

Constante de Planck: Uma Nova Visão para o Ensino Médio

Sílvia Lima de Moura, Francisco Ivan da Silva, Francisco Carlos Marques da Silva e José Aroldo Viana dos Santos

A seção *Experimentação no ensino de química* descreve experimentos cuja implementação contribua para o aprimoramento e a interpretação de conceitos químicos no ensino médio e fundamental e que utilizem materiais de fácil aquisição, permitindo sua realização em qualquer das diversas condições das escolas brasileiras. Este artigo descreve um experimento simples para a determinação da constante de Planck em sala de aula.

► constante de Planck, LED, ensino médio ◀

Recebido em 20/06/2011, aceito em 13/10/2011

A constante de Planck, que tem o nome em homenagem ao físico alemão Max Karl Ludwig Planck (1858-1947), é uma das mais importantes constantes no mundo quântico, fundamental para o entendimento de vários conceitos e interpretações físicas e químicas. No entanto, alguns livros didáticos de química do ensino médio a apresentam, quando trabalham o conceito de quantização da energia, como sendo simplesmente um número determinado a partir de um padrão adotado. Outros a tratam unicamente como sendo um número positivo, um “pacote” ou “um tanto” de energia. A expressão teoria quântica tem origem no termo latino *quantum*, que significa unidade mínima, indivisível. Foi utilizada por Max Planck em 1900, no trabalho que deu início ao desenvolvimento da Mecânica Quântica. Pode-se dizer, por exemplo, que o átomo era o quantum de matéria (antes de se descobrir que ele próprio é divisível) e que o elétron corresponde ao quantum de eletricidade. À época de Planck, admitia-se que algumas grandezas eram descontínuas, divididas em

unidades (como a carga elétrica). Outras, no entanto, classificavam-se como contínuas. A física quântica começou a despontar com a hipótese de que a própria energia devia ser decomposta em unidades mínimas ou quanta (o plural de quantum). Posteriormente, outros aspectos, como o indeterminismo e a dualidade onda-partícula, passaram a caracterizá-la, sem que apresentassem relação direta com o significado original do termo quantum. Para a ciência, longe de sofrer uma revolução ou mesmo ser criada uma nova teoria, a intenção de Planck era simplesmente tentar compreender um fenômeno específico, que pouco ou nenhum interesse despertava na maioria dos cientistas da época. Ele buscava uma explicação para as características especiais da luz emitida por corpos aquecidos (ou mais exatamente aquilo que os físicos chamam de *Radiação de corpo negro*). No final de 1900, ele chegou

A expressão teoria quântica tem origem no termo latino *quantum*, que significa unidade mínima, indivisível. Foi utilizada por Max Planck em 1900, no trabalho que deu início ao desenvolvimento da Mecânica Quântica.

à equação que descrevia o espectro luminoso desses corpos, mas não sabia como justificá-la em bases teóricas. Somente com os trabalhos de Einstein sobre o efeito fotoelétrico em 1905 e do calor específico dos sólidos em 1907 que a atitude negativa em relação à quantização da energia começou a mudar. O efeito fotoelétrico é um modelo que significa a ejeção de elétrons de um metal quando sua superfície é exposta à radiação com frequência acima de certo valor característico do metal. Este propõe que a radiação eletromagnética é constituída por partículas (quantum ou fótons), como no modelo da óptica de Newton. Einstein, que introduziu uma explicação semelhante à de Planck, supôs que a energia das partículas vibrantes dos sólidos era quantizada. Isso significa que elas não podem possuir valores quaisquer de energia, mas sim aqueles múltiplos de uma energia mínima.

