

O experimento de Rutherford em livros de química destinados ao ensino superior: transposição e estilos de pensamento

Rutherford's experiment in chemistry textbooks for higher education: transposition and thinking styles

Ehrick Eduardo Martins Melzer

Licenciatura em Educação do Campo (LECAMPO) UFPR Litoral

ehrickmelzer@ufpr.br

Resumo

No presente artigo buscou-se analisar em 14 livros didáticos de ensino superior os Estilos de Pensamento de Transposição Didática, em outras palavras, estudar como esses livros didáticos tem transposto o conteúdo sobre o experimento de Rutherford, assim como foi feito em pesquisa anterior (MELZER, 2016), porém em livros didáticos destinados ao uso no ensino médio. A ferramenta teórica utilizada para as análise partiu da confluência entre o aporte teórico de Chevallard (1991) e Fleck (2010) desenvolvido por Melzer (2016). Os livros foram analisados a partir da técnica de análise de conteúdo de Bardin (2010). Observou-se que 8 livros didáticos seguem os Estilos de Pensamento como analisados por Melzer (2016) e 6 livros didáticos apresentam novos Estilos de Pensamento mais completos sobre o experimento de Rutherford. Como consideração final, entende-se que há possibilidades para compreensão de outros tipos de Transposição Didática além daquela enunciada por Melzer (2016).

Palavras chave: livro didático, transposição didática, estilos de pensamento

Abstract

In this paper, we have tried to analyze the Didactic Transposition Thinking Styles in 14 higher education textbooks, in other words, to study how these textbooks have transposed the content about Rutherford's experiment, as was done in a previous research (MELZER, 2016), but in textbooks intended for use in high school. The theoretical tool used for the analysis started from the confluence between the theoretical contribution of Chevallard (1991) and Fleck (2010) developed by Melzer (2016). The books were analyzed using the content analysis technique of Bardin (2010). It was observed that 8 textbooks follow the Styles of Thought as analyzed by Melzer (2016) and 6 textbooks present new, more complete Thought Styles about the Rutherford experiment. As a final consideration, it is understood that there are possibilities for understanding other types of Didactic Transposition beyond that enunciated by Melzer (2016).

Key words: TextBook, Didactic Transposition, Thinking Styles

INTRODUÇÃO

Este trabalho busca compreender como os livros didáticos de química destinados a formação de bacharéis e licenciados na área desenvolvem o conteúdo escolar experimento de Rutherford partindo da seguinte questão: Quais estilos de pensamento sobre a transposição didática do experimento de Rutherford aparecem no livros didáticos de química para o ensino superior? A partir desse questionamento busca-se analisar livros voltados à formação superior em química. Para análise de dados utilizou-se um trabalho de Melzer (2016) no qual houve uma junção da teoria de Ludwik Fleck com a de Yves Chevallard e que desenvolveu-se uma proposta de análise dos saberes contidos nos livros didáticos de química. Com a possibilidade de desenvolver uma linha de trabalho dentro das disciplinas de metodologia de ensino nas licenciaturas para que os discentes possam desenvolver uma criticidade em relação a produção de saberes.

Assim, buscou-se verificar quais estilos de transposição didática ocorrem nos livros de ensino superior para o ensino de química para observar se há similaridade com o que ocorre nos livros didáticos de ensino médio, pois partimos da hipótese da possibilidade de que os livros destinados ao ensino superior (na sua grande maioria de origem estrangeira) influenciarem os autores de livros didáticos de química na transposição didática externa que ocorrem nas publicações voltadas ao ensino médio.

Nesse sentido, o presente artigo se articula em 5 seções: a primeira faz uma revisão teórica das teorias inter-relacionas de Chevallard (1991) e Fleck (2010); na segunda parte buscou-se apresentar o saber sábio do experimento de Rutherford. Para isso utilizou-se um trabalho anterior, Melzer (2016) e recorreu-se aos artigos de Rutherford e equipe para construir um modelo de saber sábio; na terceira seção apresenta-se a metodologia da pesquisa, que encontra-se em andamento; na quarta seção apresenta-se os resultados da pesquisa e uma breve discussão sobre a proposta teórica de Melzer (2016). Por fim, apresentam-se breves considerações finais.

A TRANSPOSIÇÃO COM O ESTILO DE PENSAMENTO: POSSIBILIDADE DE CONFLUÊNCIA TEÓRICA

Em trabalho anterior (Melzer, 2016) proponho a junção de dois referenciais teóricos: Yves Chevallard e de Ludwik Fleck. Os dois autores apresentam compreensões similares sobre o fenômeno de gênese de saberes escolares na sociedade moderna, porém, Chevallard (1991) focou seus estudos em livros didáticos de matemáticas na escola. Em contrapartida, Fleck (2010) compreende que há uma seleção dos saberes provenientes da escola (Ciência dos Livros Didáticos) quanto da universidade, destinado a formação de novos profissionais (Ciência dos Manuais). Para relacionar as categorias de análise, utilizei o seguinte quadro:

Chevallard (1991)	Fleck (2010)
Saber Sábio	Ciência Especializada (Ciência dos Periódicos e dos Manuais)
Saber a Ensinar	Ciência dos Livros Didáticos
Saber Ensinado	-----
-----	Ciência Popular

Quadro 1: Relações entre Chevallard e Fleck Melzer (2015) apud Melzer (2016).

