

EXPERIMENTOS HISTÓRICOS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: EXPLORANDO ALGUMAS PONTENCIALIDADES DO BICO DE BUNSEN

Maria Amélia Moneiro¹ e Roberto Nardi²

1DF/UEPB* (PQ), 2 DE/UNESP – Bauru (PQ). amelia@fc.unesp.br.

Palavras-Chave: Bico de Bunsen, História e Filosofia da Ciência, Estudo de Caso Histórico.

Resumo: Constata-se na literatura a existência de algumas potencialidades da história e da filosofia da ciência no ensino. No entanto, uma crítica em relação ao uso da história da ciência no ensino destaca que a dimensão experimental da ciência não tem sido devidamente contemplada no contexto educacional. Em seguida, argumentamos que os estudos de caso histórico contemplando experimentos históricos poderão aproximar a dimensão experimental da ciência do contexto da educação científica. Nesta perspectiva, desenvolvemos um estudo de caso histórico acerca da construção do Bico de Bunsen. Finalizamos com alguns destaque, tais como a valoração de aspectos contemplando propósitos e objetivos da construção do bico de Bunsen, os quais frequentemente são desprezados nas apresentações do mencionado aparato experimental.

EXPERIMENTOS HISTÓRICOS E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Nas últimas décadas, percebe-se na literatura um crescente número de pesquisas evidenciando potencialidades no uso da história e da filosofia da ciência em todos os níveis da educação científica. Outra evidência em torno desta tendência é a realização de várias conferências temáticas ocorridas em distintos locais ao longo das décadas de 80 e 90 do século XX (MATTHEWS, 1995; BEVILAQUA E GIANETTO, 1996). Também podemos citar como evidência da expansão da mencionada tendência, tanto a quantidade de cursos de formação quanto de atualização de professores, como a produção de textos e de livros didáticos (MATTHEWS, 1994), bem como as várias propostas curriculares que contemplam a temática (NIELSEN e THOMSEN, 1990; MATTHEWS, 1995).

No tocante à inserção da história da ciência nos debates das salas de aulas, existem várias sugestões. Dentre essas, destacamos algumas, a saber: a possibilidade de evidenciarem-se as disputas interpretativas ocorridas na construção das idéias da ciência (Medeiros, 2002); a possibilidade de aclararem-se determinados obstáculos epistemológicos, os quais dificultariam a aprendizagem dos conceitos pelos estudantes (Matthews, 1990); a identificação dos conceitos estruturais que compõem cada área do conhecimento (Gagliard & Giordan, 1986); a possibilidade de discutir-se o contexto da produção das idéias científicas (Kaufmann, 1980; Allichin 1995; Matthews, 1995; Monk & Osborne, 1997; Bastos, 2001); apresentar os conteúdos da ciência como resultado de uma construção humana e propiciar uma melhor compreensão dos conceitos científicos, haja vista investigar-se o desenvolvimento dos mesmos (Matthews, 1995).

Monk e Osborne (1997) afirmam que muito frequentemente, a falta de êxito nas implementações de propostas curriculares ocorre porque os elaboradores dos currículos desconhecem como os professores concebem a aprendizagem dos conceitos da ciência, como também ao fato dos professores desconhecem a formação histórica dos conceitos. Nessa perspectiva, avaliamos que oferecer aos professores de ciências uma formação contemplando aspectos da história e da filosofia da ciência, é imprescindível para que possam contribuir com a educação científica em uma

perspectiva de criarem e re-criarem o conhecimento em outros contextos, tal como sugere Freire (2006).

Apesar de nas últimas décadas terem se intensificado as defesas em torno da inserção da história e da filosofia da ciência no ensino, há algumas décadas já se configurava algumas proposições. Segundo Jenkins (1990), em meados do século XIX, essa tendência já emergia na Inglaterra. No entanto, somente adquiriu um vigor mais duradouro nos Estados Unidos da América, após a Segunda Guerra Mundial (MATTHEWS, 1995).

Mais recentemente, alguns autores tem apontado algumas limitações acerca do uso da história e da filosofia da ciência no ensino. Hottecke (2000) alerta que tem a dimensão experimental da ciência nos currículos das ciências, frequentemente, tem sido subestimada em relação à dimensão histórica, filosófica e social da ciência nos currículos de ciências. Segundo Hottecke (op. cit.) a omissão da dimensão experimental tem sido mais acentuada no ensino de física.

A dimensão experimental da ciência no ensino das ciências tem sido resgatada por alguns grupos que, a partir de perspectivas distintas, tem se dedicado a reprodução dos experimentos históricos com finalidades educacionais (HEERING, 1995; KIPINIS, 1995; MEDEIROS e MONTEIRO Jr, 2001).

