

A Experiência de Thomson: análise da abordagem de um livro didático em uma perspectiva histórica

Lucas Sodré dos Santos¹, Reginaldo Alberto Meloni²

¹Licenciado em Ciências pela Universidade Federal de São Paulo. Professor do Ensino Básico

 <https://orcid.org/0000-0002-2634-5256>

²Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas. Professor da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp)

 <https://orcid.org/0000-0002-4664-1079>

The Thomson Experience: Analysis of a Textbook Approach from a Historical Perspective

Informações do Artigo

Recebido: 04/06/2021

Aceito: 10/05/2022

Palavras-chave:

Conteúdos curriculares; Livro didático; Ensino de ciências, Experiência.

Key words:

Curriculum; Textbook; Science teaching, Experience.

E-mail: luka.sodre10@gmail.com

E-mail: meloni@unifesp.br

ABSTRACT

In the 1960s, chemistry textbooks started to value the theme of the structure of matter and the writings of Saffioti (1968), who was one of the pioneers to discuss the work of Thomson in more detail. The purpose of this article is to present an interpretation of the characteristics of the didactic transposition process of this subject in this textbook, based on the article 'Cathode Rays' (THOMSON, 1897). This analysis was based on Foucauldian notions that discourse constructs the object and that events are unique. The didactic discourse was examined to find brands that promoted a specific meaning for the conceptual contents. Results show that the textbook promoted knowledge not only intended for teaching scientific knowledge. It's verified that this specificity is not related to errors or distortions but different meanings from the original work.

INTRODUÇÃO

A abordagem do tema “modelos atômicos” no ensino médio na atualidade quase sempre passa pela citação do trabalho de Thomson. Em geral, as obras fazem rápidas referências à sua famosa experiência com o tubo de raios catódicos e enunciam que, com esse trabalho, foi possível concluir que esses raios eram formados por partículas com massa e carga que posteriormente seriam chamadas de elétrons.

Apesar de Thomson ter publicado os resultados da experiência no final do século XIX e ter proposto um modelo para o átomo em princípio da década de 1910, esse tema não recebeu a atenção dos autores dos livros didáticos até os anos de 1960. Nessa década o tema foi abordado por alguns autores (AMADO, 1961; AMARAL, 1967; PIMENTA; LENZA, 1970) em citações rápidas e sem aprofundamento. Uma exceção a essa tendência foi a obra “Fundamentos de Química. Primeiro volume. Química Geral, inorgânica e físico-química” de Waldemar Saffioti, publicada também na década de 1960 (SAFFIOTI, 1968), que apresentou uma descrição mais detalhada da experiência de Thomson e das suas conclusões.

Essa breve introdução já provoca várias questões sobre a relação entre a produção do conhecimento científico e o ensino de Química: por que esse tema demorou mais de meio século para aparecer nos programas de ensino secundário de Química? Quais as relações entre o trabalho desenvolvido por Thomson e as abordagens didáticas do mesmo tema? O que caracteriza a obra do professor Saffioti em relação ao tratamento desse tema?

Alguns dados da vida e da obra de Waldemar Saffioti (1922 – 1999) que podem ajudar a explicar parte desses pontos estão publicados em um texto escrito por ex-alunos em sua homenagem no ano de 1999. Waldemar Saffioti era natural de Bragança Paulista, SP e bacharelou-se em Química pela Universidade de São Paulo (USP) aos 20 anos. Começou a escrever livros didáticos nos anos de 1950 quando lecionava no Instituto de Educação Caetano de Campos em São Paulo e foi convidado pela Editora Nacional para, junto com o professor Geraldo Camargo de Carvalho, escrever uma obra de ensino de Química (MASSABNI; MELIOS; FRANCO, 1999).

Em 1955 formou-se em Física iniciando sua pesquisa em Energia Nuclear na “Pennsylvania State University” e no “Argonne National Laboratory”. Em 1967 Saffioti doutorou-se em Química e, após colaborar na implantação de um reator nuclear em SP, escreveu o livro “Fundamentos de Energia Nuclear”, que alcançou 4 edições (MASSABNI; MELIOS; FRANCO, 1999). Por essa breve apresentação pode-se constatar que o professor Saffioti era formado em Química e em Física, o que pode justificar o motivo pelo qual o trabalho de Thomson recebeu atenção especial em seu livro didático e indicar algumas das características da abordagem que Saffioti desenvolveu nessa obra.

O objetivo deste trabalho é analisar quais as características da abordagem didática da experiência de Thomson na obra de Saffioti (1968) e verificar qual foi a relação estabelecida pelo autor entre o conhecimento chamado científico, ou seja, elaborado pelos cientistas, e o conhecimento escolar (ou conhecimento didatizado). Para isso a exposição realizada no livro didático foi comparada com o artigo “Cathode Rays” (THOMSON, 1897) no qual foram publicadas as discussões sobre os procedimentos e os resultados da experiência que determinou a relação carga/massa nas partículas dos raios catódicos.