Apartir do estudo e comparação dos dois referenciais teóricos mencionados proponho uma

possibilidade de relação e equivalência entre categorias dos dois autores. E, a partir dessa relação, sugiro o seguinte esquema:

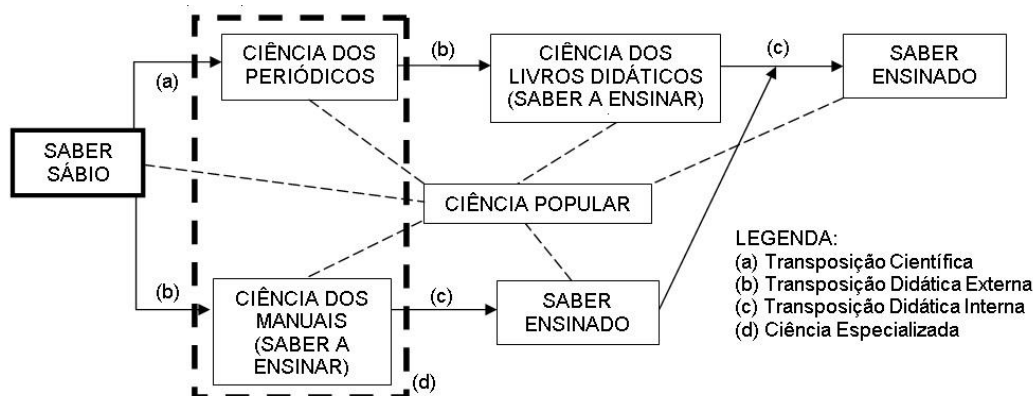


Figura 1: sistematização entre Chevallard e Fleck, Melzer (2016).

Com base na estrutura apresentada em Melzer (2016) entende-se que a Ciência dos Manuais (saber a ensinar) forma o saber ensinado do professor da educação básica. Além de que a ciência dos periódicos serve de base para a ciência dos livros didáticos, que se torna saber ensinado. Ou seja, o mecanismo padrão de Transposição Didática e Tráfego de Pensamentos como enunciado por Chevallard (1991) e Fleck (2010).

Em trabalho anterior, Melzer (2016) analisou livros destinados ao ensino de química na Educação Básica, referente ao saber sobre o experimento de Rutherford, e observou que há estilos de pensamento sobre a transposição didática desse saber. Os dados de sua pesquisa resultaram na categorização de cinco estilos de pensamento distintos:

Estilos de Pensamento de Transposição Didática	Características do Estilo de Pensamento	Quantidade de Livros Didáticos
1	Representação do aparato experimental altamente simplificado. Somente a menção de Rutherford no experimento. Menção a um único experimento de desvio de partículas radioativas.	5
2	Representação do aparato experimental com mais dados, mais completo. Menção de Rutherford no experimento. Menção a um único experimento de desvio de partículas radioativas.	6
3	Representação do aparato experimental com dados e a inserção do Polônio como elemento radioativo do experimento. Menção de Rutherford no experimento. Menção a um único experimento de desvio de partículas radioativas.	8
4	Representação do aparato experimental com mais dados, mais completo. Menção a Geiger e Marsden junto a Rutherford no experimento. Menção a um único experimento de desvio de partículas radioativas.	5
5	Representação do aparato experimental com dados e a inserção do Polônio como elemento radioativo do experimento. Menção a uma equipe que junto a Rutherford desenvolveram uma série de experimentos sobre desvios de partículas radioativas.	2
TOTAL DE LIVROS ANALISADOS:		26

Tabela 1: Dados sobre os estilos de pensamento de transposição didática, Melzer (2016).

Com base nos resultados obtidos, Melzer (2016) sintetiza em suas considerações finais:

O que se pode observar dessa primeira análise é uma distancia da Ciência dos Livros Didáticos (Saber a Ensinar) do Saber Sábio encontrado dentro da Ciência dos Periódicos, indicando uma necessidade dos pesquisadores da área e autores de livros didáticos de fazer uma revisão epistemológica dos saberes veiculados. Além disso, podemos entender que há uma tradição em

se trazer o experimento de Rutherford iniciada com o livro *Chemical Bond Approach* (1960) e que foi se modificando e constituindo cinco Estilos de Pensamento distintos (MELZER, 2016, p. 11).

