

O Despertar da Radioatividade ao Alvorecer do Século XX

Rodrigo da Silva Lima, Luiz Cláudio Ferreira Pimentel e Júlio Carlos Afonso

Este trabalho apresenta um resumo do impacto da radioatividade na vida cotidiana no início do século XX. O rádio foi considerado uma fantástica fonte de energia e de cura de doenças, tendo papel central no início da história da radioatividade. Muitos produtos com radioatividade adicionada e práticas médicas a envolvendo foram lançados. Decorridos cerca de 30 anos após a descoberta da radioatividade, a visão do ser humano acerca desta já era bastante diferente daquela do início do século XX.

► radioatividade, rádio, produtos com radioatividade adicionada ◀

> Recebido em 02/12/09, aceito em 14/02/2011 <

Os últimos anos do século XIX e os primeiros do XX foram marcados pela descoberta dos raios-x e da radioatividade, que viriam a revolucionar as teorias atômicas. Tais descobertas também estimularam desde aquela época inúmeras pesquisas, visando não só entender aqueles novos fenômenos como também propor aplicações destes.

Os primeiros relatos sobre a radioatividade, devidos a Antoine-Henri Becquerel¹ (1852-1908), foram feitos apenas alguns meses após a divulgação da existência dos raios-x, feita por Wilhem Conrad Roentgen¹ (1845-1923). A população e a mídia podiam perceber de imediato os efeitos desses últimos. Por exemplo, eles permitiam a visão interior do corpo humano por meio das radiografias, causando um impacto maior que a radioatividade, que não podia ser vista pelas pessoas.

Os trabalhos do casal Curie tiveram crucial importância na mudança de rumo que tomara a radioatividade. A partir das primeiras observações de

Marie Curie (1867-1934)¹, em abril de 1898, quando constatou que havia algum componente mais ativo que o urânio em seus minerais naturais, o casal isolou o rádio em 1902, após três anos de trabalhos exaustivos (Hahn, 1950). Em 1903, Pierre Curie (1859-1906)¹ e Albert Laborde (1878-1968) publicaram uma nota, citando que o rádio estava sempre em temperatura maior que a do ambiente que o circundava. Ernest Rutherford¹ (1871-1937) e seu assistente Howard T. Barnes (1873-1950) notaram que a energia cinética das partículas α oriundas da desintegração do rádio era convertida em energia térmica após as colisões (Rutherford, 1905). Essa fonte de calor era uma novidade no meio científico (Hahn, 1950).

O impacto da descoberta do rádio e dos primeiros relatos sobre a natureza da radioatividade pode ser atestado pela concessão de diversos prêmios Nobel aos pioneiros que os estudaram². Este trabalho mostra como a sociedade daquela época recebeu as notícias acerca da radioatividade

e seus desdobramentos e a relação entre as pessoas e o emprego do novo fenômeno.

A repercussão do rádio

Frederick Soddy (1877-1956), que realizou importantes pesquisas sobre as substâncias radioativas e a natureza dos isótopos, afirmava em diversas conferências proferidas ao longo de 1908 que “a energia liberada na desintegração do rádio é quase que um milhão de vezes maior do que aquela obtida por uma mesma massa de matéria submetida a qualquer uma das transformações conhecidas anteriormente à descoberta da radioatividade” (Soddy, 1909). Isso levou a uma onda desenfreada de entusiasmo e de esperança acerca desse elemento como a energia do futuro: iluminação, combustível para mover as máquinas das indústrias e a nascente frota automobilística e aquecimento eram exemplos de aplicações imaginadas para o rádio (Tilden, 1926). A divulgação da descoberta do rádio e de suas propriedades (as manchetes relativas a ele geralmente ocupavam a página de rosto dos jornais, tal como já ocorrera com os raios-x anos antes) fez com que

Esta seção contempla a história da Química como parte da história da ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído.

