

Uma discussão sobre a descoberta do tecnécio à luz de alguns aspectos da natureza da Ciência

Lucas dos S. Fernandes

Este estudo parte do pressuposto que compreender a natureza da Ciência pode contribuir para a construção de conhecimentos sobre a Ciência. O objetivo do presente trabalho consiste em discutir a descoberta do tecnécio à luz de alguns aspectos da natureza do trabalho científico. Esse episódio histórico apresenta-se como um importante marco para o desenvolvimento da Tabela Periódica, uma vez que o tecnécio, previsto por Mendeleev, no final do século XIX, e por Moseley, no início do século XX, foi descoberto apenas em 1937 por Emílio Segrè e Carlo Perrier. A narrativa desse caso histórico apresenta potencial didático, pois evidencia algumas características essenciais da natureza da Ciência e poderá contribuir para que professores e estudantes desenvolvam visões mais adequadas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico.

► tecnécio, natureza da ciência, história da química ◀

Recebido em 15/04/2021, aceito em 26/10/2021

305

Compreender a natureza da Ciência tornou-se, desde o início do século XX, um dos objetivos mais relevantes do ensino das Ciências Naturais (Lederman e Lederman, 2019). A natureza da Ciência pode ser entendida como “um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico” (Moura, 2014, p. 32). A esse entendimento, podem ser incorporados ainda aspectos internalistas (método científico, relação teoria-experimento, etc.) e externalistas (contextos cultural, social, político, econômico, religioso, etc.).

Construir conhecimentos sobre a natureza da Ciência envolve reflexões relativas a aspectos da Ciência a que estudantes e professores não estão habituados, tendo em vista a emergência de diversas visões deformadas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico (Gil-Pérez *et al.*, 2001). A inserção da História e da Filosofia das Ciências no ensino de Ciências tem sido apontada como uma das formas de contribuir para a construção de conhecimentos sobre a natureza da Ciência por parte de estudantes e professores (Beltran e Saito, 2017).

Construir conhecimentos sobre a natureza da Ciência envolve reflexões relativas a aspectos da Ciência a que estudantes e professores não estão habituados, tendo em vista a emergência de diversas visões deformadas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico (Gil-Pérez *et al.*, 2001).

Para isso, podem ser utilizados estudos que privilegiem a análise profunda de episódios históricos com o objetivo de refletir sobre o processo de construção de conhecimentos científicos (Porto, 2010).

Assumindo essa abordagem didática, nesta pesquisa pretende-se discutir a história da descoberta do elemento químico denominado atualmente tecnécio ($Z = 43$). Nesse sentido, este estudo busca responder a seguinte questão:

Como a história da descoberta do tecnécio pode ser utilizada para discutir a natureza da Ciência?

Respondendo a essa questão, este estudo tem como objetivo discutir a descoberta do Tecnécio utilizando os seguintes aspectos sobre a natureza da Ciência: (i) o conhecimento científico é provisório; (ii) não existe um

único método científico; (iii) a relação teoria-experimento é complexa, não há uma relação direta do tipo causa-efeito entre esses domínios; (iv) a Ciência é influenciada por fatores sociais, políticos, econômicos, culturais e religiosos do período em que foi construída; (v) aspectos subjetivos dos cientistas (imaginação, criatividade, preconceitos, crenças, etc.) afetam o conhecimento científico produzido por eles (Moura, 2014). Embora outros aspectos sobre a natureza do conhecimento científico possam ser acrescentados

Esta seção contempla a história da Química como parte da história da ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons

Quím. nova esc. – São Paulo-SP, BR
Vol. 43, Nº 3, p. 305-310, AGOSTO 2022

(Lederman e Lederman, 2019), acreditamos que estes são adequados, se discutidos de forma profunda, para introduzir algumas das principais características da natureza da Ciência.