Com o intento de abordarem as potencialidades da história e a filosofia da ciência no ensino, porém, também valorizando a dimensão experimental da ciência, Monteiro e Lisboa-Filho (2008) desenvolveram um estudo de caso sobre o espectroscópio de prismas, implementado por Bunsen e Kirchhoff e destacaram algumas considerações educacionais que poderão está em sintonia com proposições para a educação científica, as quais têm sido defendidas por pesquisadores, tais como o resgate da dimensão experimental da ciência, a construção coletiva da ciência, como também a falácia da perspectiva empiricista-indutivista em relação à construção da ciência.

Na presente abordagem, desenvolvemos uma abordagem histórica acerca dos propósitos e da construção do “bico de Bunsen”, desenvolvido por Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899) em meados do século XIX. Pontuaremos algumas decorrências propiciadas pela elaboração do mencionado instrumento.

O PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Na presente pesquisa, serão debatidos aspectos dos propósitos e da construção do “Bico de Bunsen”, ou queimador de Bunsen, o qual foi desenvolvido na década de 40 do século XIX.

Por se tratar de um problema de investigação que contempla a uma temática, a qual se encontra restrita temporalmente, trata-se de um estudo de caso histórico (LIND, 1979).

Por tentar expor em profundidade uma temática delimitada temporalmente para a análise, o estudo de caso torna possível eliminar a neutralidade dos resultados. Busca-se investigar os significados implícitos comunicados pelas mensagens envolvidas, possibilitando que, procedimentos aparentemente iguais, possuam significados distintos (GOLDENBERG, 1997).

No entendimento de Rogers (1982), essa modalidade de estudo de caso tem propiciado uma compreensão da própria natureza da ciência, como também que a ciência seja apresentada aos estudantes de um modo mais vivo (LIND, 1979).

Como suporte teórico ao presente estudo de caso, consultamos várias fontes históricas secundárias e sempre que possível, algumas fontes primárias.

Para a condução do presente estudo de caso, tomamos como foco os seguintes questionamentos: O que teria motivado Bunsen a construir o “Bico de Bunsen”? A partir de que perspectiva teórico-experimental o mencionado experimento foi planejado e construído? Quais as principais constatações obtidas com o mencionado aparato experimental?

ALGUNS ANTECEDENTES À CONSTRUÇÃO DO “BICO DE BUNSEN”: AS LINHAS ESPECTRAIS

Nesta seção, o intento principal é situarmos alguns antecedentes históricos, os quais teriam favorecido a construção do “bico de Bunsen” por Wilhelm Bunsen (1811-1899), em meados do século XIX, na Universidade de Heidelberg, Alemanha. Para isso, situamos em traços largos o contexto histórico em torno da identificação e dos significados atribuídos as linhas espectrais do sol, bem como doutros materiais incandescentes, a partir dos primeiros anos do século XIX.

Por volta do início da segunda década do século XIX, na Alemanha, Joseph von Fraunhofer (1787-1826), um construtor de lentes e instrumentos óticos, associava o desempenho dos mencionados instrumentos à natureza dos vidros utilizados na construção das lentes (LEITNER, 1975). Fraunhofer planejou e construiu vários instrumentos óticos. Dentre eles, o heliômetro, com o qual Bessel pode determinar a primeira paralaxe trigonométrica estelar (LOVELL, 1983), evidenciando assim a precisão do instrumento. A ausência da paralaxe estelar mostrava-se como uma contra-evidência à aceitação do modelo heliocêntrico de Copérnico, na segunda metade do século XVI (MEDEIROS E MONTEIRO, 2002).

Par o intento acima mencionado, Fraunhofer, inicialmente decompunha a luz em um prisma, antes de incidir-la sobre as lentes, no sentido de que a luz de uma determinada frequência fosse refratada. Projetando a luz solar após decomposta por um prisma em um anteparo, Fraunhofer percebeu a existência de várias linhas escuras sobre as cores do espectro solar. Posteriormente, mapeou algumas centenas de linhas escuras sobre as cores do espectro solar (FRAUNHOFER, 1824). Como veremos, Fraunhofer aprofundou suas análises sobre as mencionadas linhas escuras, as quais tornar-se-iam conhecidas como linhas de Fraunhofer.

Fraunhofer também investigou os espectros da Lua, de alguns planetas e de algumas estrelas. Constatou que, diferentemente do espectro do Sol e da Lua, os quais se mostravam semelhantes, os espectros estelares apresentavam linhas localizadas em posições distintas daquelas existentes nos demais espectros, existindo também em posições distintas (PEARSON & IHDE, 1951).