as pessoas, já fascinadas quando do surgimento dos raios-x, passassem a vê-la como um novo e encantador fenômeno (Frame e Kolb, 1989). Os jovens eram particularmente envolvidos por aquela sensacional era da ciência, que não conhecera precedentes no século XIX (Cramp, 1936). Vivia-se então a *belle époque* na Europa, onde a ciência ocupava lugar de destaque: as novas invenções ou aquelas que se popularizaram (telefone, cinema, automóvel, avião, rádio etc.) revolucionavam o modo de ver, pensar e viver o cotidiano. Uma palavra sintetiza bem aquele novo e vigoroso estado de espírito: o progresso. Comentar sobre um novo fenômeno, para o qual não se tinha nenhum termo de comparação, suscitava a imaginação popular (Frame e Kolb, 1989). A sociedade norte-americana também foi extremamente receptiva às últimas novidades envolvendo a radioatividade, até mesmo se dizia que “o rádio é aceito pelo corpo humano assim como a luz solar pelas plantas” (Tilden, 1926). Tudo isso explica o papel dominante desse elemento na fase inicial da história da radioatividade.

Como a radioatividade era um fenômeno diverso daqueles já descritos pela ciência, especulava-se que ela seria capaz de prover respostas a questões aparentemente insolúveis. Chegou-se a atribuir ao rádio poderes como a capacidade de ser o responsável pela geração da vida, curar doenças tidas como irreversíveis e ainda embelezar a pele (Figura 1)³. Os jornais onde eram veiculadas tais notícias iam desde os de circulação local até os de expressão nacional³.

A partir de cerca de 1910, começaram a circular revistas e informativos científicos na Europa e nos Estados Unidos destinados particularmente

a jovens. Nessas publicações, os grandes feitos com base no progresso científico eram explicados em detalhe e em linguagem acessível a esse público-alvo⁴. A radioatividade ocupava espaço privilegiado em muitas de suas edições, tendo como foco o rádio e suas aplicações comerciais da época (medicina e manufatura de tintas luminosas) e possíveis novos usos (por exemplo, fonte de energia e combustível). A linguagem sempre buscava envolver o leitor, entusiasmando-o com o bem-estar promovido pelas descobertas da ciência.

Em 1904, em Los Angeles, um jornal local publicava em sua 1ª página: “Um empresário apareceu em Los Angeles com certificados de minas com a garantia de produção do novo metal [rádio] que simplesmente eletrizou o mundo deste início de século, e parece valer a soma inacreditavelmente fabulosa de US\$ 2.000.000,00 o grama!”⁵. Para a exploração das minas, era preciso recrutar muita mão-de-obra, atraída por promessas de ganhos fáceis e um futuro tranquilo. Os anúncios de recrutamento de mineiros realçavam o rádio como o “elemento do futuro”.

A primeira planta industrial para a produção de rádio data de 1906, em Joachimsthal, região da Boêmia, então parte integrante do Império Austro-Húngaro, e o processo de extração era baseado no método desenvolvido pelo casal Curie. A segunda planta europeia iniciou suas atividades na França em 1907, e a terceira, nos Estados Unidos em 1914 (Vdovenko et al., 1975).

Produtos com radioatividade adicionada

O grande interesse suscitado pela radioatividade levou ao aparecimento de “teorias” que visavam justificar a

aplicação de terapias e a oferta dos mais diversos produtos com radioatividade adicionada, prometendo ao consumidor a satisfação de “haurir proveito da nova maravilha da ciência” (Hering, 1924). As aplicações se baseavam nos efeitos fisiológicos dos materiais radioativos ou se valiam dos efeitos terapêuticos (como no tratamento dos tumores). Talvez a maneira que mais simbolizou essa prática eram os anúncios entusiásticos sobre a eficácia terapêutica do rádio, qualificando-o como uma “solução mágica da medicina” (Chase, 1921) com inacreditáveis poderes curativos, capaz de “restaurar a saúde a milhares de pessoas” (Bardwell, 1926). Trata-se de um dos grandes fenômenos mercadológicos das três primeiras décadas do século XX na Europa e nos Estados Unidos (Frame e Kolb, 1989).