Contexto histórico das previsões sobre o tecnécio

O elemento químico denominado atualmente tecnécio, previsto por Mendeleev em 1871, e por Moseley em 1914, teve sua descoberta anunciada três vezes ao longo do século XX, por diferentes cientistas, conforme o Quadro 1. O primeiro anúncio foi feito em 1908 pelo químico japonês Masataka Ogawa, que afirmou ter encontrado um novo elemento químico em amostras de minerais. O segundo anúncio surgiu em 1925, a partir dos estudos geoquímicos realizados pelos cientistas alemães Ida Tacke, Walter Noddack e Otto Berg. O terceiro anúncio veio da Itália em 1937, proveniente da análise realizada por Emílio Segrè e Carlo Perrier de uma chapa metálica oriunda de um ciclotron.

Até a segunda década do século XX, alguns elementos químicos previstos por Mendeleev (1834-1907) em sua versão da Tabela Periódica, publicada em 1871, ainda não haviam sido descobertos. O químico russo organizava os elementos químicos em ordem crescente de peso atômico. Entre as previsões de Mendeleev estavam o *eka-manganês* e o *dvi-manganês* (Mendeleev, 1871), situados abaixo do manganês (Mn) na Tabela Periódica.

Em 1913, enquanto bombardeava diversos núcleos atômicos com feixes de elétrons de alta energia, o físico britânico Henry Moseley (1887-1915) observou que a frequência dos

raios-x emitidos era diferente para cada elemento químico (Moseley, 1913). Dessa forma, “ele mostrou que as raízes quadradas das frequências das radiações características emitidas podem estar ligadas a um número ordinal [número atômico ou de cargas positivas no núcleo] que define a posição de cada elemento na tabela periódica” (Egdell e Bruton, 2020, p. 2).

Após a descoberta de Moseley, os elementos químicos passaram a ser organizados em ordem crescente de número atômico. Além disso, a partir de seus experimentos foram

previstos alguns elementos químicos que ainda não haviam sido descobertos, especificamente os de número atômico 43, 61, 72 e 75 (Moseley, 1914). No ano seguinte a essas descobertas, Moseley foi morto, aos 28 anos, em combate durante a Primeira Guerra Mundial. Posteriormente, foi sugerido que o elemento químico de número atômico 43 fosse chamado de mosélio em sua homenagem (Zingales, 2005). Esse elemento, denominado atualmente tecnécio,

foi ainda chamado de masúrio e de nipônio por seus supostos descobridores ao longo do século XX.

A descoberta do masúrio e do rênio

O químico alemão Walter Noddack (1893-1960) estudou na Universidade de Berlim, onde concluiu o curso de Química em 1919 e o doutorado em Físico-Química em 1920. No ano seguinte, Noddack conheceu uma jovem doutora em Química Orgânica que admirava seu trabalho, Ida Eva Tacke (1896-1978). Desde então, eles se aproximaram e começaram um projeto de pesquisa visando a descoberta de novos elementos químicos (Habashi, 1997). Em 1923,

Até a segunda década do século XX, alguns elementos químicos previstos por Mendeleev (1834-1907) em sua versão da Tabela Periódica publicada em 1871 ainda não haviam sido descobertos. O químico russo organizava os elementos químicos em ordem crescente de peso atômico. Entre as previsões de Mendeleev estavam o *eka-manganês* e o *dvi-manganês* (Mendeleev, 1871), situados abaixo do manganês (Mn) na Tabela Periódica.

Quadro 1: Previsões, anúncios de descoberta e nomes do elemento químico de número atômico 43.

Cientista(s) (Ano)	Descrição do Evento	Nome Dado ao Elemento (Símbolo)
Dmitri Mendeleev (1871)	Previsão da descoberta de um novo elemento químico com massa atômica igual a 100.	eka-manganês (Em)
Henry Moseley (1914)	Previsão da descoberta de um novo elemento químico de número atômico igual a 43.	moseleio ou mosélio (Ms)
Masataka Ogawa (1908)	Anúncio da descoberta de um novo elemento químico em amostras de torianita (ThO ₂).	nipônio (Np)
Ida Noddack / Walter Noddack (1925)	Anúncio da descoberta de um novo elemento em amostras de columbita [(Fe,Mn)Nb ₂ O ₆], esperrilita (PtAs ₂), gadolinita [(Y ₂ FeBe ₂ (SiO ₄) ₂ O ₂) e fergusonita [(Y,Er,Ce,Fe)NbO ₄].	masúrio (Ma)
Emílio Segrè / Carlo Perrier (1937)	Anúncio da descoberta do elemento químico de número atômico 43 produzido a partir do bombardeamento de uma chapa de molibdênio (Mo) com deutério (² H ₁).	tecnécio (Tc)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Noddack tornou-se chefe do Departamento de Química do Instituto Imperial de Física e Tecnologia e admitiu Tacke como pesquisadora (Van Tiggelen e Lykknes, 2012).

