

## **Ida Noddack e a Descoberta dos Elementos Químicos Masúrio e Rênio**

### **Ida Noddack and the Discovery of the Chemical Elements Masurium and Rhenium**

**Lucas dos Santos Fernandes**

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Serra da Capivara - PI,  
Colegiado de Ciências da Natureza  
lucas.fernandes@univasf.edu.br

#### **Resumo**

Este estudo consiste numa análise da biografia da química alemã Ida Noddack (1896-1978) e das controvérsias envolvendo algumas de suas contribuições científicas. Os objetivos do presente estudo são: (i)- disseminar a biografia e as contribuições científicas de uma cientista; (ii)- analisar suas contribuições científicas à luz da atual historiografia da Ciência. Em 1925, Ida Noddack, Walter Noddack (seu esposo) e Otto Berg anunciaram a descoberta dos elementos químicos: masúrio ( $Z = 43$ ) e rênio ( $Z = 75$ ). Logo depois, Ida e Walter Noddack isolaram e caracterizaram o rênio, mas isso não foi possível com o masúrio em função da sua baixíssima ocorrência natural. Em função da fragilidade das evidências, a descoberta do masúrio foi considerada espúria. Posteriormente, o elemento químico de número atômico 43 foi descoberto e nomeado tecnécio, mas o episódio do masúrio não foi esquecido e as contribuições científicas de Ida Noddack passaram a ser vistas com desconfiança.

**Palavras chave:** Ida Noddack, descoberta, masúrio, rênio.

#### **Abstract**

This study consists of an analysis of the biography of the German chemist Ida Noddack (1896-1978) and the controversies involving some of her scientific contributions. The objectives of the present study are: (i)- to disseminate the biography and scientific contributions of a scientist; (ii)- analyze their scientific contributions in the light of the current historiography of Science. In 1925, Ida Noddack, Walter Noddack (her husband) and Otto Berg announced the discovery of the chemical elements: masurium ( $Z = 43$ ) and rhenium ( $Z = 75$ ). Soon after, Ida and Walter Noddack isolated and characterized rhenium, but this was not possible with masurium due to its very low natural occurrence. Due to the fragility of the evidence, the discovery of the masurium was considered spurious. Later, the chemical element with atomic number 43 was discovered and named technetium, but the masurium episode was not forgotten and the scientific contributions of Ida Noddack came to be viewed with suspicion.

**Key words:** Ida Noddack, discovery, masurium, rhenium.

## Introdução

Ida Eva Tacke (1896-1978) foi uma química alemã envolvida em algumas das maiores descobertas científicas do século XX. Após casar-se em 1926, com o químico alemão Walter Noddack (1893-1960), Ida Tacke adotou o sobrenome do marido, com quem estabeleceu uma parceria científica para o resto da vida. Se hoje a maioria da comunidade de químicos não conhece o nome ou as contribuições de Ida Noddack para o desenvolvimento da Ciência, não é porque elas não existem, mas por causa do ocultamento das mulheres e das suas contribuições para a Ciência (MCGRAYNE, 1994).

Nessa perspectiva, observa-se que “[...] a ciência moderna é um produto de centenas de anos de exclusão das mulheres [...]” (SCHIEBINGER, 2001, p. 37). As mulheres sempre produziram conhecimentos, porém suas contribuições por muito tempo foram diminuídas, apagadas ou atribuídas a cientistas homens, orientadores ou parceiros de pesquisa (MCGRAYNE, 1994).

Ida Noddack esteve envolvida em dois eventos marcantes para a Ciência no século XX. Junto com Walter Noddack e Otto Berg, ela anunciou, em 1925, a descoberta de dois elementos químicos: masúrio (atualmente chamado de tecnécio) e rênio. De forma independente, Ida Noddack desacreditou a descoberta espúria dos primeiros elementos transurânicos ( $Z > 92$ ) e sugeriu a possibilidade da fissão nuclear em 1934 (NODDACK, 1934). Por suas contribuições científicas, Ida Noddack foi indicada três vezes ao Prêmio Nobel em Química (1933, 1935, 1937), mas não foi laureada. Contudo, ela recebeu honrarias científicas de menor expressão.

As contribuições científicas de Ida Noddack são cercadas de controvérsias que as tornam interessantes para fins didáticos, pois ilustram de forma autêntica o funcionamento da Ciência. Segundo Queiroz e Hidalgo (2020, p. 69), “A inserção didática de recortes biográficos escritos à luz de fundamentos historiográficos contemporâneos é legítima”. No entanto, devem-se evitar narrativas históricas assentadas sob um ponto de vista único e que colocam os cientistas no papel de gênios com capacidades cognitivas sobre-humanas (QUEIROZ; HIDALGO, 2020).

A utilização de episódios históricos com fins didáticos é reconhecida pela comunidade de pesquisadores do campo da História da Ciência e da Educação em Ciências (MATTHEWS, 2014; MARTINS, 2006; BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014; PORTO, 2010). Para Martins (2006, p. 23), “O estudo adequado de alguns episódios históricos também permite compreender que a Ciência não é o resultado da aplicação de um “método científico” que permita chegar à verdade”. Dessa forma, há o entendimento de que a utilização da história da Ciência em sala de aula pode contribuir para a aprendizagem de conteúdos científicos e sobre a natureza da Ciência (PORTO, 2010; MARTINS, 2006).