Essa é uma iniciativa pioneira do comportamento dual da radiação eletromagnética. Mais tarde, em 1925, Louis de Broglie propôs que as partículas deveriam ser entendidas como tendo propriedades de ondas, ou seja, existe um comprimento de onda associado à *onda da partícula*, que é inversamente proporcional ao produto da massa pela velocidade da partícula. Em sistemas microscópicos, o h quantifica valores da energia como pacotes discretos. Assim, quando a energia é transferida de um objeto para outro, torna-se restrita a certos valores, definindo uma nova escala, na qual os efeitos quânticos devem ser considerados, ao contrário da proposta da física clássica, que não coloca restrição aos valores de energias, admitindo similaridade entre o clássico e o quântico. A constante de Planck tem um valor da ordem de 10^{-34} em Js, valor muito pequeno se comparado à energia requerida para mudanças físicas ou químicas dos materiais do cotidiano como ferver o leite, por exemplo, ou a digestão dos alimentos. Fica assim evidente que o valor de h nos remete a um mundo muito pequeno como é o mundo atômico. A constante h , que depois se tornou conhecida como constante de Planck, tem unidade de energia multiplicada por tempo.

LEDs, multímetros, reostato e fonte de alimentação podem ser obtidos em lojas de materiais elétricos com um baixo custo. De preferência, utilizam-se LEDs com cápsulas transparentes, pois assim será mais fácil de visualizar o início da condução da corrente elétrica.

Nos livros didáticos, os alunos não têm uma ideia real de como é feita tal determinação, ficando muitas vezes a ideia de que é um número mágico que surge não se sabe de onde. Por questões práticas, os livros didáticos necessitam utilizar com certa frequência unidades e valores numéricos de várias constantes físicas e geralmente as disponibiliza em tabelas no corpo do capítulo ou em apêndices no final do livro, não considerando o método de obtê-las relevante para o contexto que discutem. Fica a critério do interessado pesquisar como e onde são obtidas. Iniciativas que tragam a discussão desses aspectos são positivas. No entanto, deve-se frisar que a medida da constante de Planck é feita atualmente por métodos bastante sofisticados, como é o caso da balança de Watt, instrumento utilizado para redefinir o quilograma e o método por densidade obtida por difração de raios-X, técnica de determinação do número de Avogadro (Mills et al., 2005; 2006). O aluno interessado no assunto poderá consultar referências especializadas no final deste artigo para um tratamento mais minucioso sobre a determinação atual da constante de Planck.

O objetivo deste texto é relatar um experimento simples (medidas

de tensão e corrente de LEDs) que pode ser realizado com material de fácil aquisição e usado para cálculo da constante de Planck, cujo valor recomendado é $6,626\ 069\ 311\ 000\ 00(10) \times 10^{-34}$ Js (Mills et al., 2005).

LED (Light emitting diode)

Diodo emissor de luz ou LED, ilustrado na Figura 1A, é um dispositivo constituído pela junção de dois materiais semicondutores dopados (o termo dopado refere-se à adição de outro elemento ou composto), formando uma junção do tipo $p-n$. A luz emitida por um LED é praticamente monocromática (somente um comprimento de onda). É possível fabricar LEDs que emitem luz de diferentes cores, alterando a composição química do material semicondutor. Os LEDs mais comuns são feitos de ligas de gálio, arsênio e alumínio. Alterando a proporção de gálio e alumínio, é possível fabricar LEDs que emitem várias cores na faixa do visível e do infravermelho. O LED que utiliza o arsenieto de gálio (GaAs) emite radiações infravermelhas. Dopando-se com fósforo, a emissão pode ser vermelha ou amarela, de acordo com a concentração de fósforo. Utilizando-se fosfeto de gálio (GaP) com dopagem de nitrogênio, a luz emitida pode ser verde ou amarela. Hoje em dia, com o uso de outros materiais, consegue-se fabricar LEDs que emitem luz azul, violeta e até ultravioleta. Existem também os LEDs brancos, mas estes são geralmente LEDs emissores de cor azul, revestidos com uma camada de fósforo

