Experimentação e Literatura: Contribuições para a Formação de Professores de Química

Fábio Peres Gonçalves

Examina-se o livro *A Tabela Periódica*, do escritor italiano Primo Levi, com a finalidade de sinalizar o seu potencial na abordagem da experimentação, na qualidade de um conteúdo, em componentes curriculares da área de ensino de química na formação inicial de professores. Argumenta-se que a exploração simultânea dessa obra nas componentes curriculares de química e naquelas da área de ensino de química pode contribuir para a almejavél interdisciplinaridade na licenciatura em química e, ao mesmo tempo, apontar aos futuros docentes maneiras de colaborar para um processo interdisciplinar na educação básica e para a promoção da leitura de modo a vislumbrar uma formação cultural mais ampla aos estudantes de diferentes níveis de ensino.

► experimentação, literatura, formação de professores ◀

Recebido em 15/02/2013, aceito em 22/06/2013

93

A articulação entre literatura e ensino de ciências da natureza tem sido objeto de reflexões com apontamentos bastante favoráveis a tal aproximação. Zanetic (2005), nesse contexto, chama a atenção para o fato de os professores de ciências da natureza (biologia, física e química) – assim como os das demais componentes curriculares – serem igualmente professores de leitura. Para o autor, a utilização de obras literárias em diferentes componentes curriculares pode favorecer o estabelecimento de práticas interdisciplinares.

Um dos possíveis exemplos de articulação entre o ensino de ciências da natureza e a literatura é abordado por Piassi (2011) ao analisar aspectos socioculturais do discurso científico em romances do escritor e cientista Arthur Clarke¹, de modo a sinalizar as potencialidades de suas obras no ensino de física. Em sua análise, este argumenta que os romances de Arthur Clarke não se limitam a veicular

a dimensão conceitual do conhecimento científico, uma vez que expõem o valor social e cultural do conhecimento em si, de maneira a realçar a função que pode ser desempenhada pela literatura no processo educacional. Outro exemplo é tratado por Porto (2000) ao argumentar em torno do poten-

cial do poeta brasileiro Augusto dos Anjos² – que não raramente se utiliza de elementos científicos em suas composições poéticas – e seu estudo no ensino de química. A poesia do lusitano Antônio Gedeão³ também é apontada como uma possibilidade profícua de articulação entre ciência e literatura no ensino de química (Silva, 2011).

A obra do escritor italiano Primo Levi⁴ tem se destacado no ensino de química, especificamente pelo livro *A Tabela*

Periódica, publicado em 1975. Pinto Neto (2008) ressalta que a formação de professores de química não pode se restringir a si mesma ou aos conteúdos pedagógicos a ela relacionados. Ou seja, precisa ser uma formação cultural mais ampla e, nesse cenário, o autor aponta esse livro como uma leitura recomendável para docentes de química. Já Osório et al.

A obra do escritor italiano Primo Levi⁴ tem se destacado no ensino de química, especificamente pelo livro *A Tabela Periódica*, publicado em 1975. Pinto Neto (2008) ressalta que a formação de professores de química não pode se restringir a si mesma ou aos conteúdos pedagógicos a ela relacionados. Ou seja, precisa ser uma formação cultural mais ampla e, nesse cenário, o autor aponta esse livro como uma leitura recomendável para docentes de química.

A seção "Espaço aberto" visa abordar questões sobre Educação, de um modo geral, que sejam de interesse dos professores de Química.

(2007) sinalizam a exploração da mesma obra em aulas de química na educação superior. No estudo, apresentam um relato acerca do uso de um trecho do capítulo intitulado Potássio, em que os estudantes foram desafiados a explicitar seus conhecimentos iniciais em química, conforme ao que era apresentado no trecho em questão – contribuição caracterizada positivamente pelos autores em relação à utilização do texto de Primo Levi –, além de se envolverem com a resolução de problemas associada à leitura do trecho mencionado.

Com base no exposto, examinam-se trechos de *A Tabela Periódica* com a finalidade de caracterizar o potencial do livro para ensinar sobre a experimentação em componentes curriculares da área de ensino de química (metodologia do ensino de química e análogas) na formação inicial de professores. No entanto, cabe destacar do que este trabalho não trata: não se pretende analisar, com o olhar contemporâneo, a experimentação da época retratada por Levi. A análise apresentada se preocupou em não incorrer em um anacronismo. Peremptoriamente não é um trabalho de história da educação nem dela busca se aproximar, embora se reconheça a importância de uma abordagem de caráter histórico. O trabalho tampouco se articula com estudos da teoria literária. Isso significa que olhares de outras áreas sobre a obra em discussão são relevantes e necessários. Também não se analisa o conteúdo químico da obra, embora eventualmente se expressem comentários a respeito desse aspecto. Reitera-se que o potencial da exploração de *A Tabela Periódica* em aulas de química, propriamente ditas, já foi objeto de estudo na literatura (Osório et al. 2007), e apontar tal potencial não constituiria uma novidade.