Entre 1921 e 1923, Noddack e Tacke revisaram a literatura sobre métodos analíticos de identificação e isolamento de metais de transição, mais especificamente aqueles próximos ao manganês, pois o objetivo era descobrir os dois elementos químicos localizados abaixo desse metal na Tabela Periódica. Esses estudos orientaram a busca em minérios de metais de transição próximos ao manganês. Outros pesquisadores, por sua vez, buscavam descobrir esses elementos apenas em minérios de manganês (Habashi, 1997).

Análises geoquímicas evidenciaram a descoberta de dois elementos químicos. O primeiro, $Z = 43$, segundo os alemães, foi encontrado em amostras de columbita $[(\text{Fe}, \text{Mn})\text{Nb}_2\text{O}_6]$, esperrilita (PtAs_2) , gadolinita $[(\text{Y}_2\text{FeBe}_2(\text{SiO}_4)_2\text{O}_2)]$ e fergusonita $[(\text{Y}, \text{Er}, \text{Ce}, \text{Fe})\text{NbO}_4]$. O segundo, $Z = 75$, foi identificado nos minerais columbita, tantalita $[(\text{Fe}, \text{Mn})\text{Ta}_2\text{O}_6]$ e wolframita $[(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4]$ (Noddack e Tacke, 1925).

Para consolidar a descoberta era necessário caracterizar os novos elementos químicos por meio da espectroscopia de raios-x, técnica criada por Moseley em 1913. Essa parte do trabalho foi realizada por Tacke e pelo químico alemão Otto Berg (1873-1939), um experiente espectroscopista. Por volta da metade de 1925, veio o resultado esperado: foram detectados comprimentos de onda de raios-x que, segundo eles, não poderiam ser atribuídos a nenhum elemento químico conhecido (Berg e Tacke, 1925). Ao elemento químico de número atômico 43 foi dado o nome masúrio (Ma), menção à Masúria, terra onde viveram os ancestrais de Noddack. O elemento químico de número atômico 75 recebeu o nome de rênio (Re), alusão ao Reno, principal rio da região onde Tacke nasceu (Scerri, 2020).

A descoberta do masúrio e do rênio, em 1925, e o casamento de Noddack e Tacke, em 1926, parecia o final feliz para um romance científico. Porém, a realidade foi diferente. Enquanto a descoberta do rênio foi aceita sem maiores dificuldades, a do masúrio foi contestada pela comunidade científica. Em 1929, o casal Noddack conseguiu isolar 1 g de rênio, o suficiente para determinar suas propriedades físicas e químicas. Por outro lado, o isolamento do masúrio mostrou-se uma tarefa praticamente impossível (Van Tiggelen e Lykknes, 2012).

Um casal de cientistas em apuros

Tacke e Berg produziram apenas uma placa com o espectro de raios-x do masúrio cujos dados foram publicados (Berg e Tacke, 1925). Amostras desse elemento em quantidade suficiente para determinar suas propriedades físicas

e químicas não puderam ser produzidas nem por eles, nem por outros pesquisadores. Durante uma viagem à Alemanha, em 1937, o físico italiano Emílio Segrè visitou o laboratório dos Noddack. Ao ser questionado por Segrè sobre o espectro do masúrio, Noddack afirmou que a única placa havia sido destruída acidentalmente (Segrè, 1993).