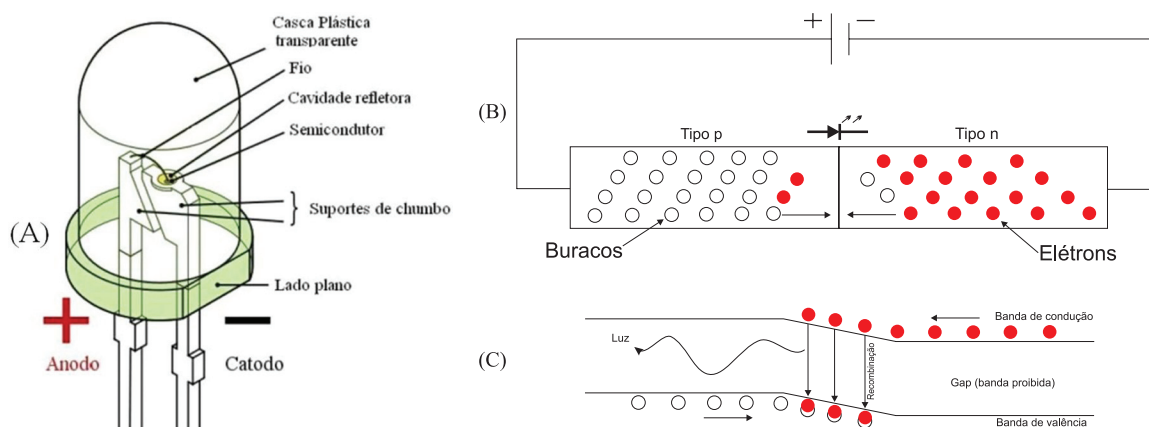


Figura 1. Ilustração de (A) um LED, (B) uma junção pn submetida à diferença de potencial e (C) um diagrama de bandas de energia da junção pn.

do mesmo tipo usado nas lâmpadas fluorescentes, que absorve a luz azul e emite a luz branca (Superled, 2011). A luz na lâmpada tradicional produz-se pela incandescência do filamento, que é constituída pelo elemento químico tungstênio (W).

A aplicação de uma diferença de potencial V , diretamente polarizada aos terminais do LED, injeta elétrons e lacunas (ou buracos) nas bandas de condução e valência do material tipo n e p , respectivamente, fazendo (produzindo) uma corrente elétrica atravessar a junção pn conforme ilustra a Figura 1B. A recombinação desse par elétron-buraco resulta na liberação de energia eletromagnética que depende da energia do *gap*, ou seja, a quantidade de energia necessária para que o elétron efetue a transição (Figura 1C). Essa energia é designada por E_g (Halliday; Resnick; Krane, 2004).

Materiais e métodos

- LEDs
- Rede de difração (CD – *Compact Disc*)
- Multímetros (ITMD 3000)
- Fonte de alimentação (Bateria de 12,0 V)
- Régua
- Trilho com escala
- Reostato ($R = 3300\Omega$)



Figura 2. Arranjo experimental usado para determinação da constante de Planck.

LEDs, multímetros, reostato e fonte de alimentação podem ser obtidos em lojas de materiais elétricos com um baixo custo. De preferência, utilizam-se LEDs com cápsulas transparentes, pois assim será mais fácil de visualizar o início da condução da corrente elétrica.

A rede de difração pode ser obtida a partir de um CD. Para a obtenção de uma eficiente rede de difração, recomenda-se fornecer um choque

térmico no CD, após isso poderá ser visualizada a solda mais facilmente da sua película protetora, corta-se um retângulo do material do CD próximo à extremidade externa, obtendo-se assim uma rede de difração de baixo custo e perfeitamente adequada para o experimento de determinação dos comprimentos de onda dos LEDs. O trilho com escala poderá ser feito artesanalmente, de acordo com a dimensão do arranjo experimental, e podem-se adaptar canos de PVC (policloreto de vinila) para tal fim.