Águas radioativas

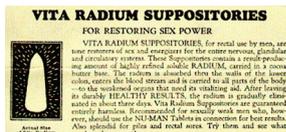
Em 1903, Joseph John Thompson (1856-1940) escreveu um artigo na revista *Nature*, relatando a presença de radioatividade em águas minerais medicinais (Frame, 1989). Essa radioatividade provinha do radônio, gerado pela decomposição do rádio presente nas rochas por onde a água passava: “O radônio estava para a água assim como o oxigênio para o ar” (Perrin, 1921). Spas e centros de tratamento foram construídos para atender especialmente a idosos e doentes.

Nem todos dispunham de tempo e de dinheiro para ir a esses locais, mas a água engarrafada nas fontes perdia logo as “propriedades terapêuticas”, pois ou o radônio escapava da água ou logo se desintegrava (o isótopo ²²²Rn tem a meia-vida mais longa: 3,823 dias). Como resolver esse impasse? A solução foi oferecer água adicionada de radioatividade, capaz de manter um “suprimento constante” de radônio a ela. Assim, nas duas primeiras décadas do século XX, houve uma profusão de propagandas de água radioativa com o intuito de “fazer a pessoa se sentir bem em caso de doença e evitar que fique doente caso esteja bem de saúde” (Bardwell, 1926).

Talhas e filtros continham minerais radioativos que “carregavam” a água com radioatividade. A justificativa para

1. SECRET OD SEX FOUND IN RADIUM
2. RADIUM MAKES BLIND GIRL SEE
3. RADIUM AND X-RAY USED TO BEAUTIFY

Figura 1: Reproduções de manchetes de jornal (1903) que atribuíam ao rádio poderes como gerar vida, devolver a visão a uma pessoa cega ou promover embelezamento da pele. Adaptados de *William J. Hammer Collection, Archives Center, National Museum of American History, Behring Center, Smithsonian Institution*.



“Oh pobres homens fracassados
Imprestáveis para as alegrias da vida,
Seus problemas acabaram,
Vita Radium é a solução!”

“O homem está num mau caminho caso
esteja satisfeito em viver sem os prazeres
que lhe são de direito!... Experimente-o e
veja que bons resultados obterá!”

Figura 4: Supositório “Vita Radium” (ca. 1930), e suas propagandas associadas. Reproduzido sob permissão de Oak Ridge Associated Universities, copyright ©1998

eles mesmos (Frame e Kolb, 1989).

Produtos fraudulentos

Era comum que muitos anúncios enfatizassem que os produtos continham “níveis de radioatividade garantidos” (Frame e Kolb, 1989; Vdovenko et al., 1975). Na prática, nem sempre foi assim. Por exemplo, por volta de 1905, surgiu um produto que pretendia combater reumatismo, lumbago, dor de dente, garganta inflamada, dor de ouvido e outras trinta enfermidades: o *Radium Radia*⁹ (Figura 5). Seus slogans eram “nunca jamais falhou” e “é

o maior vencedor da dor em todo o mundo”. As análises mostraram que não havia radioatividade alguma nele. O caso escandalizou a opinião pública norte-americana. Esse produto foi lançado antes de o rádio começar a ser produzido nos Estados Unidos (1914) e na Europa (1906).

As águas radioativas eram os produtos mais fraudados pela facilidade de prepará-las. Outros produtos bastante visados eram as compressas e almofadas radioativas (Cramp, 1936). No início dos anos 1910, empresas foram fechadas nos Estados Unidos por essa prática (Frame e Kolb, 1989). Muitos donos dessas empresas foram presos (Tilden 1926), outros desmascarados (Hering, 1924) e agredidos por consumidores revoltados (Frame, 1989).

Nos anos 1920, era comum a oferta de produtos com níveis de radioatividade maiores do que aqueles vendidos legalmente sob o argumento de que teriam um efeito mais rápido sobre o usuário (Cramp, 1936). Isso era o caso de tônicos como o *Radithor*. Os fabricantes desses produtos estavam sujeitos a receber doses elevadas de radiação (Harvie, 1999).