Argumenta-se que esse livro pode ser utilizado não somente em componentes curriculares de conteúdo específico para ensinar química, mas igualmente em componentes curriculares da área de ensino de química na formação inicial de professores e na formação de docentes em serviço para problematizar a experimentação na qualidade de conteúdo da formação de professores dessa ciência.

A Tabela Periódica: breve contextualização

A Tabela Periódica é uma obra memorialista com histórias da vida de Primo Levi, com exceção de dois contos ficcionais. Foi traduzido para diversos idiomas como inglês, francês, alemão e português. Possui 21 capítulos, cada um intitulado com o nome de um elemento químico e com histórias que retratam diferentes momentos da vida do escritor, desde a adolescência, passando pela vida de estudante universitário e de químico, até os momentos no campo de concentração nazista de Auschwitz. Levi era de família judaica e teve seu

diploma de graduação em química marcado com a expressão raça judia, aspecto comentado no livro.

Um dos temas explorados em *A Tabela Periódica* é o trabalho. Este é um dos pontos abordados em uma entrevista concedida ao escritor estadunidense Philip Roth e que aparece como apêndice no livro. Na entrevista, Levi ressalta que o trabalho para ele se apresentou como um processo de resolução de problemas e que em sua tabela emerge o trabalho de um químico que se dedicou a resolver problemas. O escritor comenta inclusive sobre o trabalho no campo de concentração nazista. Barengi (2005, p. 189), ao desenvolver reflexões sobre uma tradição memorialista europeia na literatura, expõe:

Argumenta-se que esse livro pode ser utilizado não somente em componentes curriculares de conteúdo específico para ensinar química, mas igualmente em componentes curriculares da área de ensino de química na formação inicial de professores e na formação de docentes em serviço para problematizar a experimentação na qualidade de conteúdo da formação de professores dessa ciência.

[...] *Tabela periódica, autobiografia de um químico e celebração solene (em seu tom coloquial e às vezes abertamente humorístico) do incomparável valor humano do trabalho. Até o parêntese trágico de Auschwitz encontrará espaço, neste livro, em relação a uma atividade produtiva: no caso, a construção de pedrinhas de isqueiro a partir de pequenos cilindros de cério, posteriormente trocadas por pão. O espírito do homo faber podia, enfim, sobreviver mesmo no Lager, e com ele a capacidade potencial de reencontrar um lugar no mundo de fora. Entretanto, já notamos como o início de “Cério” denuncia uma descontinuidade quanto ao eu de então: “para mim é difícil reconstituir que espécie de exemplar humano correspondia, em novembro de 1944, ao meu nome, ou melhor, ao meu número 174.517”.*

Se o tema do trabalho chama a atenção, os comentários não se restringem a tal assunto. Outro escritor estadunidense, ganhador do Prêmio Nobel de Literatura de 1976, Saul Bellow, fez o seguinte comentário: “Sempre estamos em busca do livro necessário. Depois de poucas páginas mergulhei em *A Tabela Periódica* com prazer e gratidão. Não há nada supérfluo, tudo neste livro é essencial” (Levi, 1994, p. 254). Enfim, *A Tabela Periódica* é uma obra atraente e complexa que tem um potencial formativo maior do que este trabalho pretende e pode explorar. Como expressa Zanetic (2006, p. 69), por meio de um questionamento: “As grandes obras literárias [...] não poderiam, portanto, servir de convite para apreender algo sobre a física e sua epistemologia cambiante ao longo do tempo, mesmo para aqueles indivíduos que dizem detestar as ciências?”. Assume-se, em resposta a Zanetic (2006), que as obras literárias podem favorecer aprendizagens diversas, incluindo aquelas relacionadas à física e sua epistemologia – objetos de discussão do autor. *A Tabela Periódica* é uma dessas obras.

Portanto, a apresentação inicial de *A Tabela Periódica* tem a intenção de, entre outros aspectos, não valorizar uma visão reducionista do livro neste trabalho que centrará a discussão em torno da experimentação. O argumento desenvolvido é que *A Tabela Periódica* também tem potencialidade de ser explorada para tratar da experimentação no ensino de química como discutiremos a seguir.

A Tabela Periódica e a experimentação

A experimentação tem se constituído em um dos conteúdos da docência em química. Tem ocupado espaço de destaque na literatura em didática das ciências, mediante sugestões inovadoras de como abordá-la, por exemplo, por meio de representações teatrais (Gough, 1998). Entretanto, a abordagem da experimentação por intermédio da literatura é, no mínimo, incipiente. Em *A Tabela Periódica*, há vários trechos – entre os quais, examinar-se-á uma parcela – que podem ser utilizados em componentes curriculares da área de ensino de química – até mesmo de química propriamente – e no estudo em torno da experimentação no ensino de ciências/química. As citações analisadas são mais longas do que o desejável, porém necessárias para desenvolver a argumentação em torno da pertinência da obra em questão para o estudo das atividades experimentais.