Nesse sentido, entende-se que os livros didáticos se distanciam do saber sábio e que os cinco estilos de pensamento apontados em Melzer (2016) refletem tradições na forma de trato com o saber do experimento de Rutherford.

Para podermos compreender o que se ocorre com livros para o ensino superior, utilizaremos o mesmo aparato teórico proposto por Melzer (2016). Também vamos desenvolver uma leitura de Saber Sábio do experimento de Rutherford para poder analisar os livros e verificar se tal modelo teórico se confirma com os dados de Melzer (2016).

O SABER SÁBIO DO EXPERIMENTO DE RUTHERFORD

Rutherford quando pesquisou sobre as partículas alfa, beta e gama e seu espalhamento em diferentes materiais o fez com uma equipe de pesquisadores que em conjunto desenvolveram uma série de experimentos que resultaram na hipótese de Rutherford (1911) sobre a possibilidade de se haver um núcleo atômico no átomo. Nesse sentido, sua equipe publicou 3 artigos:

I) *The scattering of α particle by matter* (1910), publicado na Proc. Royal Society por H. Geiger;

II) *The scattering of α and β particles by matter and the structure of the atom* (1911), publicado na Philosophical Magazine por E. Rutherford;

III) *The laws of deflexion of α particles through large angles* (1913), publicado por H. Geiger e E. Marsden na Philosophical Magazine.

Nesta trilogia que resultou na proposta sobre o núcleo atômico vários aparatos experimentais foram utilizados, bem como metodologia para inúmeras decisões acerca do fatídico experimento. Uma delas é a escolha do Ouro (Au) como material para o espalhamento de partículas. Este material foi escolhido basicamente por dois motivos: primeiro, por permitir finas lâminas do metal proporcionando maior precisão experimental. Segundo, com o ouro os dados de espalhamento eram melhores, como ilustra na figura a seguir:

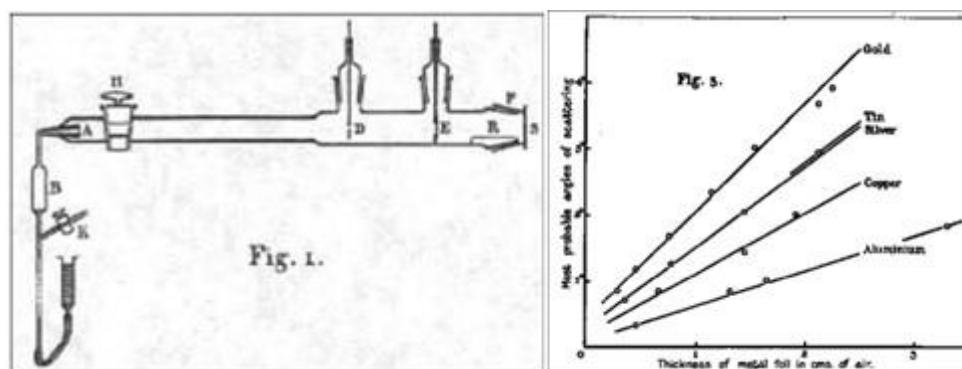


Figura 2: A esquerda temos o aparato usado por Geiger e equipe para medir os desvios e a direita o gráfico com os valores de desvio mostrando a preferência pelo Ouro com base em valores experimentais.

Este artigo escrito por Geiger expõe a resposta experimental, dados científicos, para a escolha do ouro como material a ser bombardeado por partículas radioativas. Na sequência, Rutherford (1911), Geiger e Marsden (1913), buscam coletar dados sobre a incidência de

partículas radioativas no material escolhido. Assim, Geiger e Marsden (1913) utilizaram o seguinte aparato experimento para observar os desvios de partículas radioativas em lâminas de ouro:

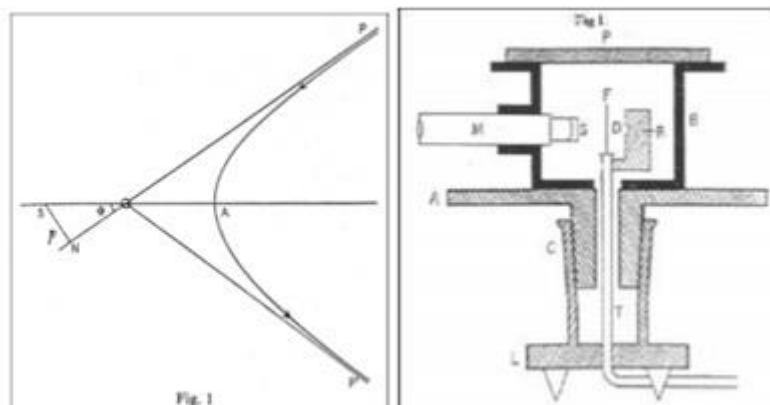


Figura 3: A esquerda apresenta-se os dados de desvios calculados e a direita o aparato experimento usado por Geiger e Marsden (1913).