Figura 5: “Radium Radia” (1905), água contendo radioatividade adicionada. Contudo, tratava-se de uma fraude. Reproduzido sob permissão de Oak Ridge Associated Universities, copyright ©1998

O perigo oculto da radioatividade

No início do século XX, a publicação na mídia das novas descobertas incentivava práticas médicas e a oferta de produtos contendo material radioativo (Vdovenko et al., 1975). Com a utilização repetida da radiação por médicos e cientistas, os efeitos observados foram irritações e descamações cutâneas, queimaduras, cegueira e até mesmo formas cancerosas (Frame, 1989). O desejo de resultados imediatos (como acontecia com os raios-x) sobrepujava eventuais efeitos adversos com o tempo (Hoffman, 1925). É curioso que, dentre tantas notícias entusiásticas sobre o rádio e a radioatividade, há uma reportagem¹⁰, publicada em 1903, na qual Thomas Alva Edison (1847-1931) tinha uma opinião diferente sobre esta. Ele afirmava que, a despeito dos resultados positivos obtidos com a radiação, devido também ao aparecimento de relatos acerca de seus efeitos indesejáveis, ele criticava “o culto ao rádio e à infame radioatividade”. Naquela época, a série de descobertas científicas passava a imagem para grande parte da população de que elas somente trariam benefícios à humanidade (Cramp, 1936). Em geral, os pesquisadores encaravam os efeitos colaterais devidos à radioatividade como acidentes (Tilden, 1926; Frame, 1989).

O acúmulo de relatos se intensificou após o fim da I Guerra Mundial, e o emprego do rádio em produtos com radioatividade adicionada atingiu o ápice na década de 1920 (Macklis, 1990).

Tabela 1: Produtos com radioatividade adicionada e suas finalidades

Produto	Emprego
Coquetel fluorescente para bailes e festas	Impressionar os convidados com os efeitos luminosos
Pasta de dentes	Combater queda prematura de dentes, cáries, ativar a digestão bucal e tornar o esmalte brilhante e luminoso
Roleta de cassino fluorescente	Dificultar fraudes
Cigarros	Prevenir enfermidades pulmonares
Protetor auricular	Manter a higiene e esterilizar o canal auditivo
Sabões	Aumentar a eficiência da lavagem dos tecidos
Lâminas de barbear	Remoção mais confortável dos pelos, amaciando e reduzindo a irritação da pele
Alimentos como cerveja, manteiga, chocolate etc.	Abrir o apetite, aumentando a ação digestiva do estômago
Contraceptivos	Matar espermatozóides e esterilizar a vagina, evitando doenças sexualmente transmissíveis
Goma de amido	Aditivo ao sabão, deixar roupas brancas mais brilhantes
Baralho	Tornar o jogo mais emocionante e divertido
Pomada para calçados	Maior durabilidade do brilho

Diversos consumidores apresentaram efeitos indesejáveis devido ao uso desses produtos. Por exemplo, muitas usuárias do *Rador* (Figura 3) tiveram queimaduras, úlceras e câncer de pele, e mesmo o reembolso de US\$ 5.000,00 não cobria as despesas médicas (Frame, 1989). Uma pesquisa publicada em 1925 na revista médica de maior circulação nos Estados Unidos criticava a terapia da água com radioatividade adicionada. Sob o título *Radium ore revigator – capitalizando-se sobre a ignorância do público em geral sobre a radioatividade e o rádio*, ela mostrava que a base sobre a qual se assentava esse produto e seus similares não tinha fundamento científico¹¹ (Schlundt e Fulton, 1933).

Nos anos 1920, a propaganda se sofisticou em relação às décadas anteriores: resultados de estudos supostamente científicos, testemunhos de usuários e busca de novos consumidores eram táticas para manter esse mercado ativo.