Inicialmente, os dados do espectro de raios-x foram contestados alegando-se que as linhas espectrais poderiam ser associadas a outros elementos químicos conhecidos (Zingales, 2005). Posteriormente, em 1934, o físico austríaco Josef Mattauch estabeleceu uma regra de seleção na qual afirmava não ser possível a existência natural de isóbaros de elementos químicos com números atômicos consecutivos (Mattauch, 1934). Portanto, o masúrio não poderia ocorrer naturalmente, pois a massa atômica prevista (95 a 101) já estava associada a isótopos dos elementos molibdênio ($Z = 42$) e rutênio ($Z = 44$).

Dessa maneira, considerações de natureza teórica (regra dos isóbaros de Mattauch) e prática (espectro de raios-x, isolamento e determinação das propriedades físicas e químicas) levaram a descoberta do masúrio ao descrédito pela comunidade científica.

Do masúrio ao tecnécio

Em 1937, o físico italiano Emilio Segrè (1905-1989) recebeu, em seu laboratório na Universidade de Palermo (Itália), uma chapa de molibdênio bombardeada com deutério (H :

$Z = 1$, $A = 2$) que fazia parte do ciclotron do físico estadunidense Ernest Lawrence (1901-1958). Ao analisá-la, Segrè observou que uma das faces era mais radioativa que as demais (Segrè, 1993). Nesse momento, ele suspeitou que essa radiação fosse emitida por um isótopo radioativo do elemento químico de número atômico 43, anunciado por Noddack, Tacke e Berg em 1925. A suspeita de Segrè era plausível, uma vez que a chapa de molibdênio ($Z = 42$), ao ser bombardeada com deutério, poderia produzir elementos químicos

de número atômico próximos a 43, tais como zircônio ($Z = 40$) e nióbio ($Z = 41$) (Zingales, 2005).

Segrè dissolveu a face mais radioativa da chapa de molibdênio em uma solução ácida e partiu para as operações analíticas de separação. Nessa etapa do trabalho ele pediu a colaboração do experiente químico italiano Carlo Perrier (1886-1948). Após diversas operações analíticas delicadas, Segrè e Perrier obtiveram uma solução ácida cuja atividade radioativa poderia ser atribuída a alguns isótopos do elemento químico de número atômico 43 (Zingales, 2005). Até então, nem os Noddack na Alemanha, tampouco Segrè e Perrier na Itália, conseguiram isolar uma quantidade suficiente do

A descoberta do masúrio e do rênio, em 1925, e o casamento de Noddack e Tacke, em 1926, parecia o final feliz para um romance científico. Porém, a realidade foi diferente. Enquanto a descoberta do rênio foi aceita sem maiores dificuldades, a do masúrio foi contestada pela comunidade científica. Em 1929, o casal Noddack conseguiu isolar 1 g de rênio, o suficiente para determinar suas propriedades físicas e químicas. Por outro lado, o isolamento do masúrio mostrou-se uma tarefa praticamente impossível (Van Tiggelen e Lykknes, 2012).

elemento químico de número atômico 43 para determinar suas propriedades ou produzir um espectro de raios-x.

No ano seguinte, Segrè foi para os Estados Unidos e, trabalhando com outros físicos no laboratório da Universidade da Califórnia em Berkeley, descobriu um novo isótopo do elemento de número atômico 43. Com o espectro de raios-x desse isótopo, Segrè pôde então reivindicar para ele e Perrier a descoberta do elemento químico 43 (Zingales, 2005). Somente após a Segunda Guerra Mundial, o novo elemento químico recebeu o nome tecnécio (Tc), derivado da palavra grega que significa artificial (*τεχνητός*), por ter sido o primeiro isótopo de um elemento químico desconhecido criado artificialmente.

A síntese do tecnécio pode ser considerada uma descoberta, uma vez que esse elemento químico foi produzido artificialmente? Sim, uma vez que, considerando o contexto científico em que Segrè e Perrier o sintetizaram, é possível afirmar que o tecnécio passou a existir após ser descoberto, não o contrário. O mesmo raciocínio, por extensão, pode ser aplicado aos demais elementos químicos produzidos sinteticamente (Kragh, 2019).

Do tecnécio ao masúrio?