A hipótese a ser testada é a de que a relação entre o chamado conhecimento científico e os saberes escolares não se reduz à didatização dos temas ou a um processo de

transposição didática ou de recontextualização, mas também é orientado por outras questões como as necessidades, impostas pelas atividades pedagógicas ou pelo discurso desenvolvido nas práticas escolares cotidianas, e cristalizado nos materiais de ensino. Nesse trabalho serão apresentados alguns indícios de que a construção do currículo extrapola as escolhas conscientes que são realizadas em função dos contextos socioculturais e está relacionada também com o discurso realizado pelo professor na produção de um conteúdo conceitual.

APORTE TEÓRICO/METODOLÓGICO

A questão que orienta esse trabalho é entender quais são as articulações que foram estabelecidas por Waldemar Saffioti entre o conteúdo publicado no artigo de Thomson (1897) e a exposição didática no livro didático publicado em 1968. Como se tratam de trabalhos norteados por diferentes objetivos interessa entender as características do processo pelo qual o conhecimento científico, representado pelo artigo “Cathode Rays” de Thomson (1897), se tornou acessível aos estudantes do nível básico ou, em outros termos, quais as características da relação entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar.

Entre as teorias que consideram que há um conhecimento científico diferente de um conhecimento escolar e um processo de transformação entre essas duas dimensões do conhecimento está a que foi proposta por Yves Chevallard (1977). De acordo com esse teórico, na construção dos programas de ensino e dos materiais pedagógicos haveria um processo de “transposição didática” que ocorreria a partir da escolha de um *saber sábio* que, em uma instância que Chevallard denominou de *noosfera*, seria transformado em um *saber a ser ensinado* que, por sua vez, se tornaria em *saber ensinado* pelas práticas pedagógicas desenvolvidas pelos professores (CHEVALLARD, 1977).

Se, por um lado, essa teoria reconhece o papel do professor no processo de transposição do conhecimento, por outro lado, parte do pressuposto de que há um conhecimento elaborado fora da escola e que esta apenas o reproduz ainda que não da forma como foi elaborado. No entanto, essa proposição é problematizada por muitos autores que entendem que a elaboração dos currículos envolve processos mais complexos do que a proposta pela teoria de Chevallard (1977). Lopes (1997, p. 564), por exemplo, questiona inclusive a denominação da teoria argumentando que o “termo transposição tende a ser associado à ideia de reprodução, movimento de transportar de um lugar a outro, sem alterações”.

Além disso, há também a crítica de que a escola não se limita a abordar um conhecimento específico, científico ou especializado, mas trabalha com outros saberes

elaborados no cotidiano e que o chamado conhecimento escolar “apresenta a contradição de ter como objetivos a socialização do conhecimento científico e a constituição do conhecimento cotidiano” (LOPES, 1999, p. 24).

Outra crítica que é feita a essa teoria é a de que todo conceito ao ser ensinado mantém semelhanças com a ideia original presente em seu contexto da pesquisa, mas adquire outros significados próprios do ambiente escolar ou do contexto ao qual foi desenvolvido (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2016). No entanto, a transformação destes saberes pode modificar o conhecimento a ponto de distingui-lo completamente da proposta original ou, em outros termos, do conhecimento científico. Nesse caso poderia haver uma distorção do conhecimento científico ou a propagação de um erro conceitual.

Estas posições críticas consideram que a relação entre os conhecimentos científico e escolar não se limita a uma questão de escolha planejada ou de reprodução do conteúdo conceitual. É importante que se registre que também há trabalhos que questionam a existência de instâncias de conhecimento independentes. Para Belhoste (2011, p. 60), por exemplo, deve-se considerar a possibilidade de que há uma circulação dos saberes e que “os conhecimentos recompostos no universo escolar com objetivos didáticos são chamados a sair e a circular por toda parte, e que chegam às vezes a ser reintegrados às próprias ciências instituídas pela comunidade científica que os produziu”.

Considerando que há campos de conhecimento distintos, o científico e o escolar, que não coincidem, mas que se articulam, pergunta-se: quais são as características dessa articulação? Pode-se argumentar, por exemplo, que, além das escolhas dos temas e dos métodos, há também os objetivos a serem alcançados. No caso da abordagem da experiência de Thomson na escola secundária podem ser explorados seus aspectos físicos, que são mais próximos do campo da ciência física ou as suas conclusões para o conhecimento do caráter da matéria, assunto de extrema importância para a compreensão dos fenômenos químicos. Esse tema também poderia ser abordado com o objetivo de demonstrar as características da produção da ciência e, inclusive, do conhecimento científico. No processo educativo é muito diferente afirmar que Thomson descobriu o elétron ou que Thomson a partir de outros trabalhos desenvolveu um experimento cujos dados foram interpretados como indícios de que haveria um corpúsculo em que a relação carga/ massa é constante.