Um dos trechos expõe a promoção de um experimento na graduação em química⁵ em que aparece um problema: “como destilar o benzeno?”, como um desafio ao estudante Levi:

Encontrei no porão um garrafão de benzeno técnico, com 95 por cento de pureza: melhor do que nada, mas os manuais recomendavam retificá-lo e em seguida submetê-lo a uma última destilação em presença do sódio, para livrá-lo dos últimos vestígios de umidade. [...]

[...] se tratava de destilar pela segunda vez, em presença do sódio. O sódio é um metal degenerado: antes, é um metal apenas no significado químico da palavra, não certamente no da linguagem cotidiana. Não é nem rígido nem elástico, mas sim mole como a cera; não é brilhante, ou melhor, só o é quando conservado com

atenções maníacas, já que de outro modo, reage em poucos instantes com o ar, recobrando-se de uma camada feia e áspera: com rapidez até maior reage com a água, sobre a qual flutua (um metal que flutua!) dançando freneticamente e soltando hidrogênio. Revirei inutilmente os desvãos do Instituto: encontrei dúzias de ampolas etiquetadas, centenas de compostos abstrusos, outros vagos sedimentos anônimos

aparentemente não tocados há gerações, mas sódio nada. Encontrei, porém, um pequeno frasco de potássio: o potássio é irmão gêmeo do sódio, por isso me apropriei dele e voltei à minha ermida.

Pus no pequeno balão do benzeno um grão de potássio “do tamanho de meia ervilha” (assim rezava o manual) e destilei diligentemente o material: no fim da operação, apaguei a chama como se deve, desmontei o aparelho, esperei que o pouco líquido restante no balão esfriasse um pouco e em seguida, com uma vareta de ferro longa e pontiaguda, espetei a “meia ervilha” de potássio e a retirei.

[...] tratei minha metade de ervilha como uma relíquia sagrada; deposei-a num pedaço enxuto de papel filtro, fiz um pequeno embrulho, desci para o pátio do Instituto, escavei uma minúscula sepultura e nela enterrei o pequeno cadáver endemoninhado. Pisoteei bem a terra e tornei a subir até o trabalho.

Peguei o balão vazio, botei-o sob a torneira e deixei correr a água [...].

Ouviu-se um rápido estampido, do gargalo do balão saiu uma labareda direto para a janela que ficava perto da pia e as cortinas pegaram fogo. Enquanto me atrapalhava em busca de algum meio de extinção, mesmo primitivo, começaram a se chamuscar as folhas da janela e o local já estava cheio de fumaça. Consegui encostar uma cadeira e arrancar as cortinas: joguei-as por terra e as pisei com raiva, enquanto a fumaça já quase me cegava e o sangue me batia violentamente nas têmporas.

[...] achei pelo chão os fragmentos do balão; num deles, vendo bem, se percebia com dificuldade uma manchinha branca. Testei-a com fenolftaleína: era uma base, era hidróxido de potássio. O culpado fora encontrado: aderente ao vidro do balão devia ter restado um minúsculo fragmento de potássio, o bastante para reagir com a água que eu havia jogado e incendiar os vapores do benzeno. (Levi, 1994, p. 62-64)

O trecho suscita reflexões sobre o papel do erro nas atividades experimentais para a aprendizagem discente. É certo que acidentes em laboratórios precisam ser evitados, por outro lado, como há muito já apontou Bachelard (1996), a experiência exigente é a que falha. Soma-se a isso o fato de ser necessária a reflexão sobre os próprios procedimentos experimentais, pois insistentemente as pesquisas em ensino de ciências destacam que os estudantes precisam saber tanto o que estão realizando como por que estão promovendo tal procedimento e não outro.

O trecho suscita reflexões sobre o papel do erro nas atividades experimentais para a aprendizagem

discente. É certo que acidentes em laboratórios precisam ser evitados, por outro lado, como há muito já apontou Bachelard (1996), a experiência exigente é a que falha. Soma-se a isso o fato de ser necessária a reflexão sobre os próprios procedimentos experimentais, pois insistentemente as pesquisas em ensino de ciências destacam que os estudantes precisam saber tanto o que estão realizando como por que estão promovendo tal procedimento e não outro. Aliás,

o próprio Bachelard (1996, p. 50), ao se referir a um período bastante próximo ao de Primo Levi, chama a atenção para a função dos professores nas atividades experimentais:

[...] as experiências marcantes, cheias de imagens, são falsos centros de interesse. É indispensável que o professor passe continuamente da mesa de experiência para a lousa, a fim de extrair o mais depressa possível, o abstrato do concreto. Quando voltar à experiência, estará mais preparado para distinguir os aspectos orgânicos do fenômeno.