As contribuições científicas e controvérsias envolvendo Ida Noddack serão exploradas neste estudo, cujo objetivo é apresentar a biografia dessa cientista e analisar suas descobertas científicas à luz de alguns aspectos relacionados à atual historiografia da Ciência. A atual historiografia da Ciência está baseada em pressupostos que envolvem a harmonização entre aspectos internalistas e externalistas, reconhecimento das rupturas epistemológicas que ocorreram ao longo do tempo, revisão do ideal de progresso científico da antiguidade aos dias atuais, reconhecimento de anacronismos, promoção da igualdade entre as Ciências, as culturas e os gêneros (ALFONSO-GOLDFARB, 1994).

De acordo com Queiroz e Hidalgo (2020, p. 83), tratando-se de cientistas “[...] uma biografia – escrita segundo a atual historiografia (da ciência) – é potencialmente humanizadora, uma vez que associa o conhecimento a indivíduos que criam as próprias vidas enquanto fazem ciência”. Humanizar as Ciências é uma das potencialidades da inserção da História e da Filosofia da

Ciência no ensino de Ciências (MATTHEWS, 2014). Na prática, isso significa apresentar aos estudantes episódios históricos que apresentem a Ciência como um empreendimento coletivo humano e, portanto, sujeita a *insights* criativos, capital cultural, erros, preconceitos, crenças e valores éticos de quem a pratica.

## Ida Noddack: esboço biográfico

Ida Eva Tacke (após casada adotou o sobrenome Noddack) nasceu em 25 de fevereiro de 1896 em *Lackhausen*, distrito da cidade de *Wesel*, Alemanha. Filha de um fabricante de verniz, desde cedo foi incentivada a estudar visando aperfeiçoar os produtos manufaturados pela família (MARSHALL, 2018). Após os primeiros anos em escolas locais, em 1915, Tacke foi estudar engenharia na Universidade Técnica (*Technische Hochschule*) em Berlim. Nessa época, as mulheres alemãs não eram incentivadas a estudar, menos ainda em campos como a engenharia. Além disso, as alemãs haviam conquistado o direito a estudar nas universidades de Berlim há pouco tempo, por volta de 1909 (VAN TIGGELEN; LYKKNES, 2012).

Em 1918, Tacke recebeu o diploma de engenharia (*Diplom-Ingenieur*) conquistando o primeiro lugar em Química e Metalurgia. Posteriormente, ela cursou doutorado em Química Orgânica desenvolvendo uma pesquisa sobre anidridos derivados de ácidos graxos de alto peso molecular. Nesse período, ela investigou as propriedades de secagem do óleo de linhaça, substância utilizada na produção de verniz. Dessa forma, sua pesquisa poderia contribuir com os negócios da família. Em 1921, aos vinte e cinco anos de idade, Tacke recebeu o diploma de doutora em engenharia (*Doktor-Ingenieur*) (MARSHALL, 2018).

Após concluir o doutorado, Tacke iniciou sua breve colaboração com a indústria trabalhando em Berlim, entre 1921 e 1923, na Companhia Geral de Eletricidade (*Allgemeine Elektrizität Gesellschaft*), uma empresa que produzia materiais elétricos. Entre 1924 e 1925, Tacke colaborou, sem receber remuneração, no laboratório de pesquisa da *Siemens & Halske*, empresa especializada na fabricação de telégrafos (MARSHALL, 2018). Mesmo sem remuneração, a passagem na *Siemens & Halske* rendeu a Tacke bons resultados, pois ela teve acesso a laboratórios, equipamentos e a cientistas experientes que colaboravam na empresa.

Em 1921, Ida Tacke conheceu Walter Noddack (1893-1960), um jovem químico que havia concluído recentemente o doutorado na Universidade de Berlim, sob orientação de Walther Nerst (1864-1941), Nobel de Química em 1920. Durante o doutorado, Noddack realizou pesquisas sobre fotoquímica, contudo, desde a graduação, ele mostrou interesse em investigar a ocorrência natural dos elementos químicos previstos por Mendeleev (1871) e por Moseley (1914), mas que ainda não haviam sido descobertos. Quando assumiu a presidência do Instituto Imperial de Pesquisa Física e Tecnologia (*Physikalisch-Technische Reichsanstalt*), em 1922, Nerst indicou Noddack para o Departamento de Química. No ano seguinte, Noddack tornou-se chefe do departamento e admitiu Tacke como colaboradora convidada sem remuneração.

Desde que o conheceu, Tacke mostrou-se fascinada por Noddack e pelas pesquisas dele sobre novos elementos químicos. Dessa forma, ela desistiu do trabalho na indústria e da colaboração nos negócios da família, para formar, como ela enfatizava, um grupo de trabalho (*Arbeitsgemeinschaft*) com Noddack (VAN TIGGELEN; LYKKNES, 2012). A partir de 1921, ela passou a acompanhar Noddack em uma agenda de estudos e experimentos com o objetivo de descobrir os elementos químicos localizados imediatamente abaixo do manganês na tabela periódica. Os resultados dessa pesquisa vieram em 1925, quando eles anunciaram a descoberta do rênio e do masúrio (atualmente chamado tecnécio). No ano seguinte, eles se casaram.



A busca por novos elementos químicos em amostras de minerais tornou Ida Noddack uma especialista nas propriedades químicas dos metais de transição, especialmente os do grupo 7 (manganês, masúrio e rênio). Pela descoberta do rênio e por isolar 1g desse elemento químico, os Noddack foram nomeados três vezes ao Prêmio Nobel de Química (1933, 1935 e 1937), mas não foram laureados. Além de outras premiações, juntamente com seu marido, Ida Noddack recebeu, em 1931, a Medalha *Liebig*, concedida pela Sociedade Alemã de Química e a Medalha *Scheele*, em 1934, da Sociedade Sueca de Química (MARSHALL, 2018).