No entanto, além das escolhas e dos objetivos planejados, também há a possibilidade de que o professor em sua atividade cotidiana possa produzir (e não apenas reproduzir) um determinado conhecimento por suas ações linguísticas e extralinguísticas. Ou seja, ainda que os programas de ensino definam os temas e os planos de ensino prescrevam os objetivos, há aspectos individuais da prática pedagógica que podem promover formações específicas.

Nesse trabalho investiu-se na possibilidade de que as especificidades das abordagens pedagógicas podem produzir sentidos diferentes para um mesmo conteúdo conceitual e, nesse sentido, foram explorados os detalhes da abordagem desenvolvida no livro didático que podem contribuir para a construção desses saberes. Sendo assim, foram analisados os discursos linguístico e extralinguístico, ou seja, os discursos textual e imagético do livro didático, procurando as marcas que caracterizaram a construção didática dos conteúdos conceituais.

É bastante plausível considerar que esses conhecimentos sejam o resultado da sistematização de experiências pedagógicas desenvolvidas no contexto da sala de aula, uma vez que, como já foi dito, Waldemar Saffioti exercia o magistério quando se tornou também autor de livro didático. Trata-se, portanto, de um trabalho que procurou compreender, em uma perspectiva histórica, as características da atividade docente no desenvolvimento do tema experimento de Thomson. A análise se apoiou na noção foucaultiana de história como uma descontinuidade (FOUCAULT, 2005, p. 9 e 10), portanto buscou-se como o conceito foi construído em uma situação real, ou seja, considerando os detalhes que aparecem nos textos e nas imagens contidos no livro didático. Em resumo, procurou-se entender como os saberes foram objetivados pelo discurso e não como foi o processo de didatização de um conhecimento elaborado fora do processo educativo.

Optou-se por uma análise que não contornou o processo de objetivação do conteúdo, mas buscou as características da “objetivação dos elementos” (DUSSEL, 2004, p. 47) que colaboraram para a construção de uma concepção de ciência e de uma noção de átomo a partir da exposição do experimento de Thomson. O método utilizado foi o “descrever, muito positivamente [...] e não supor nada mais” (VEYNE, 1998, p. 248), ou seja, entender o discurso como um processo de produção de sentidos sem supor que ele carrega distorções ou erros. Ao interpretar o discurso nessa perspectiva, supõe-se que as narrativas poderiam ser outras em seus detalhes e que poderiam promover outros sentidos. Para isso foram analisadas as marcas de uma descontinuidade em relação ao discurso supostamente único e científico.

O trabalho se desenvolveu primeiro a partir das análises dos argumentos do livro didático buscando as sutilezas que possam ter caracterizado uma mudança no conhecimento elaborado por Thomson. Em seguida, essas marcas foram interpretadas em comparação com o artigo de Thomson (1897) considerando os objetivos de cada um desses trabalhos, ou seja, a construção de uma compreensão sobre a natureza da matéria e o ensino das características do átomo.

DISCUSSÃO

No Laboratório Cavendish da Universidade de Cambridge o físico J. J. Thomson realizou experimentos para determinar a natureza dos raios catódicos levando-o a propor que esses raios eram partículas subatômicas (“corpúsculos”) responsáveis pela corrente elétrica e constituintes fundamentais da matéria (WEINBERG, 1993). Thomson publicou 3 artigos detalhando suas descobertas dentre eles “Cathode Rays” em 1897 um dos trabalhos mais importantes da sua carreira que contribuiu para que ele recebesse o Prêmio Nobel de Física em 1906.

Descargas elétricas em gases rarefeitos foram anteriormente estudadas por outros cientistas como Michael Faraday em 1835, Julius Plücker em 1858 e seu aluno Johann Hittorf em 1869, Willian Crookes em 1878 e Jean Perrin em 1895. Thomson inclusive iniciou seu artigo “Cathode Rays” falando sobre as descobertas de Perrin e atribuindo a ele a prova da carga negativa dos raios, tomando seu trabalho como ponto de partida para melhorias que viriam a possibilitar a descoberta da relação carga/massa do elétron. Seria então coincidência que Saffioti incluiu no capítulo referente ao tema um histórico dos trabalhos realizados citando Perrin?

Como já foi dito, os livros didáticos de Química falavam pouco sobre o assunto, então, como o tema ganhou importância no livro de Saffioti, é oportuno considerar que o artigo de Thomson de 1897 tenha sido uma das referenciais usadas para a elaboração do livro didático. Embora a obra não apresente as referencias, existem indícios na exposição didática que sugerem que há grande possibilidade de que o artigo original de Thomson tenha sido uma das fontes usadas por Saffioti.