Em meados dos anos 1920, realizaram-se os primeiros congressos internacionais de radiologia, movidos pela necessidade de estabelecer um padrão internacional de medida e de controle da radiação. A troca de experiências entre os congressistas; a divulgação dos primeiros estudos científicos sobre a saúde ocupacional daqueles que manipulavam materiais radioativos; os efeitos da radiação sobre a genética; e ainda as primeiras regulamentações trabalhistas na Alemanha, na então Tchecoslováquia e nos Estados Unidos, indicavam que o emprego da radiação passava a ter uma visão diferente daquela do início do século XX (Frame, 1989). Em 1929, os sais de rádio foram retirados da farmacopeia norte-americana (eles haviam sido incluídos em 1915) devido aos riscos decorrentes da ingestão do elemento (Vdovenko et al., 1975). Em fins desse mesmo ano, o multimilionário e atleta Eben M. Byers, após uma contusão no braço durante um jogo de futebol americano, tornou-se um ávido consumidor de *Radithor*, tomando três frascos ao dia por cerca de um ano e meio. Sua morte, em 31/03/1931, traumatizou a sociedade norte-americana¹², abalando a crença na “terapia suave do

rádio” nos Estados Unidos. Na Europa, ainda houve lançamentos de produtos radioativos (especialmente cosméticos e alimentos) até próximo do início da II Guerra Mundial (Frame, 1989).

Conclusões

O emprego da radioatividade em seus primeiros tempos é um exemplo no qual a aplicação e a receptividade iniciais de uma descoberta científica precederam o reconhecimento dos perigos a ela associados. Decorridos cerca de 30 anos após os primeiros relatos sobre a radioatividade, os primeiros congressos de radiologia, os primeiros estudos científicos e as primeiras legislações trabalhistas mostravam uma nova forma de trabalhar com a radiação, traduzindo-se também no abandono paulatino das aplicações e práticas propostas no início do século XX.

Notas

1. Os seguintes cientistas têm suas biografias constantes na obra *Dicionário de Biografias Científicas* (BENJAMIN, C. Rio de Janeiro: Contraponto, 2007): Antoine-Henri Becquerel (vol. I, p. 199-202); Marie Curie (vol. I, p. 551-557); Pierre Curie (vol. I, p. 557-563); Wilhem Conrad Roentgen (vol. III, p. 2368-2371); Ernest Rutherford (vol. III, p. 2382-2393).

2. http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/, acessada em ago. 2010. Wilhelm Conrad Roentgen recebeu o primeiro prêmio Nobel de Física em 1901 pela descoberta dos raios-x. Em 1903, Marie Curie, Pierre Curie e Antoine-Henri Becquerel dividiram o Prêmio Nobel de Física pelos seus trabalhos com radioatividade. Em 1911, Marie Curie recebeu o Prêmio Nobel de Química pela descoberta dos elementos polônio e rádio, por isolar esse último em sua forma metálica e por estudar seus compostos. Frederick Soddy recebeu o Prêmio Nobel de Química em 1921 pela contribuição ao conhecimento sobre a química das substâncias radioativas e suas investigações sobre a origem e a natureza dos isótopos. Ernest Rutherford recebeu o Prêmio Nobel de Química em 1908 pelos estudos da desintegração de elementos e a química das substân-

cias radioativas.

3. Os jornais, donde provêm as manchetes da Figura 1, são: The New York Times (notícia 1, publicada em 1903; notícia 2, publicada em 12/11/1903); e Newark Evening Journal (Nova Jérsei; notícia 3, publicada em 24/08/1903).

4. Por exemplo, as revistas *Modern Mechanics – Inventions Magazine* (seis números sobre radioatividade entre 1925 e 1936); *Popular Mechanics Magazine* (três números entre 1918 e 1925); *Science and Invention* (doze números entre 1920 e 1934); *Science Wonder Histories* (sete números entre 1915 e 1922); *Merveilles de la Science* (dez números entre 1908 e 1914).

5. Anúncio publicado no Jornal The Los Angeles Daily Times, edição de 06/02/1904.

6. O radônio era conhecido na ocasião como emanção (emanção do rádio, ²²²Rn; emanção do actínio, ²¹⁹Rn; emanção do tório, ²²⁰Rn). O isótopo ²²⁶Ra era conhecido como rádio, enquanto que o isótopo ²²⁸Ra era chamado radiotório (RdTh).