Até meados da década de 1950, acreditava-se que o elemento químico de número atômico 43 não poderia ser encontrado na crosta terrestre porque seria um radionuclídeo de meia-vida relativamente curta que já teria decaído e se transformado em outros elementos químicos (Scerri, 2020). Corroborando essa teoria, Segrè obteve tecnécio artificialmente a partir da fissão nuclear do urânio (U) em 1940 (Zingales, 2005).

Posteriormente, dados espectrais de algumas estrelas revelaram a existência de tecnécio (Merrill, 1952). Essa descoberta motivou novos estudos com o objetivo de identificá-lo em minérios da crosta terrestre. A primeira evidência da ocorrência natural desse elemento químico surgiu quando pesquisadores encontraram traços de tecnécio na pechblenda (minério de urânio – U_3O_8) extraída do Congo Belga (Kenna e Kuroda, 1961).

Posteriormente, outros trabalhos confirmaram a presença de tecnécio na pechblenda, mas em quantidades ínfimas (Herrmann, 1989).

A ocorrência de tecnécio em minérios de urânio foi a principal evidência utilizada por alguns cientistas para reivindicar o crédito de Noddack, Tacke e Berg pela descoberta do masúrio (Armstrong e Assche, 1999). Para o físico belga Pieter Van Assche (1988), o decaimento natural do urânio em amostras minerais poderia ter produzido o masúrio

detectado por Noddack, Tacke e Berg em 1925. No entanto, outros cientistas contestam essa teoria, argumentando que a quantidade de urânio nos minérios analisados por Noddack e Tacke era muito pequena para produzir uma quantidade de masúrio detectável com os instrumentos de análise da época (Herrmann, 1989; Kuroda, 1989).

Atualmente, os historiadores da Ciência reconhecem Segrè e Perrier como os descobridores do elemento químico de número atômico 43 (Scerri, 2020; Fontani, Costa e Orna, 2015). No entanto, considerando a natureza provisória do conhecimento científico, o debate permanece aberto em face de novas evidências que fomentem esse debate científico.

Do tecnécio ao nipônio?

Em 1904, o químico japonês Masataka Ogawa (1865-1930) foi a Londres estudar sob orientação de William Ramsay (1852-1916), químico escocês descobridor dos gases nobres. Ogawa recebeu uma amostra de torianita (ThO_2) para analisar e encontrou evidências de um novo elemento químico, principalmente uma linha espectral ($\lambda = 4882 \text{ \AA}$) que, segundo ele, não poderia ser atribuída a nenhum elemento químico conhecido (Yoshihara, 1997). Ramsay sugeriu que o nome do novo elemento fosse uma homenagem ao país do seu descobridor (Kaji, 2015). Ogawa anunciou a descoberta em 1908 e o nome escolhido foi nipônio (Np), derivado de *Nippon*, nome japonês do Japão. Ogawa ainda afirmou ter encontrado nipônio nos minerais molibdenita (MoS_2) e ferberita ($FeWO_4$).

Após calcular o peso atômico do nipônio ($A = 100$), Ogawa definiu que seu lugar na Tabela Periódica seria abaixo do manganês. Porém, além de Ogawa, nenhum outro cientista conseguiu isolar o nipônio a partir de minérios e consequentemente caracterizá-lo por meio de técnicas espectroscópicas (Scerri, 2013). Por esse motivo, a descoberta do nipônio foi desacreditada pela comunidade científica da época e caiu no esquecimento.

Desde o final do século XX, o cientista japonês, Kenji Yoshihara, vem reivindicando que Ogawa é descobridor de um elemento químico (Yoshihara, 1997). No

entanto, o elemento reivindicado não é o tecnécio, mas o rênio, metal de transição localizado abaixo do tecnécio na Tabela Periódica (Yoshihara, 2008).