Procedimento

Medidas de corrente e tensão

O experimento consiste basicamente nas medidas de corrente e tensão de cada LED. Inicialmente, o sistema é montado de acordo com a Figura 3. As correntes e tensões foram medidas utilizando-se dois multímetros: um na escala de corrente (A) e outro na escala de tensão (V), alterando-se o valor da resistência no reostato. Assim, tomado um conjunto de dados de corrente (i) e tensão (V) para cada um dos LEDs, obtém-se o gráfico de i vs. V , o valor da tensão de corte V_c . A tensão (ou energia) mínima necessária para que os elétrons

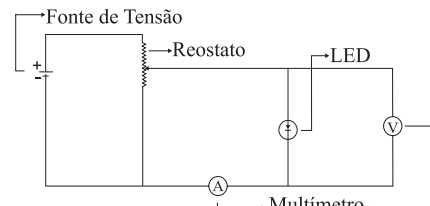


Figura 3. Montagem para medida de i vs. V , utilizando uma fonte de alimentação constante de 12 V e um reostato de $R = 3300\Omega$.

possam vencer a energia do *gap* pode ser obtida extrapolando-se a parte linear da curva i vs. V até cruzar o eixo da tensão (V), conforme ilustra a Figura 4. Esse ponto de cruzamento da reta com o eixo da tensão representa o valor da V_c . Abaixo desse valor, o LED não emite luz.

No processo de condução, o fóton de luz transporta energia E_f expressa por $E_f = h\nu = hc/\lambda$, o que implica em $\lambda = hc/E_f$. Considerando a recombinação direta dos elétrons e buracos na junção e toda a energia envolvida convertida em energia do fóton apenas, pode-se afirmar que

$$E_g = E_f \quad (\text{Eq. 1})$$

Se a tensão V for exatamente constante na polarização direta,

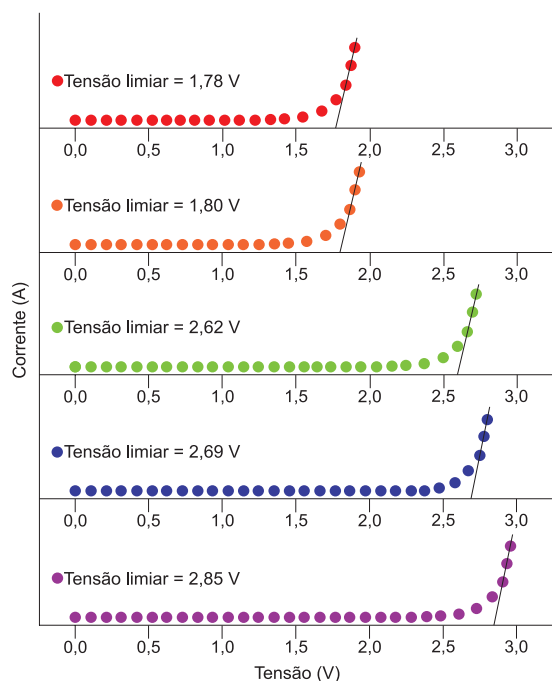


Figura 4. Curva característica i vs V dos LEDs e obtenção da V_c por extrapolação (segmento de linha reta que possua o maior número de pontos possíveis).

determina-se imediata da constante de Planck h a partir das medidas de V e de λ , por meio da expressão:

$$eV \cong h\nu \quad (\text{Eq. 2})$$

na qual $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ é a carga do elétron; $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$.

A descrição pormenorizada da propagação de corrente por meio do LED polarizado diretamente mostra que a corrente apresenta um comportamento aproximadamente exponencial em função do aumento da tensão (Figura 4), sendo que a curva i vs. V começa a apresentar crescimento apreciável a partir de um valor de tensão que depende diretamente de E_g .

Além disso, deve-se levar em consideração ainda a presença de uma resistência elétrica intrínseca ao diodo, o que leva a curva e i vs. V a possuir uma contribuição aproximadamente linear acima do limiar de condução, ou seja, o limite na qual os elétrons têm energia suficiente para vencer a energia do gap. Assim, a determinação de qual valor V deve ser empregada na equação 2 é algo arbitrário.

