar a viver o processo editorial com a redação de livros, passei a dedicar-me de corpo e alma à edição da revista *Educa-*

*ção Química*, a que eu tenho por hábito de chamar “a melhor revista do universo”. Aprende-se imenso quando se está à frente de uma revista educativa e acaba por influir-se nas normas e nos temas da investigação ibero-americana, a longo prazo. Neste momento, a *Educação Química* já tem 22 anos de vida, pois nasceu com o número zero, que se distribuiu no Congresso Anual da Sociedade Química do México, em agosto de 1989 e, desde então, tenho sido seu diretor. Este é o trabalho que mais satisfação me proporcionou e mais dores de cabeça me deu. A satisfação vem da aceitação que lhe dão os colegas professores (num país em que nem todos sabem falar e, muito menos, ler inglês) e do gosto de ser lido e comentado. Outro gosto muito recente prende-se com o fato de a revista ter tido boa aceitação junto da editora Elsevier, na medida em que esta decidiu indexá-la na sua base de dados (a Scopus), o que resultou em mais de vinte anos de trabalho intenso. As enxaquecas devem-se à pressão de entregar a tempo e horas cada número, o que se torna bastante desgastante.

Mais tarde ou mais cedo, eu viria a apaixonar-me novamente por outra mulher inigualável; também ela viúva como eu: Elia Arjonilla Cuenca. E juntamos os trapinhos, duplicando assim o nosso infortúnio, a nossa felicidade, os nossos filhos (dois dela que, entretanto, passaram a ser meus também, e dois biologicamente meus) e todos os nossos bens caseiros. Casamo-nos em janeiro de 1992, pelo que vamos a caminho dos vinte anos de matrimônio. Ao fim ao cabo, este casamento veio trazer muita tranquilidade tanto para mim como para ela. Pude regressar ao meu trabalho a sério e, entretanto, fui nomeado Diretor da Faculdade de Química em março de 1993. Quando o meu cargo chegou ao fim, em março de 1997, resolvi terminar a minha atividade académico-administrativa na Universidade, à qual tinha consagrado vinte anos da minha vida académica, desde a minha nomeação ao cargo de Secretário de Docência da Divisão de Estudos Pós-graduados de 1977. A partir de 1997, passei a dedicar-me exclusivamente à docência, à investigação e à orientação de teses de graduação. Quanto à família, foi crescendo pouco a pouco. Em primeiro com três noras e um genro e, mais tarde, com a chegada de seis netos, todos eles uma autêntica bênção!



Atualmente, tenho estado a ler sobre muitos aspectos do humanismo, sobretudo devido ao meu interesse pelos valores e pelas normas, assim como o papel da educação nestes aspectos. Os processos de construção de normas e valores são bastante importantes para os indivíduos, para os grupos sociais e culturais e para a sociedade, no seu conjunto. Hoje, a ideologia globalizadora da moralidade tem o seu enfoque nos direitos humanos, na democracia, na diversidade cultural e na sustentabilidade. A cidadania está repleta de valores e normas, da mesma forma que a alfabetização científica serve para adotar um estilo de vida de respeito para com os outros, sobretudo com uma tolerância à prova de fogo. Desde os anos 60 do século passado, a emancipação individual e coletiva esteve ligada a uma maior democratização da sociedade, e foi-se dando cada vez mais importância aos valores morais, designadamente a justiça social e a igualdade. Assistiu-se a uma certa ênfase equivocada na década de 1980, quando a educação adquiriu um caráter ultrarracional e transmitiu uma forma de pensar técnico-instrumental e, nessa perspectiva, foi considerada neutra e livre de valores. Na década seguinte, a educação chegou nomeadamente a adquirir um caráter mercantil. Nos anos 1990, pouco ou nada foi desenvolvida a formação de cidadãos crítico-democráticos, tendo evoluído para perspectivas mais favoráveis em finais do século, quando se renovaram as tarefas pedagógicas dos professores em direção à reinvenção do que é considerado moral, para compensar a tendência instrumental e revitalizar o sistema ideológico. Hoje em dia, as funções morais e sociais da educação estão plenamente articuladas com a educação para a cidadania, não se limitando este conceito aos seus aspectos políticos, mas antes levando-o mais além das fronteiras nacionais, para preencher as terrestres com aspectos de sustentabilidade (Veugelers, 2011).