Apesar de formarem um grupo de trabalho, os Noddack também desenvolveram projetos individuais e em colaboração com outros pesquisadores. Em 1934, Ida Noddack assinou sozinha um artigo no qual desacreditou a descoberta do transurânico de número atômico 93 anunciada independentemente pelo engenheiro tchecoslovaco Odolen Kobic (1897-1959) e pelo grupo de cientistas italianos liderado por Enrico Fermi (1901-1954). Ao questionar a descoberta do grupo de Fermi, ela sugeriu pela primeira vez que o núcleo atômico poderia se fragmentar em pedaços menores ao ser bombardeado com nêutrons (NODDACK, 1934). Cinco anos depois, esse fenômeno foi reconhecido e denominado fissão nuclear (HOOK, 2007).

Após deixar a indústria, Ida Noddack passou a depender Walter Noddack para ter acesso à pesquisa. Desse ponto em diante, ela sempre trabalhou como colaboradora convidada, quase sempre sem remuneração, nos laboratórios das universidades em que seu marido passou enquanto professor e pesquisador (VAN TIGGELEN; LYKKNES, 2012). Ao se casar com Walter Noddack, Ida Noddack desistiu de pleitear uma posição acadêmica, mesmo que essa fosse uma possibilidade muito remota na década de 1920. Nessa época, a Alemanha atravessava uma grave crise econômica após sair derrotada da Primeira Guerra Mundial (1914-1918), e as mulheres eram incentivadas e até obrigadas por lei a abandonar seus postos de trabalho para dar lugar a homens (HARGITAI, 2015).

Em 1935, Walter Noddack foi nomeado professor titular de físico-química na Universidade de *Freiburg*, onde o casal Noddack continuou suas pesquisas sobre o rênio, novos elementos químicos e geoquímica. Nesse período, Ida Noddack atuou como pesquisadora associada no laboratório dirigido pelo esposo (HABASHI, 1997). Após sete anos em *Freiburg*, Walter Noddack foi convidado para os cargos de professor titular, diretor do Instituto de Físico-Química e diretor do Instituto de Fotoquímica da recém fundada Universidade do Império (*Reichsuniversität*), em Estrasburgo, que havia sido recentemente tomada da França pelo regime nazista alemão (VAN TIGGELEN; LYKKNES, 2012).

A mudança foi favorável, pois, entre outros benefícios, Ida Noddack passou a ser remunerada na função de colaboradora convidada no Instituto de Fotoquímica. Adicionalmente, os Noddack tiveram à disposição toda a estrutura necessária em termos de laboratórios e equipamentos para suas pesquisas. Essas foram as melhores condições de trabalho de suas carreiras (MARSHALL, 2018). Estranhamente, Ida Noddack foi remunerada enquanto esteve em Estrasburgo, apesar desse fato contrariar uma orientação do governo nazista (HABASHI, 1997).

A Universidade do Império foi fundada, em 1941, com o objetivo de disseminar o conhecimento produzido exclusivamente por ‘alemães’. A maior parte do corpo docente da universidade era ligado ao partido nazista (VAN TIGGELEN; LYKKNES, 2012). Mesmo não tendo relações evidentes com o partido nazista, Walter Noddack (e Ida Noddack por extensão) foi beneficiado com cargos, laboratórios e equipamentos durante a ascensão do nazismo na Alemanha. Ao assumirem funções acadêmicas em Estrasburgo, os Noddack aumentaram as suspeitas de que eram simpáticos ao regime nazista (HABASHI, 1997). A estadia em Estrasburgo durou aproximadamente dois anos. Em novembro de 1944, quando as tropas



aliadas se aproximavam de Estrasburgo, os Noddack enviaram seus equipamentos de pesquisa e demais pertences para um lugar seguro. Após a rendição da Alemanha e dos países do eixo (Itália e Japão), a segunda guerra mundial foi encerrada em 1945.

Com o término do conflito, o governo militar provisório absolveu Walter Noddack das acusações de ter ligação com o regime nazista. Ida Noddack não foi investigada, possivelmente, porque não tinha uma posição acadêmica oficial (HABASHI, 1997). Dessa forma, os Noddack obtiveram permissão para retomar suas pesquisas. No entanto, após ter aceito trabalhar na Universidade do Império, Walter Noddack, não conseguiu um novo posto de professor nas universidades alemãs, que agora eram controladas por um novo regime instituído após a guerra.

Em novembro de 1946, Walter Noddack assumiu o cargo de professor de Química na Faculdade de Filosofia e Teologia da cidade de *Bamberg*. A contratação de Walter Noddack foi facilitada em função do currículo e da posse dos equipamentos trazidos dos laboratórios de Estrasburgo. As condições de trabalho na Faculdade eram difíceis em termos de estrutura para pesquisa. Diante dessa situação, o casal Noddack fundou, com recursos e equipamentos próprios, o Instituto de Geoquímica (*Geochemisches Institut*) de *Bamberg*. No Instituto, os Noddack puderam continuar suas pesquisas em geoquímica, novos elementos e outros temas. Porém, em *Bamberg*, Ida Noddack foi acometida por uma série de doenças que a forçaram a viajar para obter cuidados médicos. Nesse período, ela foi obrigada e interromper suas pesquisas em vários momentos para cuidar da saúde (VAN TIGGELEN; LYKKNES, 2012).

Dez anos após a sua fundação, o Instituto de Geoquímica foi nacionalizado em 1956, tornando-se Instituto Estadual de Pesquisa em Geoquímica (*Staatliches Forschungsinstitut für Geochemie*). Walter Noddack foi nomeado diretor e Ida Noddack permaneceu como colaboradora, desta vez remunerada, mas de forma intermitente.