O caso narrado é um exemplo do quanto os conteúdos procedimentais se relacionam com os conhecimentos conceituais (Pozo, 2003). O próprio Levi procura explicar o porquê de o acidente ter ocorrido com base em seus conhecimentos conceituais. Portanto, o erro que consideramos importante para a aprendizagem não é um erro que o estudante consegue se desvencilhar imediatamente. O fragmento explorado aqui poderia ser utilizado pelo formador não somente para ensinar sobre uma característica que a atividade experimental pode assumir, ou seja, a de que nem sempre precisa dar certo para que se possa aprender. O formador pode discutir conhecimentos químicos com os alunos como a afirmação⁵ de que é de conhecimento de todos que o potássio em contato com a água não só libera hidrogênio, mas também se inflama. Quem se inflama, de fato, é o gás hidrogênio liberado na reação, assim como na reação análoga do sódio metálico com a água. No trecho examinado, aparece ainda um contraexemplo a respeito de como se deve proceder em torno dos resíduos gerados em um experimento. Diga-se de passagem, essa é uma temática emergente associada às atividades experimentais (Silva e Machado, 2008) e não se constituía como uma preocupação hegemônica naquele momento. Ensinar a tratar os resíduos, quando não são preferencialmente evitados, é um modo de fomentar aprendizagens não somente de conceitos e procedimentos, mas também de atitudes por meio das atividades experimentais.

Há outros trechos no livro que contribuem para reforçar a interpretação de que o contexto educacional vivenciado por Primo Levi (1994, p. 45) não privilegiava ainda a atenção à integridade física dos envolvidos no experimento – pelo menos, não como se imagina que deva ser na atualidade. Segue o trecho mencionado:

Nem mesmo aqui ninguém havia despendido muitas palavras para ensinar-nos a nos defender dos ácidos, dos cáusticos, dos incêndios e das explosões: parecia que, segundo a rude moral do Instituto, se contava com a obra da seleção natural para eleger entre nós os mais adaptados à sobrevivência física e profissional. Os escapes de ventilação eram poucos, cada qual, segundo as prescrições do texto, no curso da análise sistemática fazia evaporar escrupulosamente no ar uma boa dose de ácido clorídrico e de amoníaco, de sorte que no laboratório ficava permanen-

temente estagnada uma densa névoa esbranquiçada de cloreto de amônia, que se depositava nas vidraças das janelas em miúdos cristais cintilantes. Na câmara do ácido sulfídrico, atmosfera mortífera, se retiravam casais desejosos de intimidade e algum solitário para merendar.

O trecho pode provocar a discussão sobre a necessidade de dar mais atenção à integridade daqueles que frequentam o laboratório. É um assunto de caráter mais emergente que merece ser tratado no estudo sobre as atividades experimentais no ensino de química, uma vez que não se pode promover tais atividades a qualquer preço. No contexto brasileiro, cabe destacar que atualmente o Estatuto da Criança e do Adolescente (Brasil, 1990) proíbe práticas que coloquem em risco a integridade física de estudantes na faixa etária em questão. Isso significa que é insuficiente explorar experimentos com materiais de baixo custo e de fácil aquisição como amiúde tem fomentado a literatura em Didática das Ciências, pois não obrigatoriamente permitem que o experimento seja realizado em condições de segurança. Esse assunto não é uma obviedade como pode parecer.

Em *A Tabela Periódica*, a atividade de laboratório transcende a dimensão acadêmica. Os experimentos na atividade do químico industrial se fazem presentes. Primo Levi (1994, p. 173-175) relata um momento da vida profissional em que foi consultado, com o seu sócio, para resolver um problema para um fabricante de batons. Segue o trecho da história:

[...] e apareceu por fim o cliente sonhado, aquele que queria de nós uma consulta.

[...] Me explicou que era o proprietário de uma fábrica de cosméticos e tinha problemas com um certo tipo de batom. Bom, que nos trouxesse uma amostra: mas não, disse, tratava-se de um problema particular, a ser examinado no local; melhor que um de nós dois o visitasse, assim poderíamos perceber o inconveniente. Amanhã às dez? Amanhã.

[...] O proprietário agarrou grosseiramente uma das moças [que trabalhavam na fábrica], meteu-lhe uma das mãos na nuca para aproximar sua boca de meus olhos, e me convidou a observar bem o contorno dos lábios: aí está, veja, algumas horas depois da aplicação, especialmente quando faz calor, o rouge anda, se mete por estas pequenas rugas que mesmo as mulheres jovens têm em torno dos lábios, e assim se forma uma horrível teia de aranha de fios vermelhos, que apaga o contorno e arruína todo o efeito.

[...] Pedi ao descarado a fórmula de seu batom bem como uma amostra de ambos os produtos. Lendo a fórmula, logo tive a suspeita de onde vinha o problema, mas me pareceu mais oportuno certificar-me e fazer vir o veredicto um pouco mais de cima, e pedi dois dias “para as análises” [...].