7. Anúncio publicado no Jornal New York Tribune, edição de 10/11/1918.

8. Propaganda publicada no Jornal The Washington Post, edição de 02/01/1930.

9. Propaganda publicada no Jornal The Washington Post, edição de 01/06/1906.

10. Nota publicada no Jornal The New York Journal, edição de 12/04/1903.

11. Publicada no Journal of American Medical Association, edição de 30/11/1925.

12. Manchete de 1ª página do Jornal The New York Times, edição de 01/04/1931.

Rodrigo da Silva Lima, graduado em Licenciatura em Química pelo Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, trabalha na operação do reator nuclear de Angra II, no Município de Angra dos Reis (RJ). **Luiz Cláudio Ferreira Pimentel**, graduado em Licenciatura em Química e mestre em Ciências em Química pelo Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), trabalha no Instituto de Radioproteção e Dosimetria da Comissão Nacional de Energia Nuclear (IRD/CNEN). **Júlio Carlos Afonso** (julio@iq.ufrj.br), graduado em Química e Engenharia Química e doutor em Engenharia Química pelo IRC/CNRS (França), é professor associado do Departamento de Química Analítica do Instituto de Química da UFRJ.

Referências

BARDWELL, D.C. Radium. *Journal of Chemical Education*, n. 3, p. 623-627, 1926.

CHASE, C. American Literature on Radium and Radium Therapy prior to 1906. *American Journal of Radiology*, n. 2, p. 29-34, 1921.

CRAMP, A.J. *Nostrums and quackery and pseudomedicine*, v. III. Chicago: The American Medical Association, 1936.

FRAME, P. *Radioactive curative devices and spas*. Oak Ridge: Oak Ridge Associated Universities, 1989.

FRAME, P. e KOLB, W. *Living with radiation, the first hundred years*. Oak Ridge:

Oak Ridge Associated Universities, 1989.

HAHN, O. *New atoms*. Nova Iorque: Elsevier, 1950.

HARVIE, D.I. The radium century. *Endeavour*, n. 23, p. 100-105, 1999.

HERING, D.W. *Foibles and fallacies of science*. Nova Iorque: Van Nostrand, 1924.

HOFFMAN, F.L. Radium (mesothorium) necrosis. *Journal of the American Medical Association*, edição de 26 de setembro, p. 961-965, 1925.

MACKLIS, R.M. Radithor and the era of mild radium therapy. *Journal of the American Medical Association*, n. 264, p. 614-618, 1990.

PERRIN, J. *Les atomes*. Paris: Felix Alcan, 1921.

RUTHERFORD, E. *Radioactivity*. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1905.

SCHLUNDT, H.; FULTON, R.G. e BRUNER, F. Radium-water generators. *Journal of Chemical Education*, n. 10, p. 185-189, 1933.

SODDY, F. *The interpretation of radium*. Londres: John Murray, 1909.

TILDEN, W.A. *Chemical discovery and invention in the XXth century*. 5. ed. Nova Iorque: Dutton, 1926.

VDOVENKO, V.M. e DUBASOV, V.U. *Analytical chemistry of radium*. Jerusalém: Keter, 1975.

Abstract: THE STATUS OF THE RADIOACTIVITY AT THE BEGINNING OF THE XXth CENTURY. This work presents a summary of the impact of radioactivity in everyday life at the beginning of the XXth century. Radium was regarded as a fantastic source of energy and cure for many diseases. It played a central role in the early history of radioactivity. Many radioactive-added products and medical procedures were proposed. After about 30 years of the discovery of radioactivity, the understanding of this phenomenon by man was very different from the one at the beginning of the XXth century.

Keywords: radioactivity; radium; radioactive-added products.

Resenha

Formação superior em química no Brasil: práticas e fundamentos curriculares

98

O livro *Formação superior em química no Brasil: práticas e fundamentos curriculares*, organizado por Agustina Rosa Echeverría e Lenir Basso Zanon e publicado recentemente pela Editora UNIJUÍ¹ na coleção *Educação em Química*, está disponível para educadores e pesquisadores preocupados com problemas e desafios de tal formação e comprometidos com a sua melhoria. Resultante de 11 trabalhos apresentados no 4^o *workshop* da Divisão de Ensino na 30^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, o livro apresenta e discute críticas ao modelo tradicional de formação superior, em particular, nos Cursos de Licenciatura em Química, bem como propostas de formação devidamente descritas e fundamentadas, teórica e metodologicamente.