A detecção de linhas escuras sobre o espectro solar por Fraunhofer não foi inédita. Em 1802, linhas escuras sobre o espectro solar já haviam sido detectadas por William Hyde Wollaston (1766-1828), quando avaliava o índice de refração dos cristais. Eram algumas linhas escuras que se mostravam como que separando as cores do espectro solar (WOLLASTON, 1802). Apesar do ineditismo da sua constatação, Wollaston não insistiu na investigação da sua descoberta. Certamente, essa ocorrência é um bom exemplo para a educação científica, por evidenciar que, frequentemente, as investigações estão associadas à propósitos pré-estabelecidos.

Além de investigar as linhas presentes no espectro do Sol, da Lua, de alguns planetas e estrelas, Fraunhofer também dedicou-se a analisar as linhas produzidas pela chama da combustão de materiais incandescentes. Os espectros destas apresentavam uma série de linhas brilhantes e com padrões bem definidos de acordo com a substância em combustão. Essa foi uma constatação inicialmente obtida por John Herschel (1792-1871), no início da década de 20 do século XIX. Herschel havia constatado que as chamas coloridas, obtidas da combustão de determinadas substâncias, emitiam padrões bem definidos de linhas espectrais. Logo inferiu que tais linhas poderiam revelar a presença de determinadas substâncias, mesmo em quantidade diminuta, presentes em misturas complexas (ARONS, 1965).

A partir da década de 30 do século XIX, outra linha de pesquisa acerca das linhas escuras presentes no espectro solar adquiriu vigor. Tratava-se da identificação da origem destas linhas. David Brewster (1781-1868), por exemplo, defendeu que as linhas escuras presentes no espectro solar teriam origem na atmosfera terrestre. Conjecturou que tratar-se-ia de uma absorção seletiva da luz solar na atmosfera terrestre¹ (BREWSTER, 1832).

A partir da constatação de que ao interceptar a luz solar em gases arrefecidos resultava no aparecimento de novas linhas escuras sobre o espectro, em 1833, William Allen Miller (1817–1870), então professor do King's College London, conjecturou que as linhas escuras formadas sobre o espectro solar poderiam ser originadas devido à absorção seletiva da luz na atmosfera solar (MILLER, 1834).

Tendo em vista que não existiam evidências mais esclarecedoras sobre a origem das linhas escuras presentes no espectro solar, as perspectivas teóricas apresentadas por Brewster e Miller perduravam como modelos acerca da origem das raias espectrais. Certamente, esse contexto é muito valioso no campo educacional, no sentido de evidenciar que, muito frequentemente, estudantes são resistentes a mudanças, mesmo quando evidências observacionais jogam contra elas.

¹ Posteriormente, Brewster constatou que a intensidade de certas linhas escuras no espectro solar variava com a elevação do Sol na atmosfera, como também com a mudança das estações do ano. A partir dessas evidências conjecturou que as linhas escuras presentes no espectro solar originavam-se na atmosfera terrestre (BREWSTER, 1836).

OS PROPÓSITOS DA CONSTRUÇÃO DO “BICO DE BUNSEN”

Por volta da década de 40 do século XIX, Bunsen se interessou pela identificação da natureza dos materiais, notadamente através da cor da chama durante a combustão. Nessa época, a espectrometria de emissão se consolidava como uma técnica analítica bastante promissora, possibilitando a identificação de substâncias em misturas complexas, como também a identificação de substâncias desconhecidas. Nesta perspectiva, necessitava-se apenas que a substância apresentasse um padrão de linhas espectrais distinto dos demais. Nesta época, Bunsen trabalhava na Universidade de Breslau, como professor de química orgânica, área em que desenvolvia várias pesquisas, haja vista que sua formação acadêmica em Gottingen² havia sido bastante ampla, notadamente contemplando a física, a química, matemática e mineralogia.

Nos primeiros anos da década de 50 do século XIX, Bunsen deslocara-se da Universidade de Breslau para a Universidade de Heidelberg³ com o intuito de trabalhar como professor de química inorgânica, ocupando a vaga disponibilizada por Leopoldo Gmelin (1788-1853) (LOCKEMANN, 1956).

Em Heidelberg, inicialmente Bunsen herdou um antigo laboratório, com o qual enfrentava alguns problemas, no tocante a sua iluminação, ao aquecimento ambiental, como também em relação as fontes de calor para a realização de atividades experimentais. Logo, requereu o encanamento de gás, com o qual veio alguns problemas, notadamente o baixo poder de aquecimento das chamas, como também chamas com colorações impróprias para a análise fotoquímica das substâncias a serem identificadas pelas propriedades espectrais. Bunsen também já havia enfrentado alguns problemas com as chamas obtidas da combustão de carvão vegetal e de lâmpadas a álcool, devido ao baixo poder de aquecimento que apresentavam (LOCKEMANN, 1956).