Walter Noddack faleceu em virtude de um ataque cardíaco em 1960, supostamente ocorrido após receber a falsa notícia que sua esposa havia falecido durante um tratamento médico realizado em Hamburgo (TILGNER, 2000). Com a saúde debilitada e abalada após a perda do marido e parceiro de pesquisa, Ida Noddack diminuiu o ritmo de trabalho e oito anos depois retirou-se de *Bamberg* para viver os últimos dez anos de sua vida em um lar para idosos em *Bad Neuenahr*, onde faleceu em 24 de setembro de 1978 (MARSHALL, 2018).

Ida Noddack deixou um legado científico impressionante, considerando-se os contextos histórico e local (Alemanha sob regime nazista entre as duas grandes guerras mundiais) em que ocorreram suas contribuições científicas mais importantes. Após a Primeira Guerra Mundial, a escassez de cargos acadêmicos forçou a maior parte das poucas mulheres com doutorado em Química a abandonar a carreira científica (JONHSON, 1998).

Ida Noddack foi uma das poucas a seguir como pesquisadora graças à colaboração não remunerada com seu marido cientista. Mesmo sob essas condições desfavoráveis, ela aproveitou as oportunidades concedidas a seu esposo para empreender seus projetos de pesquisa em conjunto e individuais. Dessa forma, ela conseguiu passar quase que despercebida pelas autoridades nazistas que desaprovavam o trabalho científico feminino (HARGITTAI, 2015).

## **A descoberta dos elementos químicos rênio e masúrio**

Para fins de organização, a discussão sobre a descoberta do rênio e do masúrio foi dividida em quatro partes: (i)- contexto científico pré-descoberta; (ii)- descobertas; (iii)- recepção das descobertas pela comunidade científica; (iv)- controvérsias envolvendo essas descobertas.



## Contexto científico pré-descoberta

Em uma das suas versões da tabela periódica, o químico russo Dmitri Mendeleev (1834-1907) fez a previsão da existência de diversos elementos químicos, dois deles, quando descobertos, seriam inseridos imediatamente abaixo do manganês: o *eka*-manganês e o *dvi*-manganês (MENDELEEV, 1871). Na época, Mendeleev ordenava os elementos químicos em ordem crescente de sua principal propriedade: o peso atômico. A partir da publicação de Mendeleev, seguiu-se um período de aproximadamente 40 anos até as primeiras reivindicações de descoberta dos *eka*-manganês<sup>1</sup>.

A segunda previsão da existência dos *eka*-manganês, foi publicada pelo físico britânico Henry Moseley (1887-1915) em 1914. Tudo começou quando, ao bombardear núcleos atômicos com feixes de elétrons de alta energia, ele percebeu que os elementos químicos emitiam raios-x com frequências características (MOSELEY, 1913). Dessa forma, Moseley evidenciou que as raízes quadradas das frequências dos raios-x emitidos estavam provavelmente relacionadas a um número ordinal (número atômico, de prótons ou de cargas positivas no núcleo) que define a posição dos elementos na tabela periódica (EGDELL; BRUTON, 2020).

Além de sugerir um novo método para a ordenação dos elementos químicos na tabela periódica, Moseley criou um novo método para evidenciar a descoberta de novos elementos químicos que ficou conhecido como espectroscopia de raios-x. Em 1914, Moseley publicou a segunda parte de suas pesquisas em um artigo no qual plotou um gráfico relacionando no eixo horizontal as raízes quadradas das frequências de raios-x e no eixo vertical o número atômico ( $Z$ ) de todos os elementos químicos situados entre o alumínio ( $Z=13$ ) e o ouro ( $Z=79$ ) (MOSELEY, 1914). Nesse gráfico, foram previstas as frequências de raios-x emitidas por elementos químicos que ainda não haviam sido descobertos, entre eles, o *eka*-manganês ( $Z=43$ ) e o *dvi*-manganês ( $Z=75$ ). Os experimentos de Moseley previram ainda a existência dos elementos químicos de número atômico 61, promécio, e 72, háfnio (MOSELEY, 1914).

Moseley faleceu em combate durante a primeira guerra mundial em 1915. Dez anos depois, foi publicada na *Science* uma carta sugerindo que o elemento químico de número atômico 43 se chamasse *Moseleyum* (Ms) quando descoberto, em homenagem a ele (HAMER, 1925).

## As descobertas do masúrio e do rênio

Em 1921, Tacke e Noddack começaram um projeto de pesquisa visando descobrir os *eka*-manganês. O primeiro passo incluiu uma revisão da literatura sobre os métodos de obtenção e caracterização dos metais de transição, principalmente daqueles próximos ao manganês. Essa fase de estudos durou aproximadamente dois anos e orientou os pesquisadores a buscarem os elementos químicos de interesse em minérios não apenas de manganês, como outros cientistas fizeram, mas também de metais de transição próximos ao manganês (HABASHI, 1997).