O tema em análise se encontra no Capítulo 9 – Estruturas Atômicas (primeira parte) (SAFFIOTI, 1968, p.153). A seção que discute a experiência de Thomson é intitulada “Raios Catódicos” (SAFFIOTI, 1968, p.154), mesmo título do artigo original de 1897. A organização começa com uma introdução histórica seguida por 7 subtítulos, sendo eles: “Natureza elétrica dos raios catódicos”, “Experiências de Thomson”, “Cálculo da carga q e da massa m' do próton”, “Espectrógrafo de massa”, “Fenômeno da Isotopia”, “Experiência de Millikan” e “Efeito termoelétrico e efeito fotoelétrico”. Após essa parte, a explicação segue para a seção seguinte de nome Radioatividade a qual engloba as descobertas de Rutherford, Pierre e Marie Curie e Roentgen.

O capítulo inicia com a exposição do que era aceito sobre as características do átomo no final do século XIX. Saffioti (1968, p. 153) explica que os cientistas estavam em acordo sobre o fato de o átomo ser a menor partícula da matéria, que átomos do mesmo elemento têm as mesmas massas e que diferentes elementos que possuem propriedades físicas semelhantes podem ser organizados em famílias.

Também destaca a diferenciação entre bons e maus condutores e a existência de compostos que podem (ou não) ser dissociados pela eletricidade. O texto também esclarece

que havia pouco conhecimento sobre a estrutura interna do átomo durante boa parte do século XIX e provoca o leitor para questões que eram feitas na época:

Por que uma matéria como o vidro, quando friccionada por tecido de seda, se carrega de eletricidade positiva (+), oposta à eletricidade negativa (-) adquirida por âmbar friccionado por tecido de lã? E por que o vidro e o âmbar eletrizados se repelem? (SAFFIOTI, 1968, p.153)

Assim, Saffioti inicia a discussão do tema com pontos já conhecidos e com questões que estimulam o estudante a reconhecer os limites do conhecimento sobre o átomo neste período. O desenvolvimento do capítulo indica que, apesar de haver indícios de que Saffioti conhecesse o artigo de Thomson, ele também se apoiou em outros trabalhos. No início da seção “Raios Catódicos” o autor começa afirmando que: “Já em 1891 o físico Stoney, ao examinar as interações então conhecidas entre a eletricidade e a matéria, admitia a existência do elétron, como uma entidade discreta e unitária de eletricidade, [...]” (SAFFIOTI, 1968, p. 154). No entanto, George Johnstone Stoney não foi citado uma única vez no artigo sobre os raios catódicos de Thomson, mesmo sendo um dos teóricos a nomear esses “corpúsculos” em 1891 com o nome de elétrons.

Portanto, o texto sugere que Saffioti tenha usado diferentes referências para a elaboração do livro didático, algo natural visto que várias décadas se passaram desde a publicação do artigo de Thomson e o conhecimento sobre o assunto havia se ampliado. Grande parte das discussões teóricas do artigo de Thomson remete à natureza da matéria, pois havia na época quem defendesse os raios catódicos como ondas de éter e não corpúsculos.

A obra de Saffioti (1968, p.154) descreve o arranjo experimental de Crookes: uma ampola com gás rarefeito que, quando submetida a uma diferença de potencial de “alguns milhares de volts”, gerava uma luz esverdeada que Crookes atribuiu a “radiação invisível” e que produzia uma sombra quando era inserida uma lâmina na ampola. Esses raios invisíveis foram chamados por Crookes de raios catódicos.

Após essa introdução, Saffioti descreveu o arranjo experimental de Perrin listando as modificações feitas por ele na ampola de Crookes que possibilitaram a percepção do fato de que os raios que partiam do cátodo em direção ao ânodo eram sensíveis a um campo magnético por serem defletidos no momento da exposição. Na sequência foram explicadas e ilustradas as modificações realizadas na ampola de Crookes. Nas imagens (Figuras 1 e 2) observa-se que o ânodo e o cátodo possuem furos e que o anteparo que recebe os raios catódicos é reto.