Chegado ao laboratório, peguei um pedaço de papel de filtro, nele fiz dois pontinhos vermelhos com as

duas amostras e o pus na estufa a 80 graus. Quinze minutos depois se via que o pontinho relativo ao batom da esquerda permanecera como tal, ainda que circundado por um halo gorduroso; ao contrário, o ponto relativo ao batom da direita estava desbotado e dilatado, tornara-se uma aureola cor-de-rosa do tamanho de uma moeda [...]. Eu tinha feito meu dever profissional: escrevi um relatório, anexei a fatura com os selos devidos e a pitoresca amostra do papel de filtro, voltei à fábrica, entreguei, recebi o pagamento e quis despedir-me.

Em uma entrevista concedida e presente no livro *A Tabela Periódica*, Levi reconhece que a sua atividade de químico tem como marca a resolução de problemas. Ainda que nem sempre um químico esteja trabalhando para resolver um problema, a construção do conhecimento científico, de acordo com a epistemologia contemporânea (Bachelard, 1996), está associada a um problema, a uma pergunta. Em harmonia com isso, as pesquisas em ensino de ciências têm apontado propostas metodológicas para a experimentação por meio da resolução de problemas (Hofstein et al., 2005; Reigosa Castro e Jimenez Aleixandre, 2000; Gil Perez et al., 1999; Gil e Valdés, 1996). Esse modo de promover experimentos contrasta com aquela perspectiva que procura unicamente comprovar na prática os conhecimentos teóricos estudados previamente. A pobreza que representam as atividades experimentais de comprovação no processo de ensino e aprendizagem de ciências – há muito identificada pelos pesquisadores – pode ser superada pelos experimentos baseados em resolução de problemas. Conforme mencionado, existem diferentes propostas metodológicas para esse modo de promover experimentos. Por exemplo, os chamados experimentos *p.p.* – *plantean problema* – caracterizam-se pela presença de diferentes dimensões, quais sejam: elaboração de perguntas que consideram o conhecimento inicial dos estudantes; indicação de soluções prováveis para o problema; comprovação das soluções; e compartilhamento e discussão dos procedimentos e soluções (De Jong, 1998). Os estudantes podem participar de todas as etapas – construção do problema, formulação de hipóteses, planejamento e realização do experimento, apontar dados, observações e propor conclusões – dos experimentos *p.p.* ou de parte delas. Ou seja, existem diferentes níveis desse tipo de experimento.

Em uma entrevista concedida e presente no livro *A Tabela Periódica*, Levi reconhece que a sua atividade de químico tem como marca a resolução de problemas. Ainda que nem sempre um químico esteja trabalhando para resolver um problema, a construção do conhecimento científico, de acordo com a epistemologia contemporânea (Bachelard, 1996), está associada a um problema, a uma pergunta.

A descrição do comportamento do Professor D. ao ser questionado – aparentemente tratada com certa ironia ou humor por Levi ao afirmar que um professor não pode errar – e não se pronunciar sobre o questionamento, remete a cenas indesejáveis de aulas de laboratório – especialmente da educação superior, como a descrita no fragmento – que valorizam a suposta neutralidade do processo de ensino e aprendizagem.

Em suma, o exposto é um exemplo de que a experimentação tanto no meio acadêmico – considerando o experimento de destilação do benzeno – quanto no industrial pode se relacionar com o processo de resolução de problemas. Em outro trecho, fica mais explícito que experimentos relatados pelo escritor com características investigativas – por exemplo, investigar quais os metais presentes em uma determinada amostra – distanciam-se daquilo que a literatura apresenta atualmente como proposta para o ensino de ciências:

[...] Às duas da tarde o Professor D., de ar ascético e distraído, distribuía a cada um de nós um grama exato de um certo pó muito fino: para o dia

seguinte era preciso completar a análise qualitativa, isto é, relatar que metais e não metais aí se continham. Relatar por escrito, na forma dissertativa, de sim e de não, porque não se admitiam dúvidas nem hesitações: de cada vez era uma escolha, uma deliberação; uma ação madura e responsável, para a qual o fascismo não nos havia preparado, o que exalava um bom odor, seco e limpo.