Tais propostas são oriundas de grupos e/ou núcleos de pesquisa organizados em Institutos ou Departamentos de Química de 11 instituições universitárias, sendo quatro situadas na região sudeste (UNICAMP, USP-SP, FFCLRP-USP e UFU), quatro na região sul (PUC-RS, FURG, UNIJUÍ e UPF), duas na região nordeste (UFBA e UESC) e uma na região centro-oeste (UFG) do país,

congregando a participação de 37 pesquisadores. Isso demonstra a dimensão da problemática da formação superior em Química e a inserção de educadores químicos em uma nova temática de investigação educacional, a pedagogia universitária, em desenvolvimento nos últimos dez anos no Brasil. Ao tratar da temática da docência universitária, complexa e atual, o livro contribui com avanços na sua compreensão teórica, frente aos inúmeros desafios postos pelo atual cenário da educação. Assim, é em resposta à problemática complexa que diz respeito a como desenvolver ações de formação para o ensino que o livro está dirigido.

Propostas em discussão no livro se contrapõem aos modelos de formação superior pautados na racionalidade técnica e também à relação dicotômica entre conteúdos químicos e pedagógicos, conhecimentos científicos e profissionais, teorias e práticas docentes. Ou seja, contrapõem-se ao modelo da formação do professor como técnico, adotado a partir da implantação dos Cursos de Licenciatura, em 1930, no Brasil, ao qual caberia aplicar o que os pesquisadores julgam ser apro-

priado para as práticas escolares. Contrapõem-se ao entendimento de que problemas da prática possam ser resolvidos pela aplicação de teorias e métodos previamente aprendidos, desconsiderando-se suas características singulares, devido à imprevisibilidade de qualquer prática profissional, como tem alertado a literatura da área.

Isso ocorre na medida em que o livro apresenta e discute de forma fundamentada iniciativas e ações de formação que denotam indícios de ruptura com a racionalidade instrumental; explícita e discute propostas pautadas em outro paradigma, em outra racionalidade; trata da prática reflexiva, da prática tomada como objeto de investigação, não de mera aplicação de teorias e métodos; defende, por exemplo, a necessidade de a pesquisa educacional ser também realizada pelos licenciandos e professores, tornando-se constitutiva das próprias atividades docentes, definindo-se como condição de desenvolvimento profissional do professor e de melhoria da sua prática pedagógica.

É importante considerar que o processo de mudança paradigmáti-

ca, para romper gradativamente com o modelo da racionalidade técnica, implica catalisar mudanças no processo de formação docente, mesmo dentro de um contexto marcado pelos ditames daquela racionalidade. Sem enfrentar a necessidade de melhorar a formação docente em química, seja ela inicial ou continuada, dificilmente conseguiremos que contribuições de pesquisas sejam, de fato, concretizadas e produzidas na maioria das salas de aula de química de nossas escolas. A questão é: como fazê-lo? Obviamente há várias formas, mas nenhuma delas dispensa um maior empenho e competência por parte dos formadores de professores. E aí estamos todos nós: pesquisadores em ensino de química e pesquisadores nas outras áreas da química. Assim, o que marca as propostas apresentadas no livro é a concepção de pesquisa articulada à docência em Química, visando promover a formação de um professor que seja capaz de refletir sobre sua prática de forma crítica.

Encontramos ainda, nas propostas apresentadas e discutidas, reflexões sobre outras temáticas que se mostram fortemente articuladas à formação em questão, tais como: papel da linguagem na construção do conhecimento químico; história e epistemologia da Química para a organização de uma grade curricular mais coerente com o seu desenvolvimento e compromisso social; papel da experimentação, da contextualização social e cultural dos conteúdos de ensino para possibilitar aos cidadãos a construção de um pensamento sobre como a Química funciona no mundo; papel mediador do professor; procedimentos de avaliação que possibilitem uma melhor reorganização do processo de ensino-aprendizagem; formação de parcerias entre professores, formadores de professores e futuros professores, por meio de interações entre universidade e escolas; importância das tecnologias da informação

e comunicação nas práticas sociais; e formas de organização do trabalho docente.