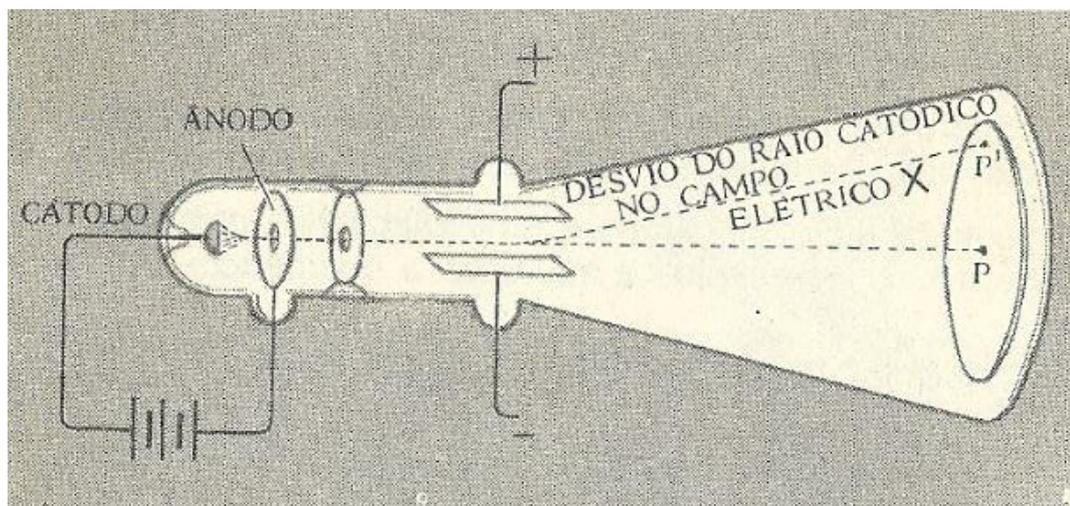


Figura 1 – Aparato ilustrado no livro didático

Fonte: SAFFIOTI, 1968, p. 156.

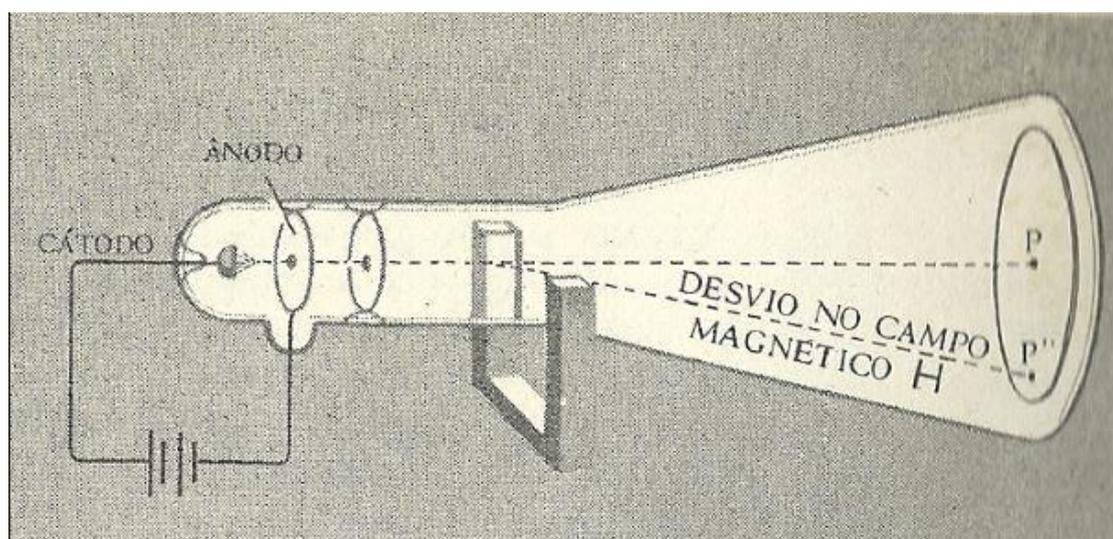


Figura 2 – Aparato 2 do livro didático destacando a deflexão pelo campo magnético

Fonte: SAFFIOTI, 1968, p. 157.

No artigo de Thomson (1897) 3 arranjos são bem descritos. O primeiro que está ilustrado na Figura 3 possui fendas no ânodo e o écran é arredondado. O segundo, que possibilitou visualizar mais claramente e aferir com maior precisão a deflexão, mas que também trouxe outras problemáticas está ilustrado na Figura 4 e possui furos no ânodo e um terceiro arranjo que não foi ilustrado no artigo original, mas que Thomson descreveu como sendo semelhante ao primeiro, mas com furos no ânodo e não fendas como no primeiro arranjo.

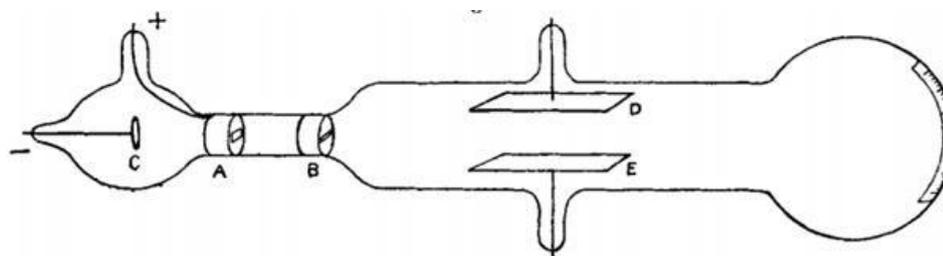


Figura 3 - Ampola de Raios Catódicos esquematizado por Thomson

Fonte: J.J. Thomson, Raios Catódicos, p. 296. 1897.