No ano de 1852, em Hildelberg entrava em funcionamento uma indústria de gás, com o propósito de alimentar um sistema de iluminação pública. Esse sistema de iluminação pública estava tornando-se comum em cidades alemãs (LOCKEMANN, 1956). Vale salientar que Bunsen também trabalhava com análise de gás.

Com o propósito de investigar os espectros das substâncias obtidos a partir da combustão delas, Bunsen vale-se da colaboração de Peter Desaga, mecânico do laboratório da Universidade de Heidelberg, para aperfeiçoar um queimador de gás. Desaga já havia confeccionado vários queimadores para estudantes da Universidade de Heidelberg (LOCKEMANN, 1956).

Os queimadores antes reproduzidos por Desaga se baseavam em outro que havia sido trazido de Londres por Henry Roscoe. De maneira geral, possuíam a chama muito larga e apresentavam dificuldades para se focar a chama em pequenas amostras, resultando em pequenas temperaturas destas (LOCKEMANN, 1956).

Bunsen acrescentou ao modelo de queimador disponível um dispositivo que controlava a entrada do oxigênio na chama. Com isso possibilitava-se que a chama se mostrasse incolor. A chama incolor possibilitava que as substâncias em combustão

² Concluiu o doutoramento em 1830.

³ Permaneceu em Heidelberg até 1889.

fossem identificadas pela cor com maior precisão. Além disso, acrescentou um dispositivo que possibilitava otimizar o controle da largura da chama. Assim, em 1956, Bunsen obtém um queimador que possibilitava que, quando uma substância estivesse em combustão, a cor da chama revelaria a sua natureza e não a da chama⁴ (KAUFMANN, 1987).

A construção do queimador por Bunsen tornar-se-ia um dos componentes do espectroscópio de prismas, constituído pelo queimador e um sistema ótico, construído respectivamente por Busen e Kirchhoff⁵, nos últimos anos da década de 50 do século XIX. Através desse instrumento, tornar-se-ia possível a construção de um modelo mais duradouro para a origem das linhas espectrais presentes no espectro solar, como também no espectro das substâncias incandescentes. Assim, tornou-se possível a identificação de alguns elementos desconhecidos, como por exemplo, o céσιο e o rubídio. Posteriormente, Kirchhoff e Busen utilizaram-se da técnica analítica de espectroscopia de emissão para identificar amostras de elementos como o lítio, o potássio, o estrôncio, o cálcio e do bário presentes em minérios (KIRCHHOFF e BUNSEN, 1860).

Técnicas espectroscópicas possibilitaram que Kirchhoff criasse um modelo mais duradouro acerca da origem das linhas escuras sobre o espectro solar, como também as linhas brilhantes existentes no espectro da combustão de determinadas substâncias. Tendo em vista as especulações anteriores acerca da origem das linhas escuras no espectro solar, é possível argumentar que o desenvolvimento da ciência ocorre através de conjecturas e refutações, tal como defende Popper (2000).

Outra constatação de relevo decorrente da espectroscopia foi a gênese de um novo ramos da astronomia - a astrofísica. As análises espectrais também possibilitaram o conhecimento da estrutura atômica, dentre várias outras. Apesar da relevância e do longo debate em torno das descobertas advindas com técnicas espectroscópicas, no entanto, fogem do escopo da presente investigação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se que, através de uma abordagem histórico-filosófica, algumas questões que envolveram o propósito da construção do queimador de Bunsen são aclarados, haja vista ser este um dos aspectos frequentemente desprezado no contexto educacional. Frequentemente, esse aparato instrumental é apresentado como tendo sido proposto como o intento de aquecimento de substâncias, apenas.

Discutir-se no contexto educacional os propósitos e as etapas da construção do bico de Busen, em nossa maneira de perceber, contribui para superar o tão decantado ponto de vista de que a construção de experimentos presta-se para comprovar teorias. Certamente, esse é um exemplo bastante significativo para evidenciar a complexa relação entre o planejamento e a construção de experimentos com um arcabouço teórico.

Outra possibilidade aclarada com a história da construção do bico de Bunsen é que a construção da ciência desenvolve-se a partir de um trabalho coletivo e também vinculada a determinações sociais.

⁴⁴Nem Bunsen, nem Desaga patentearam o mencionado aquecedor (LOCKERMANN, 1956).