A curva característica i vs. V é obtida variando-se a tensão V e medindo-se a corrente elétrica i . O método usualmente empregado para a obtenção da tensão de corte V_c corresponde a traçar uma reta tangente à porção aproximadamente linear na parte da curva i vs. V logo acima do limiar de condução, pois é a parte linear do gráfico em que podemos estabelecer um padrão e assim determinar a precisão dos dados, obtendo-se por extrapolação do valor da tensão de corte V_c para o qual essa reta corta o eixo horizontal conforme ilustra a Figura 4.

Esse valor de tensão não pode ser diretamente empregado na equação 2, mas a variação de V_c com a frequência ν da radiação emitida pelos LEDs fornece uma relação linear a partir da qual a constante de Planck h pode ser obtida:

$$V_c = \frac{h}{e} \nu \quad (\text{Eq. 3})$$

O aluno interessado no assunto poderá consultar referências especiali-

zadas no final deste artigo para um tratamento mais minucioso sobre LEDs e da relação entre os valores medidos de V e a barreira de energia associada à junção. Como já discutido, na prática, qualquer valor de tensão medido para uma mesma corrente dentro de certos limites pode ser utilizado o método acima, já que a obtenção de h a partir do gráfico de V_c vs. ν remove as constantes aditivas envolvidas entre os diversos valores de V_c .

Medidas do comprimento de onda

Após a obtenção da V_c , uma segunda etapa do experimento consiste em se determinar o comprimento de onda (λ) da luz emitida por cada LED, de acordo com o arranjo experimental apresentado nas Fig. 2 e 5. Com a escala posicionada atrás do LED, olha-se através da grade de difração para ver o primeiro máximo de luz difratada simultaneamente à direita e à esquerda do centro, onde está o LED, medindo a distância $y_{m=+1}$ e $y_{m=-1}$ entre os dois máximos de difração, à direita e à esquerda do LED, bem como a distância D entre a escala e a rede de difração.

Se uma luz com comprimento de onda λ incidir sobre uma grade de difração, esta será difratada. Os picos de intensidade ocorrem para ângulo de difração θ dados por

$$d \sin \theta = m \lambda \quad \text{com } m = 1, 2, 3 \text{ (Eq. 4)}$$

na qual d é a constante da grade ou a distância entre as fendas. Tem-se que $\sin \theta = y_{\text{médio}} / \sqrt{D^2 + (y_{\text{médio}})^2}$.

A luz difratada é observada, e λ é determinado por meio da equação 4, projetando-se o primeiro máximo de difração ($m = 1$) sobre a escala e medindo-se as distâncias y e D . Logo após, obtenha a frequência ν por meio da equação 5.

$$\nu = c/\lambda \quad (\text{Eq. 5})$$

na qual c representa a velocidade da luz: $c = 3,0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$.

Fazendo-se um gráfico de V_c vs. ν , e com o ajuste da reta que melhor passa pelos pontos, podemos aplicar diretamente na equação 7 e obter a constante de Planck.

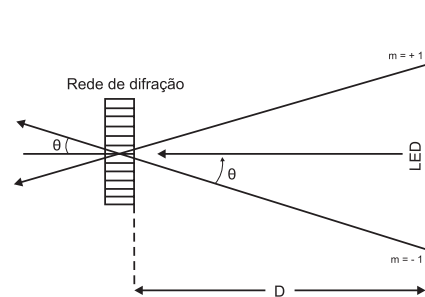


Figura 5. Esquema para medida do comprimento de onda do LED.

Resultados e discussão

A aplicação de uma tensão de corte implica em um fornecimento de uma energia mínima, necessária para excitar um elétron para a banda de condução. Assim, temos da equação 3:

$$V_c = \frac{h}{e} \nu$$

$$h = \frac{V_c}{\nu} e \quad (\text{Eq. 6})$$

Assim, a equação 6, na qual V_c é a tensão de corte, ν é a frequência e e a carga elementar, mostra uma equação de reta de coeficiente de inclinação V_c/ν , representado aqui pela letra a .

$$a = V_c/\nu$$

Assim, obtemos:

$$h = ae \quad (\text{Eq. 7})$$

A determinação e o ajuste da reta que melhor passa pelos pontos pode ser obtida por meio da utilização do Método dos Mínimos Quadrados (MMQ), definindo uma reta que passe pela origem, ou seja, não há condução em $V = 0$, portanto:

$$y = ax$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^5 y_i x_i}{\sum_{i=1}^5 x_i^2}$$

na qual y é a tensão de corte e x , a frequência de emissão do LED. No caso específico, têm-se um total de cinco pontos (LEDs). Dessa forma, obteve-se:

Tabela 1. Dados obtidos na determinação da constante de Planck utilizando diferentes LEDs.