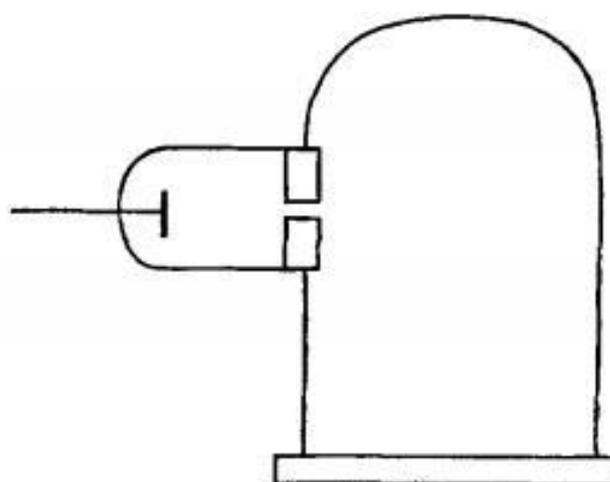


Figura 4 – Ampola de Raios Catódicos esquematizado por Thomson

Fonte: J.J. Thomson, Raios Catódicos, p. 301, 1897

No experimento de Thomson o orifício do ânodo é uma das variáveis importantes, mas essa questão não aparece discutida no livro didático. Saffioti opta por ilustrar os aparatos com furos como se essa fosse a única possibilidade. As ilustrações que são usadas no livro didático (Figuras 1 e 2) são diferentes das que aparecem no artigo de Thomson de 1897 (Figuras 3 e 4). Como já foi dito, no artigo há uma variação nos formatos dos orifícios dos ânodos e no livro didático aparecem apenas os furos. Outro ponto divergente é que o écran é reto na imagem do livro didático enquanto no artigo aparece em formato esférico (Figura 1). O que justificaria essas diferenças de representações? Não há justificativas para que a representação do écran seja diferente no livro didático em relação ao artigo de 1897 e, em relação ao formato dos orifícios, Saffioti opta por simplificar a explicação desconsiderando uma variável importante do experimento. Aqui se percebe que houve uma opção discursiva que promove a ideia de que o experimento foi mais simples do que o relatado no artigo de 1897.

Além disso, enquanto nas ilustrações do artigo não aparecem as bobinas e o imã responsáveis pelo campo magnético, no livro didático esses elementos são ilustrados com destaque. Finalmente, no livro didático há uma representação do desvio dos raios catódicos nas duas imagens. Com essas informações é possível interpretar que o discurso usado no livro didático foi moldado por diferentes fluxos discursivos. Por um lado, o que procura apresentar os dados com rigor científico, por outro lado o que está atento às possibilidades pedagógicas de explicação do conteúdo. O resultado é que ao explicar um experimento científico em uma linguagem didática, o texto promove outros saberes.

Enquanto o artigo discute o processo de elaboração dos aparatos experimentais e os resultados obtidos a partir da modificação das variáveis, a explicação no livro didático procura destacar os resultados do experimento. Dessa forma, o artigo destaca o processo de construção do conhecimento científico e as possibilidades que o experimento aponta e o livro didático sugere que o conhecimento é obtido de forma direta a partir de um experimento sem erros, sem falhas, sem dúvidas. Nesse sentido, o discurso pedagógico produz um conhecimento próprio do processo educativo que se distancia da dinâmica de elaboração do conhecimento científico.

Essa característica pode ser exemplificada também pelo fato de que Thomson inclui em seu artigo as dificuldades para a elaboração do experimento. Por exemplo, Thomson discute exaustivamente os resultados obtidos nos 3 tipos de tubo diferentes, expondo os limites de cada arranjo. Há pontos em que ele faz a reavaliação da prática, a justificativa dos processos e a retomada de trabalhos de outros cientistas que apoiavam as suas decisões. Destaca-se como exemplo o último tópico do artigo: “Experiências com eletrodos de diferentes materiais” (THOMSON, 1897, p. 315) no qual são descritos os resultados com um quarto tipo de tubo apenas para avaliar a influência do material usado no eletrodo responsável pelo campo elétrico defletor dos raios catódicos.

No livro didático as discussões sobre as modificações que Thomson realizou na ampola de Crookes também apresentam diferenças importantes em relação ao artigo. No livro didático elas foram descritas da seguinte forma: “Reduziu ao mínimo a distância entre o cátodo e o ânodo[...]”, no entanto esse é um ponto que não apareceu no artigo de Thomson de 1897. Depois segue informando que “[...] introduziu duas placas metálicas entre as quais produziu um campo elétrico X de ddp variável”, [...]” por meio de um imã externo à ampola produziu um campo magnético H ”, em seguida “[...] a parede frontal foi recoberta por um écran fluorescente de Sulfeto de Zinco para detectar o ponto em que o raio catódico incide” (SAFFIOTI, 1968, p. 156).