Vale ressaltar que o experimento foi conduzido usando o rádio (Ra) como fonte radioativa no bombardeamento de partículas radioativas na lâmina de ouro. Basicamente o aparato experimental usado foi uma câmara circular com a folha de ouro no centro um filme fotográfico ao seu redor e uma câmara posicionada a frente da lâmina para alocação do material radioativo. Simultaneamente, ao disparo um dos pesquisadores observava o aparecimento de ponto no filme fotográfico anotando a posição para então calcular os desvios.

Com base nos dados encontrados Rutherford (1911) desenvolve a proposta de núcleo atômico, em suas palavras:

Foi suposto que o átomo consiste em uma carga central provavelmente concentrada em um ponto, e as largas deflexões de partículas α e β são principalmente devido a passagem através de um forte campo central (RUTHERFORD, 1911, p. 686, tradução nossa).

Porém, mesmo Rutherford (1911) apresentando os dados experimentalmente por sua equipe, não é levado em conta e a comunidade científica continua utilizando o modelo de Thomson para explicar o átomo, tratando os dados de Rutherford como uma anomalia isolada.

METODOLOGIA

Como metodologia de análise de dados foi preterida a abordagem teórica de Bardin (2010), a análise de conteúdo, seguindo suas etapas de análise, as quais são: a) pré-análise; b) exploração do material; c) tratamento dos resultados e interpretações.

Na etapa “a” da pré-análise foram selecionado 23 livros didáticos para leitura flutuante em busca de saberes sobre o experimento de Rutherford. Desse livros analisados, 9 não fazem menção ao experimento. São 14 livros que formaram o *corpus*:

NÚMERO	NOME LIVRO	REFERÊNCIA
LQ1	GENERAL CHEMISTRY	(PETRUCCI e HARWOOD, 1993)
LQ2	QUÍMICA GERAL E REAÇÕES QUÍMICAS	(KOTZ, TREICHEL e WEAVER, 2005)

LQ3	QUÍMICA GERAL	(CHANG, 2007)
LQ4	FUNDAMENTALS CHEMISTRY	(BRADY e HOLUM, 1988)
LQ5	QUÍMICA GERAL	(BRADY e HUMISTON, 1995)
LQ6	CHEMISTRY PRINCIPLE & REACTIONS	(MASTERTON e HURLEY, 1989)
LQ7	CHEMISTRY: A MODERN APPROACH	(HOGG et all, 1953)
LQ8	CHEMISTRY: A CONCEPTUAL APPROACH	(MORTIMER, 1967)
LQ9	QUÍMICA: UM CURSO UNIVERSITÁRIO	(MAHAN, 2009)
LQ10	PRINCÍPIOS DE QUÍMICA	(MASTERTON et all, 1990)
LQ11	QUÍMICA GERAL	(RUSSELL, 1995)
LQ12	CURSO DE QUÍMICA 1	(SILVA e SILVA, 1979)
LQ13	QUÍMICA GERAL	(SLABAUGH e PARSONS, 1975)
LQ14	ELEMENTS OF GENERAL CHEMISTRY	(YOUNG, 1960)

Quadro 2: Livros selecionados para o *corpus* de análise.

Na parte “b” os materiais foram lidos e analisados em busca dos tipos de informações que continham, se estas eram somente imagéticas (com esquemas do experimento) ou se havia alguma nota explicativa ou seção de capítulo.

Na parte “c” os materiais foram categorizados seguindo a tabela 1, onde os materiais que não se enquadravam em nenhuma das 5 possibilidades (estilos de pensamento) apresentados por Melzer (2016) foram categorizados separadamente como novos Estilos de Pensamento de Transposição Didática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de resultados dos 14 livros didáticos para o ensino superior observou-se que 8 livros didáticos se enquadram nas categorias (Estilos de Pensamento) sobre o experimento de Rutherford como desenvolvido por Melzer (2016). Porém, há o surgimento de novos Estilos de Pensamento, um total de 6 livros, que trazem novas características para a representação e discussão do referido experimento. A tabela 1 apresenta os Estilos de Pensamento e a quantidade de livros que se enquadram nas categorias:

Estilos de Pensamento de Transposição Didática	Características do Estilo de Pensamento	Quantidade de Livros Didáticos	LIVROS DIDÁTICOS
1	Representação do aparato experimental altamente simplificado. Somente a menção de Rutherford no experimento. Menção a um único experimento de desvio de partículas radioativas.	4	LQ4; LQ5; LQ8 LQ13;
2	Representação do aparato experimental com mais dados, mais completo. Menção de Rutherford no experimento. Menção a um único experimento de desvio de partículas radioativas.	1	LQ3;

3	Representação do aparato experimental com dados e a inserção do Polônio como elemento radioativo do experimento. Menção de Rutherford no experimento. Menção a um único experimento de desvio de partículas radioativas.	0	---
4	Representação do aparato experimental com mais dados, mais completo. Menção a Geiger e Marsden junto a Rutherford no experimento. Menção a um único experimento de desvio de partículas radioativas.	2	LQ2; LQ6
5	Representação do aparato experimental com dados e a inserção do Polônio como elemento radioativo do experimento. Menção a uma equipe que junto a Rutherford desenvolveram uma série de experimentos sobre desvios de partículas radioativas.	1	LQ12
TOTAL DE LIVROS ANALISADOS:		8	

Tabela 1: Livros que se enquadram nos Estilos de Pensamento do artigo de Melzer (2016).