Essas temáticas encontram-se discutidas e articuladas à pesquisa da prática docente e podem ser visualizadas nos próprios títulos dos capítulos que compõem o livro sob consideração:

1- A pesquisa na formação inicial de professores de química: a experiência do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás (*Agustina Rosa Echeverría, Anna M. Canavaro Benite e Márlon H. F. B. Soares; UFG*); 2- A formação de professores de química na PUCRS e na FURG: reconstrução do conhecimento e linguagem na sala de aula em química (*Maurivan Güntzel Ramos, Maria do Carmo Galiazzi, Roque Moraes; PUCRS/URG*); 3- A constituição do professor pesquisador pela apropriação dos instrumentos culturais do fazer pesquisa (*Judite Scherer Wenzel; Lenir Basso Zanon; Otávio Aloísio Maldaner; UNIJUI*); 4- A dimensão prática da formação na licenciatura em química (*José Luis P. B. Silva, Edilson F. Moradillo, Abraão F. Penha, Hélio O. Pimentel, Maria Bernadete M. Cunha, Maria da Conceição M. Oki, Maria de Lourdes Botelho, Nelson Rui R. Bejarano, Soraia F. Lobo; UFBA*); 5- Abordagem problematizadora na formação inicial de professores de química no sul da Bahia (*Edson José Wartha; Reinaldo da Silva Gramacho; UESC*); 6- Implementação do novo curso de licenciatura em química no Departamento de Química da FFCLRP/USP (*Glaucia Maria da Silva e Carolina Godinho Retondo; USP/FFCLRP*); 7- Reformulações dos cursos de química da UNICAMP (*Adriana Vitorino Rossi, Nelson Henrique Morgon e Regina Buffo; UNICAMP*); 8- A formação inicial em química no contexto de uma universidade comunitária (*Ademar Antonio Lauxen, Clóvia Marozzin Mistura, Edgardo Aquiles Prado, Janaína Chaves Ortiz; UPF*); 9- Articulação entre desenvolvimento curricular e formação inicial de

professores de química (*Lenir Basso Zanon, Marli Dallagnol Frison, Otávio Aloísio Maldaner; UNIJUI*); 10- Uma proposta para o curso de licenciatura em química: em busca de outros caminhos e olhares na formação de professores de química (*Rejane Maria Ghisolfi da Silva, Viviani Alves de Lima, Yaico Dirce Tanimoto de Albuquerque; UFU*); 11- Metodologia de ensino para a inserção das tecnologias de informação e comunicação na prática docente (*Marcelo Giordan, Sílvia Dotta, Luciana Caixeta Barboza, Jackson Góis; USP*).

Com isso, aponto os leitores potenciais do livro *Formação superior em química no Brasil*: primeiramente, aqueles que estão atuando, profissionalmente, como formadores de químicos e, em particular, de professores de Química; pesquisadores desta nova temática, a pedagogia universitária; e também para professores e futuros professores de Química, a fim de que possam contemplar novos rumos de atuação docente, muito bem descritos e fundamentados nos capítulos que compõem o referido livro.

Pelo exposto, julgo que as propostas apresentadas no livro concretizam contribuições relevantes para todos aqueles que buscam a melhoria da formação superior em Química por duas principais razões: pela potencialidade de minarem, gradativamente, as fortes raízes do modelo da racionalidade técnica; e por valorizarem a pesquisa como fator formativo fundamental, não somente para a formação de professores, mas também de bacharéis, por conceberem a prática como objeto de investigação e de desenvolvimento profissional.

Roseli P. Schnetzler
Programa de Pós-Graduação em
Educação da Universidade
Metodista de Piracicaba, São Paulo.
E-mail: rpschnet@unimep.br

¹ Editora Unijuí: www.editoraunijui.com.br