Os argumentos a favor da descoberta de Ogawa são três: (i) uma das linhas espectrais do nipônio ($\lambda = 4882 \text{ \AA}$) pode ser atribuída ao rênio ($\lambda = 4889 \text{ \AA}$), considerando uma margem de erro experimental de aproximadamente $10 \text{ \AA}$; (ii) recalculando a massa atômica do nipônio ($A = 185,2$) utilizando a valência correta seria possível chegar perto da

No ano seguinte, Segrè foi para os Estados Unidos e, trabalhando com outros físicos no laboratório da Universidade da Califórnia em Berkeley, descobriu um novo isótopo do elemento de número atômico 43. Com o espectro de raios-x desse isótopo, Segrè pôde então reivindicar para ele e Perrier a descoberta do elemento químico 43 (Zingales, 2005). Somente após a Segunda Guerra Mundial, o novo elemento químico recebeu o nome tecnécio (Tc), derivado da palavra grega que significa artificial (*τεχνητός*), por ter sido o primeiro isótopo de um elemento químico desconhecido criado artificialmente.

massa atômica do rênio ($A = 186,2$); (iii) O rênio pode ser encontrado em amostras de molibdenita (Yoshihara, 1997).

Todavia, mesmo que a amostra apresentasse rênio, não é possível afirmar que Ogawa o tenha isolado e caracterizado a partir das evidências disponíveis (Scerri, 2013). Além disso, do ponto de vista experimental, separar molibdênio e rênio em uma amostra mineral seria praticamente impossível na época, pois a cromatografia com coluna de alumina, principal técnica de separação desses elementos, ainda não havia sido desenvolvida (Kaji, 2015).

As reivindicações da descoberta do nípônio vêm de cientistas japoneses (Fontani; Costa e Orna, 2015), principalmente de Yoshihara, o que pode indicar nacionalismo (Scerri, 2013). Contudo, os argumentos apresentados são considerados inconsistentes por cientistas e historiadores da Ciência (Kaji, 2015; Scerri, 2013; Habashi, 1997; Herrmann, 1989).

A descoberta do tecnécio e a natureza da Ciência

Até o início da década de 1960, a comunidade científica acreditava que o tecnécio não poderia ocorrer naturalmente na crosta terrestre, pois seu núcleo instável já havia se transformado em outros elementos químicos por meio de decaimento radioativo. Posteriormente, cientistas encontraram traços de tecnécio na pechblenda (Kenna e Kuroda, 1961). Essa nova evidência abriu caminho para as reivindicações sobre a descoberta do elemento químico de número atômico 43 por Noddack, Tacke e Berg em 1925. Nesse sentido, o reconhecimento da ocorrência do tecnécio na crosta terrestre mostra que o conhecimento científico é passível de mudança em face de novas evidências.

A história do tecnécio ilustra dois métodos científicos distintos para a descoberta desse elemento químico. O método geoquímico, utilizado por Ogawa e por Noddack e Tacke, consistiu na análise química de amostras de minerais. Por outro lado, Segrè e Perrier analisaram uma amostra produzida sinteticamente, uma chapa de molibdênio bombardeada com deutério. A utilização desses dois métodos mostra que não há um único método científico (Gil-Pérez *et al.*, 2001).

Noddack e Tacke direcionaram sua pesquisa para minérios que continham elementos próximos ao manganês porque eles buscavam descobrir os dois elementos químicos situados abaixo dele na Tabela Periódica. A existência desses elementos já havia sido prevista por Mendeleev e Moseley. Da mesma forma, Segrè analisou uma chapa de molibdênio bombardeada com deutério, sabendo que a irradiação poderia ter produzido o elemento químico de número atômico 43. O direcionamento preliminar dessas pesquisas demonstra que os cientistas possuíam *a priori* a hipótese de que poderiam encontrar o elemento químico 43 nas amostras analisadas. Dessa forma,

Até o início da década de 1960, a comunidade científica acreditava que o tecnécio não poderia ocorrer naturalmente na crosta terrestre, pois seu núcleo instável já havia se transformado em outros elementos químicos por meio de decaimento radioativo. Posteriormente, cientistas encontraram traços de tecnécio na pechblenda (Kenna e Kuroda, 1961).

observa-se que a hipótese orientou o trabalho experimental, demonstrando a complementariedade entre teoria e prática (Moura, 2014).