De acordo com a tabela 1, percebe-se que 8 livros didáticos enquadram-se nos Estilos de Pensamento analisados por Melzer (2016). Esse dado mostra que há uma reprodução do saber que acontece na universidade através de obras que podem ser utilizadas como referência para a formação de professores e futuros profissionais da área de química. Esses livros didáticos podem ter influenciado o tratamento de alguns livros didáticos de química voltados para o ensino médio.

Entende-se a similaridade das representações desses 8 livros com livros didáticos destinados ao Ensino Médio como analisado por Melzer (2016). Para o primeiro Estilo de Pensamento temos 4 livros didáticos que trazem as mesmas características na representação do experimento de Rutherford. Como exemplo apresenta-se a figura 4.

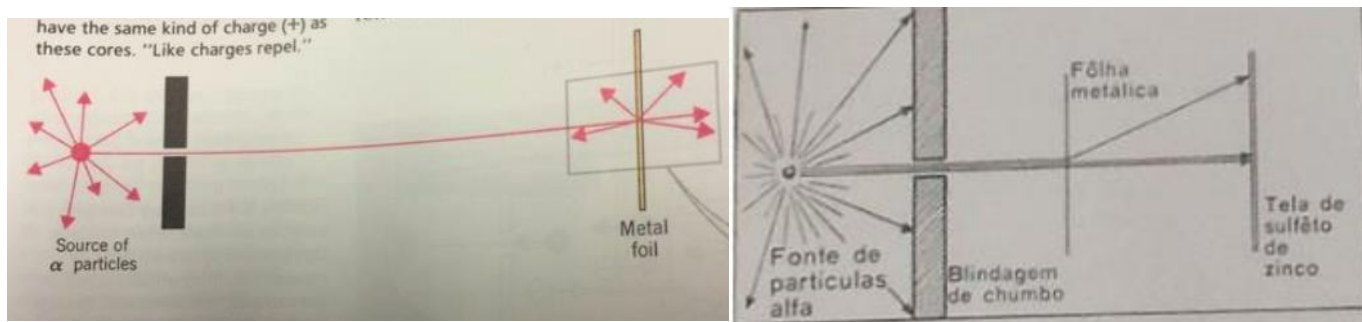


Figura 4: representações do experimento de Rutherford: a esquerda é a imagem retirada de Brady e Holum (1988) [LQ4] e a direita é a imagem do livro Chemical Bond Approach retirada de Melzer (2016).

Observa-se, na figura 4, que há uma similaridade da representação do livro de Brady e Holum com o livro Chemical Bond Approach, analisado por Melzer (2016), onde o experimento é apresentado com pouco detalhes, de uma forma altamente simplificada. Os outros 3 livros também apresentam representações similares, resguardadas algumas diferenciações.

Para o segundo Estilo de Pensamento de Transposição Didática encontrou-se apenas 1 livro didático destinado ao ensino superior. Com algumas diferenças, a representação do experimento se aproximaram da representação apresentada por Melzer (2016) sobre o segundo Estilo de Pensamento, conforme figura 5:

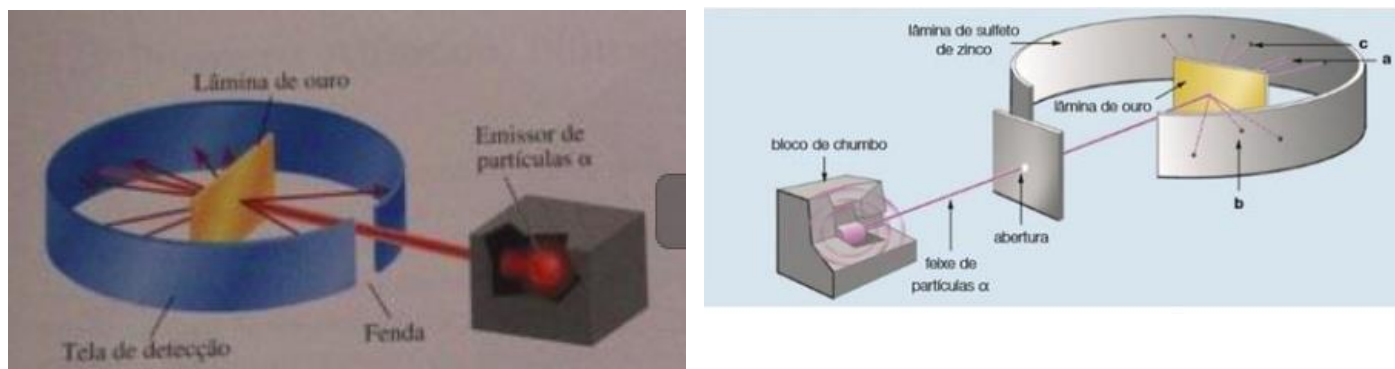


Figura 5: representações do experimento de Rutherford: a esquerda é a imagem retirada de Chang (2007) [LQ3] e a direita é a imagem do livro de Usberco e Salvador retirada de Melzer (2016).

O livro apresentou o experimento de Rutherford dotado de mais informações, porém, com algumas lacunas como a fonte radioativa (só apresentam como fonte de emissão alfa), a estrutura do equipamento usado para as medições (somente apresentam a folha de ouro, bombardeada e a tela de detecção para definir os ângulos dos desvios). Esta representação guarda uma certa semelhança com o apresentado no livro de Usberco e Salvador como mostrado por Melzer (2016).

Para o terceiro Estilo de Pensamento não foram encontrados livros didáticos para o ensino superior na amostra apreciada.

Para os Estilos de Pensamento 4 e 5 foram classificados 2 livros (Estilo de Pensamento 4) e 1 livro (Estilo de Pensamento 5). Estes apresentam representações semelhantes a dos Estilos de Pensamento 1, 2 e 3. A nova característica encontrada está na descrição da condução do experimento de Rutherford.

Para o Estilo de Pensamento 4 há a menção de Geiger e Marsden como parceiros de Rutherford na execução do experimento. E no Estilo de Pensamento 5 o autor do LQ12 coloca o termo “equipe” sugerindo que existiam vários pesquisadores trabalhando em colaboração com Rutherford.

Já os outros 5 livros foram classificados com outros Estilos de Pensamento sobre a Transposição Didática, pois, apresentaram características e inserção de novos elementos não prevista por Melzer (2016). Os dados foram organizados na tabela 2:

Estilos de Pensamento de Transposição Didática	Características do Estilo de Pensamento	Quantidade de Livros Didáticos	LIVROS DIDÁTICOS
6	Representação do aparato experimental simplificado com a menção de um transferidor para medição dos ângulos de desvio das partículas alfa. Somente a menção de Rutherford no experimento. Menção a um único experimento de desvio de	1	LQ11

	partículas radioativas.		
7	Representação do aparato experimental simplificado com menção a um microscópio para observação dos desvios de partículas alfa. Somente a menção de Rutherford no experimento. Menção a um único experimento de desvio de partículas radioativas.	1	LQ9
8	Representação do aparato experimental com mais dados, mais completo, usando o Rádio como fonte radioativa e descrevendo a utilização de um microscópio móvel. Somente a menção de Rutherford no experimento. Menção a um único experimento de desvio de partículas radioativas.	2	LQ7; LQ1
9	Representação do aparato experimental simplificado com a menção do Rádio como fonte radioativa. Somente a menção de Rutherford no experimento. Menção a um único experimento de desvio de partículas radioativas.	1	LQ14
10	Representação do aparato experimental altamente simplificado. Somente a menção de Rutherford com Marsden e Geiger no experimento. Menção a um único experimento de desvio de partículas radioativas.	1	LQ10
TOTAL DE LIVROS ANALISADOS:		6	

Tabela 2: Livros didáticos que não se encaixam nos Estilos de Pensamento identificados por Melzer (2016).

O que podemos deprender é que em certos livros, voltados para a formação de profissionais na área de química, o experimento de Rutherford ganha elementos que não foram encontrados por Melzer (2016) nos livros didáticos para o Ensino Médio. Estes elementos são: 1) a menção de um transferidor; 2) a menção de luneta que é móvel e/ou fixa para observar os desvios; 3) a menção do elemento rádio (Ra) como fonte emissora de partículas alfa radioativas. Algumas representações desses livros estão na figura 6:

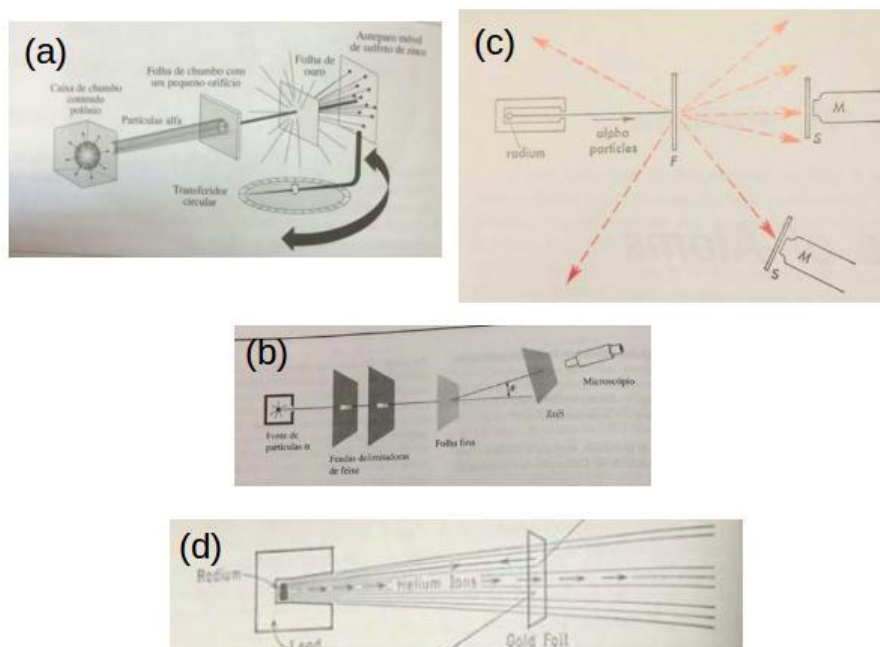


Figura 6: representações do experimento de Rutherford: em (a) retirada do livro de Russel (1995) [LQ11]; em (b) retirada do livro de Mahan (2009) [LQ9]; em (c) retirada do livro de Hogg et al (1953) [LQ7] e em (d) retirada

do livro de Young (1960) [LQ14].

Nestes estilos de pensamento o que se varia é o grau de detalhes da representação com a inserção dos novos elementos, por exemplo, no livro LQ1 há na legenda da figura 2.10 a seguinte explicação:

Desvio de partículas alfa em folha metálica. O telescópio viaja em uma trilha circular da câmara de vácuo que contem a folha metálica. A maioria das partículas alfa passa pela folha metálica diretamente sem sofrer desvios, mas algumas são defletidas em grandes ângulos de desvio (PETRUCCI e HARWOOD, 1993, p. 40).

Desta forma, os autores fornecem uma compreensão que se completa com a representação do microscópio móvel e do experimento montado associada da explicação na legenda da imagem que explica certos elementos que não aparecem na imagem.

Para o Estilo de Pensamento 10 o experimento é representado com poucos detalhes, sem proporcionar uma noção precisa do experimento, mas na explicação do procedimento do experimento, o autor do LQ10 relata que Geiger e Marsden atuaram como pesquisadores parceiros nos trabalhos com Rutherford, destacando a atividade coletiva da ciência.

O que podemos depreender é que há dois conjuntos de Estilos de Pensamento distintos: um primeiro que entra em concordância com os dados obtidos por Melzer (2016) abrindo a possibilidade para a hipótese de que autores de livros didáticos de ensino médio podem ter utilizado como referência livros didáticos de ensino superior. E, um segundo conjunto de Estilos de Pensamento, mais completos, e com novos elementos que melhoram a compreensão do experimento de Rutherford, em alguns casos os relatos são altamente detalhados proporcionando uma ideia bem próxima do experimento de espalhamento de partículas alfa.

Outro ponto a se destacar é que há uma distância entre os artigos de Geiger e Marsden (1913) e de Rutherford (1911), pois, nos relatos de todos os 14 livros didáticos existe menção de um único experimento, o que se encontra em inconsistência com a análise dos artigos originais. Outro ponto ressaltado é que não há explicação sobre o porquê de se escolher o ouro para realização do experimento. Recordar-se que o ouro foi escolhido após testes experimentais de espalhamento de partículas e que este material apresentou os melhores resultados com a menor espessura possível, isso mostra-se pelo gráfico representado na figura 2. Porém, os livros analisados somente partem do último experimento, o qual Rutherford usou para modelar matematicamente a possibilidade de existência de um núcleo atômico no artigo de 1911.

Do ponto de vista do modelo de análise proposto por Melzer (2016) este apresentou-se interessante para analisar livros didáticos voltados para o ensino superior, porém, necessita de algumas reelaborações no que tocante ao aumento das possibilidades de transposição didática externa, ou seja, o esquema dá a impressão de que somente há um tipo de Transposição Didática, quando na verdade há a possibilidade de surgirem outros tipos de Transposição tais como:

1) transposição do Saber Sábio diretamente para o livro didático de Ensino Médio (Ciência dos Livros Didáticos) ou para o livro didático de Ensino Superior (Ciência dos Manuais), no caso dos participantes do experimento ou pesquisadores próximos quando escreveram livros para divulgação científica ou para o ensino científico em Escolas e Universidades;

2) transposição do Saber Sábio para um artigo científico e deste para um livro didático da Ciência dos Manuais ou Ciência dos Livros Didáticos, sugerindo que o autor do livro usou os

artigos como referencia;

3) transposição da Ciência dos Manuais para a Ciência dos Livros Didáticos, sugerindo que o autor de livros didático para o ensino médio pode ter se baseado em livros mais populares no meio acadêmico para o ensino superior. Esta hipótese abre uma possibilidade de se compreender que houveram reprodução de certos Estilos de Pensamento em detrimento de outros mais completos.