Tacke e Noddack analisaram diversos minerais cuja composição apresentava manganês, ferro, crômio, molibdênio, rutênio, tungstênio, ósmio e platina (NODDACK; TACKE, 1925). Após inúmeras análises químicas, em 1925, eles afirmaram ter encontrado o *eka*-manganês ( $Z = 43$ ) nos minerais columbita [(Fe,Mn) Nb<sub>2</sub>O<sub>6</sub>], esperrilita (PtAs<sub>2</sub>), gadolinita [(Y<sub>2</sub>FeBe<sub>2</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>O<sub>2</sub>] e fergusonita [(Y,Er,Ce,Fe)NbO<sub>4</sub>]. Esse elemento químico recebeu o nome de masúrio (Ma) em homenagem à Masúria, terra dos ancestrais de Noddack (TIGGELEN, 2001). Além do masúrio,

---

<sup>1</sup> Os dois elementos químicos situados imediatamente abaixo do manganês na tabela periódica foram denominados conjuntamente de *eka*-manganês por Mendeleev, que também os distinguiu individualmente como *eka*-manganês (peso atômico 100) e *dvi*-manganês (peso atômico 190) (MENDELEEV, 1871).



Tacke e Noddack afirmaram ter encontrado o *dvi*-manganês ( $Z = 75$ ) em amostras columbita  $[(Fe,Mn)Nb_2O_6]$ , tantalita  $[(Fe,Mn)Ta_2O_6]$  e wolframita  $[(Fe,Mn)WO_4]$ . Esse elemento químico recebeu o nome de rênio (Re) em homenagem ao rio Reno, principal curso de água da região onde Tacke nasceu (TIGGELEN, 2001).

O método geoquímico utilizado para a obtenção dos *eka*-manganês permitiu que eles estimassem a ocorrência natural desses elementos químicos na crosta terrestre. Nesse sentido, o masúrio seria o elemento químico mais raro, seguido do rênio (NODDACK; TACKE, 1925)

O último passo da descoberta envolveu a caracterização dos supostos novos elementos químicos utilizando a espectroscopia de raios-x. Esse trabalho foi realizado por Tacke e pelo experiente espectroscopista alemão Otto Berg (1873-1939) nas instalações da *Siemens & Halske*, onde ambos eram colaboradores. Aproximadamente na metade do ano de 1925, os resultados das análises espectroscópicas evidenciaram a descoberta do masúrio e do rênio (NODDACK; TACKE, 1925; BERG; TACKE, 1925).

### **A recepção das descobertas**

As primeiras publicações sobre a descoberta do masúrio e do rênio não convenceram totalmente a comunidade científica. Ainda seria necessário isolar quantidades suficientes para determinar as propriedades físicas e químicas desses supostos novos elementos químicos. Nesse sentido, o casal Noddack viajou pela Europa à procura de minerais para extrair masúrio e rênio. Após processar aproximadamente 660kg de molibdenita ( $MoS_2$ ), os Noddack conseguiram isolar a primeira grama de rênio da história (NODDACK; NODDACK, 1929). De posse desse pequeno tesouro, eles determinaram algumas propriedades físicas e químicas do novo metal de transição externa. Dessa forma, apenas 1929, o casal Noddack conseguiu evidenciar de maneira robusta a descoberta do rênio perante a comunidade científica (TIGGELEN, 2001).

O sucesso com o rênio não se repetiu com o masúrio. Após o anúncio da descoberta, os Noddack não conseguiram isolar o masúrio a partir de amostras de minerais, como fizeram com o rênio. Alguns cientistas passaram a contestar os dados da espectroscopia de raios-x do masúrio alegando que algumas linhas espectrais poderiam ser associadas a outros elementos químicos (Zingales, 2005). Além dessas dificuldades de ordem experimental, surgiu ainda uma objeção à descoberta do masúrio de ordem teórica. Em 1934, o físico austríaco Josef Mattauach (1895-1976) estabeleceu uma regra que indicava a impossibilidade de ocorrência natural de isóbaros de elementos químicos de números atômicos consecutivos (MATTAUCH, 1934). Dessa forma, o masúrio não poderia ocorrer na natureza, pois as massas atômicas previstas para os isótopos desse elemento químico (95, 97, 99 e 101) já estavam associadas à isótopos dos elementos químicos que o antecedem ( $^{95}_{42}Mo$  e  $^{97}_{42}Mo$ ) e o sucedem ( $^{99}_{44}Ru$  e  $^{101}_{44}Ru$ ) na tabela periódica.

Em 1937, o físico italiano Emilio Segrè (1905-1989) visitou o laboratório dos Noddack na Alemanha. Ao ser perguntado pelo espectro de raios-x do masúrio, Walter Noddack afirmou que a única placa havia sido destruída acidentalmente (Segrè, 1993). Nessa visita, Walter Noddack afirmou ainda que havia isolado aproximadamente 1mg de masúrio e enviado para ser analisado isotopicamente no Laboratório Cavendish por Francis Aston (1877-1945). Os resultados dessa análise, se é que foi realizada, nunca foram publicados.

Por volta de 1930, a comunidade científica desconfiava da descoberta do masúrio. Ainda assim, o símbolo Ma apareceu em algumas tabelas periódicas publicadas na época (TIGGELEN, 2001). De acordo com Paneth (1947), ao retomarem Estrasburgo após a derrota do regime nazista em 1945, os franceses encontraram o símbolo do masúrio (Ma) em uma tabela periódica gigante pintada na parede do principal auditório de Química da Universidade de Estrasburgo,

onde Walter Noddack havia sido professor e Ida Noddack colaboradora convidada.