O livro nessas palavras resume a discussão de 4 tópicos do artigo de Thomson (“Carga Transportada por Raios Catódicos”, “Deflexão dos Raios Catódicos por Um Campo Eletrostático”, “Condutividade de um gás durante a passagem de raios catódicos” e “Deflexão Magnética nos Raios Catódicos em Diferentes Gases”). Além disso, Saffioti não

esclarece que as modificações foram realizadas na ampola que Perrin já havia alterado colocando em evidência apenas o trabalho de Thomson e desconsiderando o processo desenvolvido em uma série de trabalhos anteriores. Essa opção de abordagem, se não altera o conteúdo conceitual que está sendo explicado, promove a ideia de que a ciência é fruto de mentes privilegiadas e de trabalhos isolados.

Além dos ajustes no arranjo experimental a discussão desenvolvida no artigo ainda contém uma matematização rígida que integra a justificativa para tais mudanças. Esta matematização é trazida no livro de forma bem mais direta e objetiva, suficiente para argumentar seu uso em meio às aferições feitas a partir da deflexão dos raios. No livro didático o formalismo matemático tem a finalidade apenas de justificar o esboço do arranjo experimental, uma vez que o objetivo não era replicar o experimento.

Essa abordagem faz com que a apresentação do conteúdo disposta por Saffioti atenda a necessidade de comunicação com as finalidades do ensino, ou seja, sem o rigor do discurso científico, assim como no meio científico o experimento, os resultados e a argumentação responderam às perguntas importantes sobre a natureza do átomo e da matéria com a linguagem adequada para discutir com seus interlocutores.

Por fim, enquanto Saffioti finaliza este conteúdo com o valor da relação carga/massa do elétron encontrado pela relação de fórmulas que expressam grandezas medidas no arranjo experimental, Thomson ainda põe em prova os valores medidos, testando eletrodos de diferentes materiais e concluindo que essa constante evidencia que os raios catódicos são partículas com massa e carga negativa que independe do gás ou do eletrodo utilizado, sendo ela constituinte fundamental da matéria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O livro didático de Saffioti (1968) representou uma inovação nos anos de 1960 em relação à abordagem do tema experiência de Thomson. Enquanto as outras obras apenas passavam rapidamente pelo assunto, Saffioti descreveu o experimento e o discutiu em seus aspectos físicos. A dupla formação do autor, tanto em Física quanto em Química, pode ter influenciado a abordagem didática desse tema. A exposição foi incomum para aquele período, uma vez que os livros de ensino de Química discutiam o assunto de forma superficial, mas em Saffioti (1968) a análise detalhada do experimento apresentou aspectos que foram negligenciados em boa parte dos livros didáticos de Química, valorizando aspectos que normalmente estão mais ligados aos conhecimentos trabalhados na disciplina de Física.

O livro inovou na exposição desse tema ao tratar este conteúdo com relativo aprofundamento e sem uso de analogias. Há fortes indícios de que Saffioti tenha se apoiado, entre outras referências, no artigo de Thomson de 1897. No entanto, percebe-se desde o início do capítulo que o discurso científico se mescla com um discurso pedagógico tanto no

texto como nas imagens. O capítulo foi iniciado com um balanço do se conhecia sobre o tema e com questões provocativas para os estudantes de ensino secundário. Partindo do que se sabia para o que se descobriu Saffioti buscou apresentar uma visão interessante do impacto dos trabalhos mostrados no capítulo em relação às concepções sobre o átomo durante o último decênio do século XIX.

No entanto, nesse trabalho percebe-se que Saffioti também promoveu um conhecimento escolar específico que não encontra amparo na atividade científica. Um exemplo dessa construção é a concepção sobre a elaboração do conhecimento científico que foi sugerida nas entrelinhas do livro didático. Embora sejam citados outros nomes da ciência como Stoney, Crookes e Perrin, Saffioti colocou em destaque apenas Thomson.

No próprio artigo de 1897, além de William Crookes e Jean Perrin, há o reconhecimento de nomes com os de Heinrich Hertz e Kristian Birkeland, mas eles não aparecem no livro didático. Nesse sentido, o discurso pedagógico promoveu outra concepção de ciência. Como analisa Lopes (1997), quando se ensina apenas o resultado e não o processo histórico de construção do conceito as questões que originaram os problemas de pesquisa são suprimidas e assim é reforçada a ideia de um didatismo que utiliza apenas o concreto para se chegar ao abstrato, potencializando o senso comum e distorcendo o científico.

É importante citar que atualmente existem historiadores que colocam ressalvas à proposição de que a descoberta do elétron foi mérito de Thomson (WEINBERG, 1993). Esse questionamento ocorre em parte pela grande dispersão em seus resultados experimentais, também pelo grande debate sobre a natureza da matéria que ocorria na época com outros estudos, mas na quase totalidade dos livros didáticos a descoberta do elétron ainda é atribuída à Thomson. Como a abordagem de Saffioti foi pioneira em relação à abordagem desse tema, é possível que ela tenha influenciado a elaboração das obras didáticas nas décadas seguintes, mas isso é uma hipótese a ser explorada em outros trabalhos.