## A caminho da investigação educativa

Em 1996, comecei a dirigir a tese de doutoramento de Pilar Rius e, em 1998, a de Leticia Gallegos, que já era uma investigadora de re-



nome. Foi principalmente com a tese de Leticia Gallegos que passei a "absorver" tudo o que fosse relacionado com técnicas da investigação educativa (as quantitativas mas, sobretudo, as qualitativas), com a leitura de mais de cinquenta artigos em torno desse tema. E troquei as revistas de Química, como *International Journal of Quantum Chemistry* ou *Journal of the American Chemical Society*, e as de Física, como *Physical Review*, pelas revistas de educação em ciências, como *Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching*, ou ainda *Journal of Chemical Education* e *Chemistry Education: Research and Practice*. Aliás, em 2005, acabei o último livro didático que escrevi (Garritz, Gasque e Martínez, 2005), que conta com muitos ingredientes que resultam dos meus estudos recentes sobre didática da Química.

Quero agradecer a Vicente Talanquer por ter tido a gentileza de me enviar da Universidade de Arizona o artigo de 1986 de Lee S. Shulman em que introduz o conceito de "Pedagogical Content Knowledge" (PCK). Estou prestes a completar dez anos a realizar investigações educativas sobre esse constructo a que chamamos no México de "Conhecimento Pedagógico do Conteúdo" (CPC), mais conhecido sob o nome de "Conhecimento Didático do Conteúdo" (CDC) na Espanha, na Colômbia e na Argentina. Tive a sorte de ser um dos selecionados com um dos oito artigos publicados numa edição especial do *International Journal of Science Education*, dedicado ao PCK (Padilla et al., 2008). Desde então, tenho continuado a debruçar-me sobre este tema, embora aplicado a outros conceitos, à semelhança da reação química, da indagação, da estequiometria, dos ácidos e das bases. É fascinante descobrir algo que é tácito a todo o professor: Como chegar à representação do conteúdo de maneira a que este seja inteligível, verossímil e frutífero para os estudantes? Ou, como indica Klafki (1958, p. 45):

Que fenômeno básico ou princípio fundamental, que lei, critério, problema, método, técnica ou atitude se poderá captar para ver o conteúdo como exemplo?

Que fatos, fenômenos, situações, experimentações, controvérsias etc.; que intuições serão apropriadas para induzir os estudantes a levantar questões que digam respeito à essência e à estrutura do conteúdo em causa?

Que ilustrações, sugestões, situações, observações, explicações, experiências ou modelos serão apropriados para ajudar os alunos a responder, tão independentemente quanto possível, às suas dúvidas direcionadas para a essência da disciplina?

Responder a estas perguntas de Klafki implica desvelar o CPC de um professor bem-sucedido e constitui um desafio que permite contar com todo esse conjunto representacional para que esse mesmo professor excepcional não o leve consigo para a cova e morra por aí. Ultimamente, tenho-me consagrado ao aspecto afetivo do ensino, em busca de exemplos em que se possa demonstrar que faz parte do CPC, de uma componente diferente a que pertença a motivação, as emoções, as crenças como o autoconceito ou a assertividade e tantos outros domínios afetivos relacionados com o ensino de um determinado conteúdo (Garritz, 2010).

Aqui termino concluindo que a minha própria investigação me levou desde temas da química teórica até a filosofia, a história e, agora, a psicologia no ensino da química. Resumidamente, perante um campo multidisciplinar no qual me sinto como peixe na água, com muita liberdade, imaginação e felicidade; aprendendo um pouco mais, a cada dia que passa, sobre esse tema tão complexo: como ensinar.