⁵ Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887) havia iniciado interações com Bunsen, ainda na Universidade de Breslau, local onde ambos trabalharam.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLICHIN, D. How Not To Teach History in Science. IN: INTERNATIONAL HISTORY, PHILOSOPHY AND SCIENCE TEACHING CONFERENCE, 3, 1995, Minneapolis.
Anais ... Mineapolis: 1995, v. 1, p. 13-22.
- ARONS, A. B. **Development of Concepts of Physics**. Adison-Wesley Publishing Company, 1965.
- BASTOS, F. História da Ciência e Pesquisa em Ensino de Ciências: breves considerações. In: NARDI, R. (org). **Questões Atuais no Ensino de Ciências**. São Paulo: Escrituras, p. 43-52, 2001.
- BEVILACQUA, F., GIANETTO, E. The history of physics and the European physics education. **Science & Education**, v. 5, n. 3, p. 235-246, 1996.
- BREWSTER, D. 1832. **Phil. Tran Royal Society**, .92, 365, 1860.
_____. **Phil. Mag.**, 8, 384, 1836.
- FRAUNHOFER, J. **Phil. J. Edinburg**, 10, 1824.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia. Saberes necessários à prática docente**. 33^a edição. São Paulo: Paz e Terra, 2006.
- GAGLIARDI, R. e GIORDAN, A. A História de las Ciencias: uma herramienta para la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 3, p. 253-258, 1986.
- GOLDENBERG, M. **A Arte da Pesquisa**. Rio de Janeiro: Editora Record, 1997.
- HOTTECKE, D. How and What Can We Learn From Replicating Historical Experiments? A Case Study. **Science and Education**. v.9, p. 343-362, 2000.
- KAUFMANN, W. **Discovering the Universe**. New York. W. H. Freeman and Company, 1987.
- KIPINIS, N. From The Danube to the North Sea. Rediscovering Science Newsletter. **Published for Secondary Science Teachers By The Bakken Library Museum**, v. 3, n. 1, 1995.
- KIRCHHOFF, G. e BUNSEN, R. Chemical Analysis by Observation of Spectra. **Annalen der Physik und der Chemie** (Poggendorff). v. 110, p. 161-189, 1860 (edited in Heidelberg).
- LIND, G. The History of Science Cases: Nine Units of Instruction in the History of Science. **European Journal of Science Education**, v 1, n. 4, p. 293-300, 1979.
- LOCKEMANN, G. The Centenary of the Bunsen Burner. **Journal of Chemical Education**, v.33, n.1, p. 20-22, jan 1956.
- LOVELL, B. **A Emergência da Cosmologia**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1983.
- MATTHEWS, M. R. História e Filosofia e Ensino de Ciências. A Tendência Atual de Reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 12, n. 3, p. 164-214, dez 1995.
_____. A Role for History and Philosophy of Science Teaching. **Interchange**. v. 2, n. 20, p. 3-15, 1990.
- MEDEIROS, A. As origens históricas do eletroscópio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 24, n.3, p. 353-361, set 2002.

- MEDEIROS, M. e MONTEIRO, M. A. A Invisibilidade dos Pressupostos e das Limitações da Teoria de Copérnico nos Livros Didáticos de Física. **Cadernos Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 1, p. 29-52, abr 2002.
- MEDEIROS, A. e MONTEIRO, Jr, F. N. A Reconstrução de Experimentos Históricos Como Uma Ferramenta Heurística no Ensino de Física. IN: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 3, 2001, Atibaia. **Anais ...** Porto Alegre: ABRAPEC, 2001, 1 cd-rom.
- MONTEIRO, M. A., LISBOA-FILHO, P. N. Explorando a Construção do Espectroscópio de Prismas no Contexto Educacional: Um Estudo de Caso. Niterói: In: SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 11, 2008, Niterói. **Anais...**Rio de Janeiro: SBHC, 2002. 1 cd-rom.
- ROGERS, E. Epistemology and History in the Teaching of School Science. *European Journal of Science Education*. v. 4, n.1, p. 1-10, 1982.
- MONK, O. e OSBORNE, J. Placing the History and Philosophy of Science on the Curriculum: A Model For Development of Pedagogy. **Science Education**, v. 81, n. 4, p. 405-424, jul 1997.
- POPPER, K. R. **A Lógica da Pesquisa Científica**. São Paulo: Editora Cultrix, 2000.
- WOLLASTON, W. H. A Method of Examining Refractive and Dispersive Powers by Prismatic Reflection. **Phil. Trans. R. Soc**, 92, 365, 1802.