Em resumo, não se pode deixar de reconhecer a importância da obra “Fundamentos de Química. Primeiro volume. Química Geral, inorgânica e físico-química” de Waldemar Saffioti para o ensino de Química. Trata-se de uma obra de grande importância que colocou em relevo o trabalho de Thomson. No entanto, nesse trabalho foram encontradas marcas no discurso pedagógico que indicam como o livro didático de Saffioti não se resumiu a expor conhecimentos prontos, e nem distorceu conhecimentos científicos, mas, mesmo explicando com um conhecimento sólido sobre o tema, produziu saberes distantes sobre o processo de produção do conhecimento científico.

Finalmente, com esse trabalho se procurou destacar que o professor em sua prática cotidiana promove sentidos e produz saberes (e não apenas os reproduz). Aponta para o protagonismo do trabalho do professor nas práticas cotidianas da sala de aula ou na produção de materiais pedagógicos e coloca em evidência a importância do investimento na boa formação do professor de ciências.

Referências

- AMADO, G. **Química** para o terceiro ano colegial e para os candidatos aos exames vestibulares. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1961.
- AMARAL, L. **Química Geral e Inorgânica**. Primeiro Volume. São Paulo: Editora do Brasil S/A, 1967.
- BELHOSTE, B. Das ciências instituídas às ciências ensinadas, ou como levar em conta a atividade didática na história das ciências. **Revista Brasileira de História da Educação**, v. 11, n. 3 (27), p. 47-61, 2011.
- CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica**: del saber sábio ai saber enseñado. Aique, 1997.
- DUSSEL, I. Foucault e a escrita da história: reflexões sobre os usos da genealogia. **Educação & Realidade**, v. 29, n. (1), p. 45-68, 2004.
- FOUCAULT, Michel. **A arqueologia do saber**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2005.
- LOPES, A. R. C. Conhecimento escolar em química: processo de mediação didática da ciência. **Química nova**, v. 20, n.5, p. 563-568, 1997.
- LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999.
- MASSABNI, A. C.; MELIOS, C. B.; FRANCO, D. W. In memorian. **Química Nova**, v. 22, n. 4, p. 630-631, 1999.
- MELLO, L. A. A Teoria da Transposição Didática de Chevallard, Izquierdo e de Mello (CHIM). 2019. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufsf/12216/2/TTDChevallardIzquierdoDeMello.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2021.
- PIMENTA, A.; LENZA, D. P. **Elementos de química moderna**. São Paulo: Editora do Brasil S.A., 1970.
- SAFFIOTI, W. **Fundamentos de Química. Primeiro volume. Química Geral, inorgânica e físico-química**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1968.
- WEINBERG, S. **The Discovery of Subatomic Particles**. Penguin Books, London, 1993.
- THOMSON, J.J. Cathode Rays. **Philosophical magazine and journal of science**, Series 5, 44: 269, p. 293 — 316, 1897.
- VEYNE, P. **Como se escreve a história. Foucault revoluciona a história**. 4ª edição. Brasília: Editora da UnB, 1998.

RESUMO

Nos anos de 1960 os livros didáticos de Química passaram a valorizar o tema da estrutura da matéria e a obra de Saffioti (1968) foi uma das pioneiras a discutir o trabalho de Thomson de forma mais detalhada. O objetivo desse artigo é apresentar uma interpretação das características do processo de transposição didática desse assunto nesse livro didático a partir do artigo "Cathode Rays" (THOMSON, 1897). A análise se apoiou nas noções foucaultianas de que o discurso constrói o objeto e de que os acontecimentos são únicos. O discurso didático foi analisado com o objetivo de se encontrar as marcas que promoveram um sentido específico para os conteúdos conceituais. Os resultados apontam que o livro didático promoveu saberes que não se reduzem à didatização do conhecimento científico. Foi verificado que esta especificidade não está relacionada com erros ou com distorções, mas com sentidos que são diferentes dos do trabalho original.

RESUMEN

En la década de 1960, los libros de texto de química comenzaron a valorar el tema de la estructura de la materia y el trabajo de Saffioti (1968) fue uno de los pioneros en discutir el trabajo de Thomson con más detalle. El propósito de este artículo es presentar una interpretación de las características del proceso de transposición didáctica de esta asignatura en este libro de texto del artículo "Cathode Rays" (THOMSON, 1897). El análisis se basó en las nociones de Foucault de que el discurso construye el objeto y que los eventos son únicos. Se analizó el discurso didáctico con el fin de encontrar las marcas que promovieran un significado específico para los contenidos conceptuales. Los resultados muestran que el libro de texto promovió conocimientos que no se reducen a la didáctica del conocimiento científico. Se verificó que esta especificidad no está relacionada con errores o distorsiones, sino con significados distintos a los de la obra original.