[...] De um modo ou de outro, aqui a relação com a Matéria mudava, tornava-se dialética, tratava-se de uma luta de esgrima, uma luta a dois. Dois adversários desiguais: por uma parte, a interrogar, o químico implume, inerte, com o livro de texto de Autenrieth como único aliado (porque D., frequentemente chamado em socorro nos casos difíceis, mantinha uma escrupulosa neutralidade, ou seja, se recusava a pronunciar-se: sábia atitude, porque quem se pronuncia pode errar e um professor não deve errar) [...]. (Levi, 1994, p. 44)

A descrição do comportamento do Professor D. ao ser questionado – aparentemente tratada com certa ironia ou humor por Levi ao afirmar que um professor não pode errar – e não se pronunciar sobre o questionamento, remete a cenas indesejáveis de aulas de laboratório – especialmente da educação superior, como a descrita no fragmento – que valorizam a suposta neutralidade do processo

de ensino e aprendizagem. Pela história do escritor italiano, é possível identificar possíveis influências de uma visão empirista-indutivista que acredita que a fonte segura do experimento é a experiência sensível. Como o contexto da história relatada por Levi acontece na primeira metade do século passado, é um indicativo do quanto podem perdurar

as influências da perspectiva empirista-indutivista sobre o ensino de ciências da natureza na educação superior, já que ainda hoje, mais do que o esperado, parece permear práticas educativas.

De outra parte, torna-se necessário enfrentar visões reducionistas que associam a resolução de problemas/investigação à dimensão puramente experimental. Aliás, a epistemologia contemporânea, ao longo dos anos, tem contribuído para enfrentar tal compreensão. Na sequência, explora-se um trecho com um entendimento que reforça a ideia de que uma investigação/resolução de problema transcende a experimentação. Trata-se de um fragmento complementar àquele acerca das análises das amostras de batons, antes abordado:

Mas o sujeito me reteve: estava satisfeito com o trabalho e queria me propor um negócio. Podia conseguir-lhe alguns quilos de aloxana? Pagava muito bem, desde que me empenhasse por contrato a fornecê-la somente a ele. Tinha lido em não sei qual revista que a aloxana, em contato com as mucosas, confere-lhes uma cor vermelha extremamente duradoura, porque não é uma superposição, um verniz como o batom, em resumo, mas uma verdadeira tintura, como as que se aplicam à lã e ao algodão.

Engoli em seco e respondi, de todo modo, que se poderia ver [...].

Logo que me foi possível, corri à biblioteca: refiro-me à venerável biblioteca do Instituto Químico da Universidade de Turim, naquele tempo tão inacessível quanto Meca para os infieis, dificilmente acessível mesmo para os fiéis como eu [...]. Consegui entrar; superei as provas e, em primeiro lugar, me apressei em refrescar a memória com a composição e estrutura da aloxana. (Levi, 1994, p. 175-176)

Pode-se notar que não se resolve um problema de caráter empírico no campo da química unicamente realizando experimentos. Entender a resolução de problemas como um processo exclusivamente experimental é uma visão reducionista do processo de resolução de problema. A resolução de problemas e a investigação envolvem atividades diversificadas para além da experimentação. Ler e escrever são atividades intrínsecas ao trabalho do cientista (Sutton, 2002) e do químico. A comunicação dos trabalhos realizados é outra etapa de uma investigação ou resolução de um problema, pois a validação de um conhecimento científico se relaciona com a socialização deste em congressos, periódicos etc. Embora Primo Levi esteja narrando o trabalho de um químico e não propriamente o de um pesquisador na área

[...] aprender a resolver problemas não é algo relevante só para quem será cientista. De outra parte, é importante ensinar aos alunos que nem todo problema tem uma solução na qual se precisa promover experimento para identificá-la. Desse modo, parece uma possibilidade o fomento a atividades experimentais dentro de uma perspectiva de aprendizagem por resolução de problema, mas que a solução do problema não se restrinja à experimentação.

de química, fica implícito que o primeiro também pode realizar, na sua atuação profissional, trabalhos de investigação. Logo, aprender a resolver problemas não é algo relevante

só para quem será cientista. De outra parte, é importante ensinar aos alunos que nem todo problema tem uma solução na qual se precisa promover experimento para identificá-la. Desse modo, parece uma possibilidade o fomento a atividades experimentais dentro de uma perspectiva de aprendizagem por resolução de problema, mas que a solução do problema não se restrinja à experimentação. Isso é um modo de favorecer aprendizagens mais coerentes com os posicionamentos da epistemologia

da ciência e que podem ser reforçadas com a exploração de textos literários, como o que analisamos aqui, em cursos de formação de professores de ciências da natureza.

Em suma, o livro *A Tabela Periódica* exibe um potencial para proporcionar a aproximação não somente entre o ensino de química e a literatura, mas também entre esta e a formação de docentes na componente curricular em questão. Entende-se que a experimentação ocupa um lugar de destaque na obra analisada, de modo que pode suscitar diferentes discussões em torno das atividades experimentais e, ao mesmo tempo, colaborar para uma formação leitora dos estudantes da educação superior.