Aqui neste trabalho não temos como objetivo trabalhar teoricamente no modelo de análise, porém, entendo que estas hipóteses devem ser levadas em conta numa possível compreensão de como os livros didáticos são produzidos no ensino superior e de como determinadas obras podem influenciar a produção de livros didáticos para o ensino médio. O que podemos afirmar é a similaridade de algumas representações e descrições do experimento de Rutherford com os relatos de Melzer (2016) encontrados para o livros de Ensino Médio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse artigo foi analisar livros didáticos de química destinados ao ensino superior com relação ao conteúdo de ensino sobre o experimento de Rutherford. O que se observou foi a similaridade de 8 livros com Estilos de Pensamento para a Transposição Didática como levantados por Melzer (2016). Porém, foram encontrados 6 livros que trazem novos Estilos de Pensamento que por sua vez são mais completos e mais fieis aos artigos de Rutherford (1911), Geiger e Marsden (1913). A partir desses dados uma hipótese que levanto é se alguns desses livros de ensino superior não influenciaram a transposição em livros para o ensino médio no Brasil, devido a similaridade de Estilos de Pensamento encontrados. Destaca-se também que os livros não trazem informações sobre como se chegou ao Ouro e também não trazem a menção a outros experimentos, somente ao que verificou os desvios e a possibilidade de ocorrência de um núcleo atômico. Para finalizar, no que toca ao caráter coletivo da ciência somente 3 livros dos 14 analisados apresentam menção de Geiger e Marsden na execução do experimento e 1 livro faz a menção de uma equipe que acompanhou Rutherford no trabalho experimental. Também compreendo que o modelo teórico utilizado na pesquisa (Melzer, (2016) deve ser revisto no conjunto dos dados e aprimorado para possibilitar outras possibilidades de Transposição Didática Externa. Saliento que a análise crítica de saberes é vital para a formação crítica do futuro professor na sua realação com o conteúdo que ensina em sala de aula, fazendo-se necessário compreender de onde surgiu o saber que se ensina na escola.

Referências

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2010.
- BRADY, J. E. HOLUM, J. R. **Fundamentals of chemistry**. New York: John Willey & Sons, 1988.
- BRADY, J. E. HUMISTON, G. E. **Química geral**. São Paulo: LTC, 1995.
- CHANG, R. **Química geral**. São Paulo :AMGH editora, 2007.
- CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique**. Buenos Aires: Aique, 1991.
- FLECK, L. **A gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Faberfactum, 2010.
- GEIGER, H. The scattering of the α -particles by matter. **Proceedings of the Royal Society**.

V. 83, Fev, 1910, p. 492-504.

GEIGER, H. MARSDEN, E. LXI. The laws of deflexion of α particles through large angles. **Philosophical Magazine**. S. 6, V. 25, N. 48, Abr, 1913, p. 604 – 624.

HOGG, E. BICKEL, S. NICHOLSON, A. WIK, E. **Chemistry a modern approach**. Florida: DVN, 1953.

KOTZ, J. C. TREICHEL, P. M. WEAVER, G. C. **Química geral**. São Paulo :CENGAGE Learning. 2005

MAHAN, B. M. **Química um curso universitário**. São Paulo: Edgard Blucher, 2009.

MASTERTON, W. HURLEY, C. N. **Chemistry**. Philadelphia: Saunders, 1989.

MASTERTON, W. L. SLOWINSKI, E. J. STANITSKI, C. L. Princípios de química. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1990.

MELZER, E. E. M. O experimento de Rutherford: transposição e estilos de pensamento na história do livro didático de química In: Encontro Nacional de Ensino de Química, XVIII, 2016, Florianópolis, Anais, Florianópolis, 2016, p. 1-12.

MORTIMER, C. E. **Chemistry a conceptual approach**. Londres: Reinhold, 1967.

PETRUCCI, R. H. HARWOOD, W. S. **General chemistry**. New Jersey: Prentice Hall, 1993.

RUSSELL, J. B. **Química geral**. São Paulo: PEARSON, 1995.

RUTHERFORD, E. The scattering of α and β particles by matter and the structure of the atom. **Philosophical Magazine**. S. 6, V. 21, N. 125, Fev, 1911, p. 669 – 688.

SLABAUGH, W. H. PARSONS, T. D. **Química geral**. São Paulo: LTC, 1975.

SILVA, R. H. SILVA, E. B. **Curso de química 1**. São Paulo: Harbra, 1979.

YOUNG, J. A. **Elements of general chemistry**. New Jersey: Prentice Hall, 1960.