LED	Comprimento de onda (nm)	Frequência (Hz)/10 ¹⁴	Tensão de corte (V)
Violeta	400,0	7,502	2,85
Azul	463,5	6,442	2,69
Verde	538,2	5,552	2,62
Laranja	595,0	5,050	1,80
Vermelho	623,5	4,789	1,78

$$a = 3,998 \times 10^{-15}$$

Da equação 7, temos:

$$h = 3,998 \times 10^{-15} \times 1,6 \times 10^{-19}$$

$$h = 6,39 \times 10^{-34} \text{Js}$$

Os dados coletados no experimento são apresentados na Tabela 1. O cálculo do desvio padrão dos dados dessa tabela fornece o valor da constante igual a $6,39 \pm 0,4 \times$

10^{-34} Js. O desvio observado pode ser atribuído a erros nas medidas de corrente, tensão e comprimento de onda.

Conclusão

Esse experimento permitiu a determinação simples e de fácil reprodução da constante de Planck, possibilitando que um aluno do ensino médio o realize com facilidade, além de permitir que outros conceitos

sejam trabalhados, tornando, assim, mais atraente a aprendizagem desse assunto no ensino médio. Por meio desse equipamento, foi possível determinar o valor da constante como sendo $h = 6,39 \pm 0,4 \times 10^{-34}$ Js, o que está bastante próximo ao valor esperado ($6,62 \times 10^{-34}$ Js), concordância de 96,52%, desvio que pode ser atribuído a erros de medidas experimentais e de precisão de equipamentos de medida.

Silvio Lima de Moura (siliosilicio@hotmail.com) é graduando em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). **Francisco Ivan da Silva** (ivan_vinur@hotmail.com) é graduando em Licenciatura Plena em Química pela UFPI. **Francisco Carlos Marques da Silva** (francar@ufpi.edu.br) é professor doutor do Departamento de Química da UFPI. **José Aroldo Viana dos Santos** (santosjav@ig.com.br) é professor doutor do Departamento de Química da UFPI.

Referências

BIPM. Bureau International Des Poids Et Mesures. *The principle of the watt balance*. Disponível em: <http://blog.educacional.com.br/redir.asp?url=abresite.asp?IdPublicacao=295220>. Acesso em: set. 2011.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. e KRANE, K.S. *Física 4*. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

MILLS, I.M. et al. Redefinition of the kilogram: a decision whose time has come. *Metrologia*, 42, 71 (2005).

_____. Redefinition of the kilogram,

ampere, kelvin and mole: a proposed approach to implementing CIPM recommendation 1 (CI-2005). *Metrologia*, 43, 227 (2006).

MOREHOUSE, R. Measuring Planck's constant by means of an LED. *Am. J. Phys.*, vol. 66(1), p. 12, 1998.

OSTERMANN, F. e MOREIRA, M.A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa física moderna e contemporânea no ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 5, n. 1, mar. 2001.

SUPERLED. Neo Tecnologia de Iluminação. *Sobre LED em mais detalhe*. Disponível em: [http://www.superled.com](http://www.superled.com.br/zbxe/?document_srl=8675)

br/zbxe/?document_srl=8675. Acessado em: set. 2011.

Para saber mais

REZENDE, S.M. *A física dos materiais e dispositivos eletrônicos*. Recife: Ed. UFPE, 1996.

TAVOLARO, C.R.C e CAVALCANTE, M.A. *Física moderna experimental*. São Paulo: Manole, 2003.