Síntese e encaminhamentos

Diante do exposto, reforçou-se o argumento de que *A Tabela Periódica* apresenta uma potencialidade para ser utilizada em componentes curriculares da área de ensino de química como forma de estudar a experimentação. Dado que já se conhecem as discussões em torno do uso do texto desse livro em aulas de química na educação superior (Osório et al., 2007), a sua exploração em componentes curriculares da área de ensino de química pode ser uma forma de fomentar a desejável interdisciplinaridade na formação inicial de professores de química como sugerem as pesquisas ao longo dos anos e os textos oficiais para formação docente dessa ciência (Brasil, 2002; 2001). A abordagem interdisciplinar da experimentação pode ser enriquecida com o apoio de outras componentes curriculares como as de história das ciências. Em outros termos, a interdisciplinaridade estaria sustentada na colaboração entre diferentes formadores e não em uma atuação polivalente deles.

Uma prática de caráter interdisciplinar dos formadores de professores de química pode ser um modo de incentivar e exemplificar como promover tal prática na educação básica. No ensino médio, o livro pode ser explorado por diferentes componentes curriculares: química, história, língua portuguesa, literatura, sociologia etc. Além disso, pode-se

enriquecer por meio do uso da literatura em sala de aula a prática da leitura entre os estudantes. É importante explicitar o entendimento de trabalho interdisciplinar que se está considerando. Ou seja, o estudo do livro de Primo Levi poderia constituir uma abordagem interdisciplinar em que as várias ciências são exploradas no estudo de temas orientadores do trabalho escolar, de modo a respeitar a fragmentação representada pelas áreas de conhecimento e simultaneamente a totalização (Delizoicov e Zanetic, 1993), superando a ideia de um professor polivalente. A exploração da obra *A Tabela Periódica* pelas componentes curriculares mencionadas transcende a compreensão comum de articulação somente entre componentes curriculares de uma mesma área (química, física e biologia), apontando a possibilidade de articulação entre componentes curriculares da área de ciências da natureza e componentes curriculares da área de ciências humanas, por exemplo.

Seja na educação superior ou básica, a utilização da literatura pode, como argumentamos inicialmente, favorecer uma formação cultural mais ampla para os aprendizes. Com isso, defende-se tacitamente um olhar não reducionista em torno do livro *A Tabela Periódica* – o que em parte é proporcionado por uma determinada abordagem de caráter interdisciplinar – nem uma visão utilitarista da literatura no ensino de química, que cumpriria a função de ser apenas mais um recurso didático.

Cumprir notar que no uso da literatura em sala de aula estão subjacentes compreensões docentes e discentes em torno do ato da leitura. A história de leitura dos estudantes, por exemplo, é um aspecto que pode influenciar na interação do leitor com o texto. Reconhecer isso significa implicitamente afirmar que a leitura não é um processo neutro. Compartilha-se aqui do entendimento de Freire (2008) acerca do ato de leitura, em que a qualidade deste não está expressa no número de páginas lidas. Obviamente isso não significa uma contraposição ao incentivo à leitura, todavia é uma crítica ao entendimento da leitura como pura memorização e decodificação de sinais. Como afirmou Freire (2008), a leitura da palavra não pode preceder a leitura de mundo, ou seja, a leitura não é neutra.

Cumprir notar que no uso da literatura em sala de aula estão subjacentes compreensões docentes e discentes em torno do ato da leitura. A história de leitura dos estudantes, por exemplo, é um aspecto que pode influenciar na interação do leitor com o texto. Reconhecer isso significa implicitamente afirmar que a leitura não é um processo neutro.

Portanto, a exploração da literatura na formação de professores e no ensino de química, mais especificamente da obra tratada neste artigo, precisa se distanciar daquilo criticado pelo educador brasileiro: as denominadas lições de leitura – no sentido tradicional da expressão. Ou seja, práticas em que os estudantes precisam ler um enorme número de páginas e prestar contas desse ato, mas sem o necessário aprofundamento nos textos. Em outras palavras, a exploração por si só de *A Tabela Periódica* não obrigatoriamente favorecerá a apropriação de uma visão mais crítica em torno das atividades experimentais no ensino de química. A presença da literatura na formação de professores precisa ser acompanhada de uma compreensão que supere os problemas aqui expostos em torno da leitura.

Notas

1. Arthur Clark foi um escritor de ficção científica, falecido em 2008, e roteirista do famoso filme *2001: uma odisseia no espaço*.

2. O poeta paraibano Augusto dos Anjos atuou no início do século

passado, falecendo muito jovem, aos 30 anos, em 1914.

3. O poeta português António Gedeão (1906-1997), pseudônimo de Rômulo Vasco da Gama de Carvalho, exerceu, entre outras atividades, a de professor de química e física, cientista e historiador da ciência.

4. Primo Levi (1919-1987) foi químico e exerceu essa profissão simultaneamente à de escritor. Sua obra mais famosa *É isto um homem?*, de 1947, foi traduzida para a língua portuguesa e publicada no Brasil. Tanto nessa obra como em *A Tabela Periódica*, o escritor explora a memória do tempo em que passou em campo de concentração nazista. Todavia, *A Tabela Periódica* contribui de forma original para disseminar o que faz um químico.