O contexto político e social da Alemanha, por volta de 1930, influenciou decisivamente as pesquisas de Noddack e Tacke, tendo em vista que o governo nazista financiava suas pesquisas (Habashi, 1997). Sem esse incentivo, a carreira deles seria prejudicada, como foi a de cientistas judeus que fugiram para outros países durante a ascensão do nazismo na Alemanha (Lise Meitner, Albert Einstein, Max Born, entre outros.). Nessa época, o trabalho feminino era desestimulado, inclusive o científico. Contudo, Ida Noddack teve uma carreira científica de sucesso, mesmo trabalhando como pesquisadora sob as condições de trabalho oferecidas a seu marido e quase sempre sem remuneração (Van Tiggele e Lykknes, 2012).

As crenças pessoais do casal Noddack, especialmente o nacionalismo, refletiram diretamente no trabalho científico desenvolvido por eles. Isso pode ser observado na escolha dos nomes dos elementos químicos que eles anunciaram ter descoberto. No caso do masúrio, essa designação alude à Masúria, região em que viveram os parentes de Walter Noddack e que foi palco de um massacre do exército alemão contra soldados russos durante a Primeira Guerra Mundial (Zingales, 2005). A escolha desse nome causou desconforto na comunidade científica e contribuiu para o ostracismo científico do casal Noddack (Habashi, 1997).

Considerações finais

O episódio histórico apresentado neste estudo mostrou-se relevante para ilustrar alguns aspectos da natureza da Ciência. No entanto, a discussão realizada não esgota as possibilidades de análise, visto que outros aspectos da natureza da Ciência poderiam ter sido abordados, tais como: a dimensão coletiva do trabalho científico, o papel exercido pela comunidade científica, a reprodutibilidade dos experimentos, etc.

A discussão sobre a descoberta do tecnécio à luz de alguns aspectos da natureza da Ciência contemporânea evidencia a complementariedade entre a História e a Filosofia da Ciência, uma vez que a construção histórica dos conhecimentos científicos é mais bem compreendida com o auxílio da Epistemologia. No contexto escolar, a discussão desse caso histórico poderá contribuir para que professores e estudantes desenvolvam visões mais adequadas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico.

Lucas dos Santos Fernandes (lucas.fernandes@univasf.edu.br), licenciado em Química e mestre em Ensino de Ciências pela UFRPE, doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela UFBA/UEFS. Atualmente é professor Adjunto no Colegiado de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), campus Serra da Capivara. São Raimundo Nonato, PI – BR.