TERRAZAN, A. *Perspectivas para inserção da física moderna na escola média*. 1994. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

Abstract: *Planck's constant: A new vision for High School* - The section "Experiments in chemical education" describes experiments whose implementation will contribute to the enhancement and interpretation of chemical concepts in elementary and high school and using materials easily obtainable, allowing its implementation in any of several conditions of Brazilian schools. This article describes a simple experiment for determining the Planck's constant in the classroom.

Keywords: Planck's Constant, LEDs, High School

Resenha

Ensino de Química em Foco

O livro em análise, organizado por Wildson Luiz Pereira dos Santos e Otavio Aloisio Maldaner, é uma coletânea de artigos assinados por 24 autores, sendo a quase totalidade profissionais com formação acadêmica em Química e, a maioria, em Educação. Comprometidos com a melhoria da qualidade de ensino desenvolvem projetos e investigações em ensino de Química, em universidades públicas e particulares de seis estados pertencentes a regiões geográficas e

socioeconômicas distintas: São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Goiás, Rio de Janeiro, Mato Grosso e Distrito Federal. O conjunto de artigos vem suprir a necessidade, há muito sentida, de subsídios para a formação de professores, bem como, para a proposição de mudanças na prática educativa. É claro que não dá conta dos múltiplos aspectos que envolvem o ensino de Química. Todavia, oferece indicativos de começos, aos quais podem ser associados outros

textos com interpretações diferenciadas, possibilitando, assim, alimentar novas perspectivas e novos olhares no saber-fazer pedagógico dos professores que atuam em diferentes níveis de escolaridade. Constitui, dessa maneira, um marco de referenciais que podem ser usados por docentes que atuam em cursos de formação de professores de Química e por alunos do curso de Licenciatura em Química. Recomenda-se, também, a sua consulta aos professores da área de

Ciências da Natureza – Física, Química, Biologia e afins – da Educação Básica. A obra reúne importantes contribuições teórico-metodológicas para a reflexão sobre o ensino de Química, com a intenção de marcar distintos olhares, estudos, propostas e práticas educativas.

O livro é constituído de treze capítulos sendo que o conteúdo de cada um deles é pertinente e relevante às emergentes discussões sobre o ensino de Química. No primeiro capítulo, “Diálogos de aprendentes”, o professor Attico Chassot apresenta um bate papo *online* entre um professor e uma aluna do curso de Licenciatura em Química. A forma dialógica possibilita ao leitor transitar na produção científica do autor, mergulhando na riqueza de seus escritos sobre os processos formativos, indo além dos aspectos técnico instrumentais. No capítulo dois, “Apontamentos sobre a história do ensino de Química no Brasil”, a professora Roseli P. Schnetzler compartilha memórias e vai ao encontro de marcas do passado, que dão significado ao presente e possibilidades de novos sentidos, como forma de recriar as práticas formativas. Desse modo, rememora as principais características do ensino secundário de Química no Brasil, marcos de pesquisa e discorre sobre as propostas alternativas para o ensino de Química.

As professoras Rozana Gomes de Abreu e Alice Casimiro Lopes, no terceiro capítulo, que se intitula “A interdisciplinaridade e o ensino de Química: uma leitura a partir das políticas de currículo”, esquadrinham os discursos curriculares de docentes que integram a comunidade de ensino de Química e de textos oficiais que tratam sobre a interdisciplinaridade.

Preocupados em superar currículos pobres e assépticos, os autores do capítulo quatro questionam a forma de organização curricular instituída, tencionando a tradição de composição linear e fragmentada dos mesmos. É nessa perspectiva que a professora Lenir Basso Zanon e o professor Otávio Aloísio Maldaner propõem o texto “A Química escolar na inter-relação com outros campos de saber”.