### Controvérsias em relação às descobertas do masúrio e do rênio

Meses antes de visitar Noddack, em 1937, Emílio Segrè havia detectado o elemento químico de número atômico 43 em seu laboratório na Universidade de Palermo. Segrè havia recebido uma chapa de molibdênio ( $^{42}\text{Mo}$ ) que havia sido bombardeada com deutério ( $^2_1\text{H}$ ) oriunda de um ciclotron. Segrè observou que umas das faces da chapa era mais radioativa e suspeitava que núcleos de deutério e molibdênio haviam se fundido no ciclotron e formado isótopos do elemento químico de número atômico 43 (TIGGELEN, 2001). Segrè dissolveu a face mais radioativa em uma solução ácida e partiu para as operações analíticas de isolamento do suposto novo elemento químico. Nessa parte do trabalho e contou com a colaboração do químico italiano Carlo Perrier (1886-1948). Ao fim, a dupla italiana obteve uma solução ácida cuja atividade radioativa poderia ser atribuída a isótopos do elemento químico de número atômico 43 (PERRIER; SEGRÈ, 1937). No entanto, essa evidência era insuficiente para reivindicar a descoberta de um novo elemento químico.

Após esses resultados iniciais, Segrè foi para Berkeley, Estados Unidos, investigar meias-vidas de isótopos radioativos. Em Berkeley, junto com o químico americano Glenn Seaborg (1912-20), Segrè produziu via bombardeamento nuclear outros isótopos radioativos do elemento químico de número atômico 43 e produziu um espectro de raio-x (SEABORG; SEGRÈ, 1939). Em face desses resultados e da ausência de mais evidências por parte dos Noddack, Segrè reivindicou para ele e Perrier a descoberta do elemento químico de número atômico 43.

Após a Segunda Guerra Mundial, o elemento químico de número atômico 43 recebeu o nome de tecnécio, derivado do grego *τεχνητός* (artificial). O tecnécio foi o primeiro elemento químico desconhecido produzido artificialmente, por isso a história de sua descoberta é um marco para a configuração da tabela periódica no século XX (FERNANDES, 2022).

A controvérsia sobre a descoberta do elemento químico de número atômico 43 parecia estar encerrada o final da década de 1950. Segrè e Perrier foram reconhecidos como os descobridores do primeiro elemento químico produzido artificialmente. Considerava-se o tecnécio muito instável para ocorrer na natureza, portanto só poderia ser produzido de forma artificial.

Contudo, surgiram novas evidências a favor do masúrio, supostamente descoberto pelo casal Noddack. A primeira evidência surgiu quando traços de tecnécio foram detectados em minérios de pechblenda ( $\text{U}_3\text{O}_8$ ) (KENNA; KURODA, 1961). Segundo Van Assche (1988), o decaimento natural do urânio em minerais poderia produzir o masúrio detectado pelos Noddack em 1925. Porém, essa hipótese é contestada por outros cientistas que argumentam que a quantidade de tecnécio na pechblenda seria muito pequena para ser detectada pelos instrumentos de análise utilizados pelo casal Noddack na época (HERRMANN, 1989; KURODA, 1989). Apesar de Segrè e Perrier serem atualmente reconhecidos como os descobridores do tecnécio, o debate sobre a prioridade da descoberta do elemento químico de número atômico 43 permanece aberto.

Nem Ida e Walter Noddack, nem Emílio Segrè e Carlo Perrier são os únicos a reivindicar a descoberta do elemento químico de número atômico 43. O químico japonês Masataka Ogawa (1865-1930) afirmou ter encontrado um novo elemento químico em amostras dos minerais torianita ( $\text{ThO}_2$ ) e mobdenita ( $\text{MoS}_2$ ) em 1908. Ogawa nomeou o suposto novo elemento de nipônio (Np), nome japonês do Japão. Após analisar amostras de torianita, ele afirmou ter evidências de uma linha espectral ( $\lambda = 4882 \text{ \AA}$ ) que não poderia ser atribuída a nenhum outro elemento químico conhecido (YOSHIHARA, 2008). Considerando que o suposto novo elemento químico fosse divalente, Ogawa atribuiu ao nipônio peso atômico igual a 100



(OGAWA, 1908). Com esses dados, ele inseriu o nípcnio imediatamente abaixo do manganês na tabela periódica. Porém, Ogawa não conseguiu isolar o nípcnio ou produzir um espectro de raios-x do suposto novo elemento. Em função da ausência de evidências ou da reprodutibilidade de seus resultados, sua descoberta não foi reconhecida pela comunidade científica da época. Segundo Yoshihara (2000), em 1930, uma amostra de nípcnio produzida por Ogawa foi submetida a uma espectroscopia de raios-x, cujos resultados apontavam para a presença de rênio na amostra, poucas semanas depois Ogawa faleceu e esses resultados não foram publicados (FONTANI; COSTA; ORNA, 2015).

Após a morte de Ogawa, cientistas japoneses têm levantado evidências de que o nípcnio seria, na realidade, rênio, háfnio ou protactínio (FONTANI; COSTA; ORNA, 2015). Dessa forma, Ogawa seria o descobridor de um elemento químico, mas não o de número atômico 43. Desde 1996, o radioquímico japonês Kenji Yoshihara tem apresentado evidências de que Ogawa teria descoberto o rênio. Yoshihara reuniu documentos e dados experimentais que corroboram com a hipótese de que o nípcnio descoberto por Ogawa em 1908, na realidade, seria o rênio descoberto pelos Noddack em 1925 (HISAMATSU; EGASHIRA; MAENO, 2022).

Contudo, historiadores da ciência ocidentais têm observado inconsistências nas evidências apresentadas por Yoshihara e uma boa dose de nacionalismo (SCERRI, 2013; KAJI, 2015). Mais uma vez, o debate permanece aberto em face de novas evidências a favor do casal Noddack ou de Ogawa.