## Referências

- ADLER, M. *Reforming education*. Macmillan: 1st Collier Books Edition (1 Apr. 1990), 1939.
- AIKENHEAD, G. S. STS education: a rose by any other name. In: CROSS, R. (Ed.). *A vision for science education: responding to the work of Peter J. Fensham*. New York: Routledge, 2003. p. 59-75.
- ANAYA, A.; GARRITZ, A. Design sonic flowchart for compressible fluids in pipes. In: *Chemical Engineering*, n. 25, p. 98-101, 1971.
- CONANT, J. B. *On understanding science*. New Haven: Yale University Press, 1947.

CRUZ, D.; CHAMIZO, J. A.; GARRITZ, A. *Estructura atómica. Un enfoque químico*, Wilmington: Addison-Wesley Iberoamericana, 1986. 820 p.

DEVORÉ, G. *Química orgánica*. Tradução e adaptação de E. Muñoz Mena. México: Publicaciones Cultural, 1969.

ESTRUCTURA DE LA MATERIA. Programa de la asignatura del tronco común del plan de estudios de las carreras de la Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. México: Unam, 1987.

GARRITZ, A. Propuesta de un marco de referencia para el Sistema Nacional de Educación Avanzada. *Omnia*, v. 5, n. 16, p. 29-39, 1989.

\_\_\_\_\_. Pedagogical content knowledge and the affective domain of scholarship of teaching and learning. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, v. 4, n. 2, p. 1-6, 2010. Disponível em: <[http://academics.georgiasouthern.edu/ijsoit/v4n2/personal\\_reflections/\\_Garritz/index.html](http://academics.georgiasouthern.edu/ijsoit/v4n2/personal_reflections/_Garritz/index.html)>. Acesso em: 24 maio 2011.

\_\_\_\_\_; COSTAS, M.; GÁZQUEZ, J. L. *Fisicoquímica*, G. W. Castellan. *Problemas resueltos*. México: Fondo Educativo Interamericano, 1981. 540 p.

\_\_\_\_\_; CHAMIZO, J. A. *Química*. Wilmington: Addison-Wesley Iberoamericana, 1994. 856 p.

\_\_\_\_\_. Historical teaching of atomic structure. In: MATTHEWS, M. (Ed.). *International handbook of research in history, philosophy and science teaching*. Dordrecht: Springer, 2012. (No prelo.)

\_\_\_\_\_; GASQUE, L.; MARTÍNEZ, A. *Química universitaria*. México: Pearson Educación, 2005. 664 p.

\_\_\_\_\_ et al. Actitudes sobre la naturaleza de ciencia y tecnología en profesores y estudiantes mexicanos del bachillerato y la universidad públicos. Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Educación Química*, v. 22, n. 2, p. 141-54, 2011.

GIRAL, F. *Ciencia española en el exilio (1939-1989). El exilio de los científicos españoles*. Barcelona: Anthropos, 1994.

IZQUIERDO, M. Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *Journal of the Argentine Chemical Society*, n. 92, p. 115-36, 2004.

- IZQUIERDO, M.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Physical construction of the chemical atom: is it convenient to go all the way back? *Science & Education*, n. 18, p. 443-55, 2009.
- KLAFKI, W. *Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung*. Basel: Wienheim, 1958.
- MÉNDEZ, F. et al. Local softness and chemical reactivity of maleimide: nucleophilic addition. *Journal of Molecular Structure (Techoem)*, n. 277, p. 81-6, 1992.
- MUÑOZ MENA, E. *Introducción al estudio de la Química*. México: Editorial Atlante, 1943. 269 p.
- PADILLA, K. et al. Undergraduate professors pedagogical content knowledge: the case of "amount of substance". *International Journal of Science Education*, v. 30, n. 10, p. 1389-404, 2008.
- RIUS DE LA POLA, M. P. La Unam para mí. Mis principios de dualidad e incertidumbre. *Educación Química*, v. 22, n. 1, p. 75-9, 2011.
- TIBÓN, G. *Diccionario etimológico comparado de los apellidos españoles, hispano-americanos y filipinos*. México: Fondo de Cultura Económica, 1988.
- VEUGELERS, W. *Education and humanism*. Rotterdam: Sense, 2011.
- WESTAWAY, F. W. *Science teaching: what it was, what it is, what it might be*. Glasgow: Blackie, Science Education; Harry Keller Editor, 1929.