No quinto capítulo, “O enfoque CTS e a educação ambiental: possibilidade de ‘ambientalização’ na sala de aula de Ciências”, os professores Wildson Luis

Pereira dos Santos, Maria do Carmo Galiuzzi, Edi Morales Pinheiro Junior, Moacir Langoni de Souza e Simone Portugal apresentam a articulação entre o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e a Educação Ambiental (EA), apontando os diferentes enfoques e perspectivas do movimento CTS para a sala de aula e a necessidade de conceitualização da EA no contexto escolar. Os autores defendem a abordagem temática como forma de articulação entre CTS e EA.

“História e Filosofia da Ciência no ensino de Química: em busca de objetivos educacionais da atualidade”, no capítulo seis, de autoria de Paulo Alves Porto, enfatiza a necessidade de abordagens que privilegiam a temática em foco no ensino de Química, em outra perspectiva, diferente da enciclopédica, internalista, continuísta e acumulativa.

No capítulo sete, Eduardo Fleury Mortimer, no artigo “As chamas e os cristais revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino de Ciências da Natureza”, busca contribuir para a reflexão sobre a linguagem e seu funcionamento na sala de aula de Ciências da Natureza.

A professora Rosária Justi, em “modelos e modelagem no ensino de Química: um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos” aponta para o fato de que professores e alunos não atribuem um significado adequado à palavra “modelo”. Desse modo, inicia seu texto explicitando os significados de modelos e modelagem no contexto da Ciência. Aprofundando o tema, discorre sobre a utilização de modelos de ensino em situações didáticas, no sentido de favorecer a compreensão de conceitos químicos pelos alunos.

O professor Roberto Ribeiro da Silva e as professoras Patrícia Fernandes Lootens Machado e Elizabeth Tunes, no nono capítulo, intitulado “Experimentar sem medo de errar”, apresentam as tendências que ampliam o conceito de atividades experimentais. Os autores sugerem atividades experimentais com possibilidades de serem significativas envolvendo uma diversidade de espaços.

“Livro Didático: análise e utilização no ensino de Química”, a temática de autoria dos professores Agustina Echeverría,

Irene Mello e Ricardo Gauche, traz para o debate o significado e as múltiplas funções que podem ser atribuídas ao livro didático. O texto apresenta, também, alguns aspectos relativos à orientação para a definição e utilização de os livros didáticos no contexto escolar.

A inclusão escolar tem sido palco de inúmeras discussões que sinalizam para a superação de vários desafios. É nessa direção que os autores Patrícia Neves Raposo e Gerson de Souza Mol abordam seu texto “A Diversidade para aprender conceitos científicos: a ressignificação do ensino de Ciências a partir do trabalho pedagógico com alunos cegos”, defendendo a ideia de que é preciso que todos tenham acesso às informações.

No capítulo doze, Maurivan Guntzel Ramos e Roque Moraes tratam sobre “A avaliação em Química: contribuição aos processos de mediação da aprendizagem e de melhoria do ensino”. O tema em destaque pelos autores põe em pauta a polêmica sobre a avaliação no contexto escolar, trazendo elementos que podem apoiar outra perspectiva de avaliação, capaz de romper com a função de verificação e classificação.

E, o livro é concluído pelos professores Otávio Aloísio Maldaner e Lenir Basso Zanon com o texto “Pesquisa educacional e produção de conhecimento pelo professor de Química”. Nesse artigo, os processos de ensino e de aprendizagem da Ciência/Química servem como pano de fundo das reflexões sobre como se dá a produção da Ciência e apontam a necessidade de uma reflexão epistemológica nos cursos de formação docente.

Finalizando, é importante assinalar que se trata de uma obra teoricamente consistente e com reflexões apoiadas em investigações desenvolvidas no interior das escolas sendo, certamente, uma contribuição na qualificação docente e, conseqüentemente, catalisadora de mudanças no ensino de Ciências.

Ótima leitura, que a todo (a)s recomendo.

*Rejane Maria Ghisolfi da Silva
MEN/CED/UFSC*

SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. - Ensino de Química em Foco - (Orgs). Ensino de Química em foco. Ijuí-RS: UNIJUÍ, 2010.