## Considerações Finais

A descoberta do rênio trouxe prestígio para Ida Noddack. Por outro lado, a descoberta do masúrio, considerada espúria, pode ter prejudicado sua carreira para sempre. Em 1934, ao sugerir, pela primeira vez, que o núcleo atômico poderia se dividir, Noddack foi ouvida e logo ignorada pelos principais grupos de pesquisa em radioquímica da época. A insistência de Ida Noddack em reafirmar a descoberta do masúrio certamente contribuiu para que sua sugestão da fissão nuclear não fosse aceita. Seu suposto erro não seria esquecido. Por outro lado, vários cientistas anunciaram a descoberta de novos elementos químicos que posteriormente não foram identificados e isso não prejudicou suas carreiras<sup>2</sup>.

Além da reputação científica prejudicada pelo anúncio da descoberta do masúrio, outro fator parece determinante para que a sugestão da fissão nuclear por Ida Noddack não fosse levada à sério: aceitar a cisão do núcleo atômico envolveria uma ruptura com o paradigma vigente de que o núcleo atômico não poderia ser alterado por forças externas.

O alinhamento do casal Noddack com o pensamento ultranacionalista da Alemanha pode ter influenciado na escolha dos nomes dos elementos químicos que eles anunciaram ter descoberto. Nesse sentido, masúrio seria uma alusão à região (Masúria) onde soldados alemães massacraram tropas russas durante a primeira guerra mundial. Da mesma forma, rênio seria uma menção a uma barreira natural (rio Reno) que impediu o avanço das tropas aliadas pelo

---

<sup>2</sup> Em 1934, o físico italiano Enrico Fermi (1901-1954) e sua equipe da Universidade de Palermo anunciaram a descoberta dos primeiros elementos químicos transurânicos ( $Z > 92$ ). Em 1939, após o reconhecimento da fissão nuclear, Lise Meitner e Otto Frisch evidenciaram que Fermi e seu grupo produziram apenas isótopos de elementos conhecidos através da fissão de núcleos de urânio. Fermi havia sido premiado com o Nobel de Física em 1938 pela descoberta dos transurânicos. Além de Fermi, Otto Hahn (1879-1968) também anunciou ter produzido novos elementos químicos transurânicos. Apesar disso, Hahn foi laureado com Nobel de Química em 1938 por causa dos experimentos que levaram ao entendimento da fissão nuclear.

território alemão durante a primeira guerra mundial. Nessa perspectiva, observa-se que as convicções pessoais dos cientistas impactam a Ciência que eles praticam. Se o casal Noddack fosse judeu ou crítico ao regime nazista a carreira acadêmica de Walter Noddack, e por extensão de Ida Noddack, teria sido completamente diferente.

As controvérsias acerca da descoberta do masúrio e do rênio ilustram de forma ímpar como a Ciência opera. Os debates abertos sobre as descobertas desses elementos químicos apontam para o caráter provisório do conhecimento científico. Por outro lado, os dados biográficos de Ida Noddack mostram como se desenvolveu a carreira científica de uma mulher alemã da primeira metade do século XX.

Conhecer a biografia e as contribuições científicas de Ida Noddack e de outras cientistas pode contribuir para a valorização das mulheres na Ciência. Valorizar as mulheres que contribuíram para o desenvolvimento científico e tecnológico pode ser o primeiro passo para atrair mais mulheres para esse empreendimento que, em muitos aspectos, privilegiou historicamente o gênero masculino.

No que se refere ao ensino de Ciências/Química, a discussão sobre a história da descoberta do masúrio e do rênio pode ser utilizada por parte dos professores para abordar os conceitos de elementos químicos cis e transurânicos, tabela periódica, número atômico, radioatividade, fissão nuclear, entre outros. Além da construção de conceitos, a utilização desse episódio histórico em sala de aula pode fomentar reflexões sobre alguns aspectos da natureza da Ciência, tais como: dimensão coletiva, provisoriedade dos conhecimentos e questões de gênero.

## Referências

- ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria. **O Que é História da Ciência?** 1. ed. São Paulo: Brasiliense, 1994.
- BELTRAN, Maria Helena Roxo; SAITO, Fumikazu; TRINDADE, Laís dos Santos Pinto. **História da Ciência para Formação de Professores.** 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014.
- BERG, Otto; TACKE, Ida. Röntgenspektroskopischer teil. **Naturwissenschaften**, v. 13, n. 26, p. 571–574, 1925.
- EGDELL, Russell G.; BRUTON, Elisabeth. Henry Moseley, x-ray spectroscopy and the periodic table. **Philosophical Transactions A**, v. 378, n. 2180, p. 1-33, 2020.
- FERNANDES, Lucas dos Santos. Uma discussão sobre a descoberta do tecnécio à luz de alguns aspectos da natureza da Ciência. **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 3, p. 305-310, 2022.
- FONTANI, Marco; COSTA, Mariagrazia; ORNA, Mary Virginia. **The Lost Elements: the periodic table's shadow side.** New York: Oxford University Press, 2015.
- HABASHI, Fathi. Ida Noddack: proposer of nuclear fission. *In*: RAYNER-CANHAM, Marelene F.; RAYNER-CANHAM, Geoffrey W. (Orgs.). **Devotion to Their Science: pioneer women of radioactivity.** 1. ed. Quebec: McGill-Queen's University Press, 1997. p. 217-225.
- HAMER, Richard. Moseleyum. **Science**, v. 61. n. 1573, p. 208-209, 1925.
- HERRMANN, G. Technetium or masurium - a comment on the history of element - 43. **Nuclear Physics A**, v. 505, n. 2, p. 352-360, 1989.