5. Primo Levi se formou em Química em 1941 na Universidade de Turim, Itália.

Fábio Peres Gonçalves (fabio.pg@ufsc.br), licenciado em Química pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), mestre e doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), é docente do Departamento de Química e do PPGECT da UFSC. Florianópolis, SC – BR.

Referências

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARENGHI, M. A memória da ofensa. Recordar, narrar, compreender. *Novos Estudos*, n. 73, p. 175-191, 2005.

BRASIL. *Estatuto da criança e do adolescente*: Lei federal n. 8069, de 13 de julho de 1990. Rio de Janeiro: Imprensa Oficial, 2002.

_____. Ministério da Educação. *Conselho Nacional de Educação*. Parecer CNE/CES 1.303, 2001.

_____. *Conselho Nacional de Educação*. Resolução CNE/CP n. 2, de 19 de fevereiro de 2002.

DE JONG, O. Los experimentos que plantean problemas en las aulas de química: dilemas y soluciones. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 16, n. 2, p. 305-314, 1998.

DELIZOICOV, D. e ZANETIC, J. A proposta de interdisciplinaridade e o seu impacto no ensino fundamental de 1º grau. In: PONTUSCHKA, N. *Ousadia no diálogo*: interdisciplinaridade

na escola pública. São Paulo: Loyola, 1993. p. 9-15.

FREIRE, P. *A importância do ato de ler: em três artigos que se complementam*. 49. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

GIL PÉREZ, D.; FURIÓ MÁ, C.; VALDÉS, P.; SALINAS, J.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; GUI SOLA, J.; GONZÁLES, E.; DUMAS-CARRÉ, A.; GOFFARD, M. e CARVALHO, A.M.P. Tiene sentido seguir distinguendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz e papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.

GIL, D. e VALDÉS, P. La investigación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1996.

GOUGH, N. 'If this were played upon a stage...': school laboratory work as a theatre of representation. In: WELLINGTON, J. *Practical work in school science: which way now?* London: Routledge, 1998. p. 69-89.

HOFSTEIN, A.; NAVON, O.; KIPNIS, M. e NAAMAN-MAMLOK, R. Developing student' ability to ask more and better questions resulting from inquire-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 42, n. 7, p. 791-806, 2005.

LEVI, P. *A Tabela Periódica*. Tradução Luiz Sérgio Henriques. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1994.

OSÓRIO, V.K.L.; TIEDEMANN, P.W. e PORTO, P. Primo Levi and The Periodic Table: teaching chemistry using a literary text. *Journal of Chemical Education*, v. 84, n. 5, p. 775-778, 2007.

PIASSI, L.P. A perspectiva sociocultural da física nos romances

de ficção científica de Arthur Clarke. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 11, n. 2, p. 205-226, 2011.

PINTO NETO, P.C.A Química segundo Primo Levi. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14, 2008. *Anais...* Curitiba: UFPR, 2008.

PORTO, P. Augusto dos Anjos: ciência e poesia. *Quím. nova esc. – São Paulo-SP, BR.*, n. 11, p. 30-34, 2000.

POZO, J.I. Aprendizagem de conteúdos e desenvolvimento de capacidades no ensino médio. In: COLL, C. et al. *Psicologia da aprendizagem no ensino médio*. Porto Alegre: Artmed, 2003. p. 43-66.

REIGOSA CASTRO, C.E. e JIMENÉZ ALEIXANDRE, M.P. La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 18, n. 2, p. 275-284, 2000.

SILVA, C.S. Poesia de Antônio Gedeão e a formação de professores de Química. *Quím. nova esc. – São Paulo-SP, BR.*, v. 33, n. 2, p. 77-84, 2011.

SILVA; R.R. e MACHADO, P.F.L. Experimentação no ensino médio de química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos – um estudo de caso. *Ciência & Educação*, v. 14, n. 2, p. 233-249, 2008.

SUTTON, C. Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 21, n. 1, p. 21-25, 2002.

ZANETIC, J. Física e cultura. *Ciência e Cultura* (SBPC), São Paulo, v. 57, n. 3, p. 21-24, 2005.

ZANETIC, J. Física e literatura: construindo uma ponte entre duas culturas. *História, Ciências e Saúde – Manguinhos*, v. 13, suplemento, p. 55-70, 2006.

Abstract: *Experimentation and literature: contributions to Chemistry teacher-training.* This paper looks at the Italian writer Primo Levi's book *The Periodic Table* and draws attention to its potential relevance for approaches to experimentation in curricular content in the field of Chemistry teacher-training. It goes on to suggest that the exploration of this work in conjunction with the curricular elements of Chemistry and Chemistry teacher-training may contribute towards the inter-disciplinarity that is so desirable on Chemistry teacher-training courses, and may also inspire future teachers to find ways of fostering interdisciplinary learning in schools, and ways of promoting reading in general so as to offer a broader cultural education for students at all levels.

Keywords: experimentation, literature, teacher-training.