Referências

- ARMSTRONG, J. T. e VAN ASSCHE, P. H. M. The disputed discovery of element 43: a reexamination of an elegante early use of wavelength-dispersive x-ray microanalysis. *Microscopy & Microanalysis*, v. 5, n. 2, p. 84-85, 1999.
- BELTRAN, M. H. R. e SAITO, F. Algumas propostas para contribuir na formação do cidadão crítico. In: BELTRAN, M. H. R. e TRINDADE, L. S. P. (Orgs.). *História da Ciência e Ensino: abordagens interdisciplinares*. São Paulo: Livraria da Física, 2017. p. 17-42.
- BERG, O. e TACKE, I. Röntgenspektroskopischer teil. *Naturwissenschaften*, v. 13, n. 26, p. 571-574, 1925.
- EGDELL, R. G. e BRUTON, E. Henry Moseley, X-ray spectroscopy and the periodic table. *Philosophical Transactions A*, v. 378, n. 2180, p. 1-33, 2020.
- FONTANI, M.; COSTA, M. e ORNA, M. V. *The Lost Elements: the Periodic Table's shadow side*. New York: Oxford University Press, 2015.
- GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A. e PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- HABASHI, F. Ida Noddack: proposer of nuclear fission. In: RAYNER-CANHAM, M. F. e RAYNER-CANHAM, G. W. (Eds.). *A Devotion to Science: pioneer women of radioactivity*. Philadelphia: Chemical Heritage Foundation, 1997. p. 217-225.
- HERRMANN, G. Technetium or Masurium - a comment on the history of element - 43. *Nuclear Physics A*, v. 505, n. 2, p. 352-360, 1989.
- KAJI, M. Chemical classification and the response to the Periodic Law of elements in Japan in the nineteenth and early twentieth centuries. In: KAJI, M.; KRAGH, H. e PALLÓ, G. (Eds.). *Early Responses to the Periodic System*. Oxford University Press, 2015. p. 283-304.
- KENNA, B. T. e KURODA, P. K. Isolation of naturally occurring Technetium. *Journal of Inorganic and Nuclear Chemistry*, v. 23, n. 1-2, p. 142-144, 1961.
- KRAGH, H. Controversial elements: priority disputes and the discovery of chemical elements. *Substantia*, v. 3, n. 2, p. 79-90, 2019.
- KURODA, P. K. A note on the discovery of Technetium. *Nuclear Physics A*, v. 505, n. 1, p. 178-182, 1989.
- LEDERMAN, N. G. e LEDERMAN, J. S. Teaching and learning nature of scientific knowledge: is it déjà vu all over again? *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, v. 1, n. 6, p. 1-9, 2019.
- MATTAUCH, J. Zur systematik der isotopen. *Zeitschrift für Physik*, v. 91, p. 361-371, 1934.
- MENDELEEV, D. Die periodische gessetzmässigkeit der chemischen elements. *Annalen der Chemie und Pharmacie*, v. 8, p. 133-229, 1871.
- MERRILL, P. W. Spectroscopic observations of stars of class s. *The Astrophysical Journal*, v. 116, p. 21- 26, 1952.
- MOSELEY, H. G. J. The high-frequency spectra of the elements. *Philosophical Magazine*, v. 26, n. 156, p. 1024-1034, 1913.
- MOSELEY, H. G. J. The highfrequency spectra of the elements. Part II. *Philosophical Magazine*, v. 27, n. 160, p. 703-713, 1914.
- MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação coma História e Filosofia da Ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.
- NODDACK, W. e TACKE, I. Die Ekamanganese. *Naturwissenschaften*, v. 13, n. 26, p. 567-571, 1925.
- PORTO, P. A. História e Filosofia da Ciência no ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. (Orgs.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 159-180.
- SCERRI, E. *A Tale of Seven Elements*. New York: Oxford University Press, 2013.
- SCERRI, E. *The Periodic Table: its story and its significance*. 2. ed. New York: Oxford University Press, 2020.
- SEGRÈ, E. *A Mind Always in Motion: the autobiography of Emilio Segrè*. Berkeley: University of California Press, 1993.
- VAN TIGGELEN, B. e LYKKNES, A. Ida and Walter Noddack through better and worse: an arbeitgemeinschaft in Chemistry. In: LYKNESS, A.; OPITZ, D. L. e VAN TIGGELEN, B. (Eds.). *For Better or For Worse? collaborative couples in the Sciences*. Basel: Birkhäuser, 2012. p. 103-147.
- VAN, ASSCHE, P. H. M. The ignored discovery of the element Z =43. *Nuclear Physics A*, v. 480, n. 2, p. 205-214, 1988.
- YOSHIHARA, H. K. Nipponium, the element ascribable to Rhenium from the modern chemical viewpoint. *Radiochimica Acta*, v. 77, p. 9-13, 1997.
- YOSHIHARA, H. K. Nipponium as a new element (Z = 75) separated by the Japanese chemist, Masataka Ogawa: a scientific and science historical re-evaluation. *Proceedings of the Japan Academy, Ser. B, Physical and Biological Sciences*, v. 84, n. 7, p. 232-245, 2008.
- ZINGALES, R. From Masurium to Trinacrium: the troubled story of element 43. *Journal of Chemical Education*, v. 82, n. 2, p. 221-227, 2005.

Abstract: A discussion on the discovery of technetium in light of some aspects of the nature of Science. This study is based on the assumption that understanding the nature of Science can contribute to the construction of knowledge about Science. The aim of this work is to discuss the discovery of technetium in light of some aspects of the nature of scientific work. This historical episode presents itself as an important milestone for the development of the Periodic Table, since technetium, predicted by Mendeleev at the end of the 19th century, and by Moseley, at the beginning of the 20th century, was only discovered in 1937 by Emilio Segrè and Carlo Perrier. The narrative of this historical case has didactic potential, as it highlights some essential characteristics of the nature of Science and may help teachers and students to develop more adequate views on scientific and technological development.

Keywords: Technetium, Nature of Science, History of Chemistry.