- HARGITTAL, Magdolna. **Women Scientists: reflections, challenges, and breaking boundaries**. 1. ed. New York: Oxford University Press, 20015.
- HISAMATSU, Yoji; EGASHIRA, Kazuhiro; MAENO, Yoshiteru. Ogawa's nipponium and its re-assignment to rhenium. **Foundations of Chemistry**, v. 24, n. 1, p. 15-57, 2022.
- HOOK, Ernest B. Dissonância interdisciplinar e prematuridade: a sugestão de Ida Noddack de fissão nuclear. In: HOOK, Ernest B. (Org.). **Prematuridade na Descoberta Científica**. 1. ed. São Paulo: Perspectiva, 2007. p. 201-237.
- JONHSON, Jeffrey A. German women in Chemistry, 1895-1925 (Part I). **International Journal of History & Ethics of Natural Sciences, Technology & Medicine**, v. 6, n. 1, p. 1-21, 1998.
- KAJI, Masanori. Chemical classification and the response to the periodic law of elements in Japan in the nineteenth and early twentieth centuries. In: KAJI, Masanori; KRAGH, Helge; PALLÓ, Gábor. (Orgs.). **Early Responses to the Periodic System**. Oxford University Press, 2015. p. 283-304.
- KENNA, B. T.; KURODA, P. K. Isolation of naturally occurring technetium. **Journal of Inorganic and Nuclear Chemistry**, v. 23, n. 1-2, p. 142-144, 1961.
- KURODA, P. K. A note on the discovery of technetium. **Nuclear Physics A**, v. 505, n. 1, p. 178-182, 1989.
- MARSHALL, James L. Ida Noddack: foreteller of nuclear fission. In: MAINZ, Vera V.; STROM, E. Thomas. (Orgs.). **The Posthumous Nobel Prize in Chemistry**. Volume 2. Ladies in waiting for the Nobel Prize. 1. ed. Washington, DC: American Chemical Society, 2018. p. 105-149.
- MARTINS, Roberto de Andrade. A História das Ciências e seus usos na Educação. In: SILVA, Cibelle Celestino. (Org.). **Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino**. 1.ed. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 17-30.
- MATTAUCH, Josef. Zur systematik der isotopen. **Zeitschrift für Physik**, v. 91, p. 361-371, 1934.
- MATTHEWS, Michael R. **Science Teaching: the contribution of History and Philosophy of Science**. 2. ed. New York: Routledge, 2014.
- MCGRAYNE, Sharon Bertsch. **Mulheres que Ganham o Prêmio Nobel em Ciências: suas vidas, lutas e notáveis descobertas**. 1. ed. São Paulo: Editora Marco Zero, 1994.
- MENDELEEV, Dmitri. Die periodische gessetzmässigkeit der chemischen elements. **Annalen der Chemie und Pharmacie**, v. 8, p. 133-229, 1871.
- MOSELEY, Henry G. J. The high-frequency spectra of the elements. **Philosophical Magazine**, v. 26, n. 156, p. 1024-1034, 1913.
- MOSELEY, Henry G. J. The highfrequency spectra of the elements. Part II. **Philosophical Magazine**, v. 27, n. 160, p. 703-713, 1914.
- NODDACK, Ida. Uber das element 93. **Angewandte Chemie**, v. 47, n. 37, p. 653-655, 1934.
- NODDACK, Ida; NODDACK, Walter. Die herstellung von einem gramm rhenium. **Zeitschrift für Anorganische und Allgemeine Chemie**, v. 183, n. 1, p. 353-375, 1929.



NODDACK, Walter; TACKE, Ida. Die ekamanganese. **Naturwissenschaften**, v. 13, n. 26, p. 567-571, 1925.

OGAWA, Masataka. Preliminary note on a new elemento in thorianite. **Chemical News**, v. 98, p. 249-251, 1908.

PANETH, F. A. The making of the missing chemical elements. **Nature**, v. 159, p. 8-10, 1947.

PERRIER, Carlo; SEGRÈ, Emilio. Some chemical properties of element 43. **The Journal of Chemical Physics**, v. 5, n. 9, p. 212-716, 1937.

PORTO, Paulo Alves. História e Filosofia da Ciência no ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. *In*: SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MALDANER, Otavio Aloisio. (Orgs.). **Ensino de Química em Foco**. 1. ed. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 159-180.

QUEIROZ, Daniel de Medeiros; Hidalgo, Juliana M. Biografias científicas com vistas à inserção didática: aportes da História e da História da Ciência. **História da Ciência e Ensino**, v. 21, p. 65-86, 2020.

SCERRI, Eric. **A Tale of Seven Elements**. New York: Oxford University Press, 2013.

SCHIEBINGER, Londa. **O Feminismo Mudou a Ciência?** 1. ed. Bauru, SP: EDUSC, 2001.

SEABORG, Glenn T.; SEGRÈ, Emilio. Nuclear isomerism in element 43. **Physical Review**, v. 55, n. 9, p. 808-814, 1939.

SEGRÈ, Emilio. **A Mind Always in Motion: the autobiography of Emilio Segrè**. 1. ed. Berkeley: University of California Press, 1993.

TILGNER, Hans Georg. **Forschen Suche Und Sucht: kein nobelpreis für das deutsche forscherehepaar, das rhenium entdeckt hat. Eine biografie von Walter Noddack (1893-1960) und Ida Noddack-Tacke (1896-1978)**. 1. ed. Hamburg: Libri Books, 2000.

VAN ASSCHE, Pieter H. M. The ignored discovery of the element  $Z = 43$ . **Nuclear Physics A**, v. 480, n. 2, p. 205-214, 1988.

VAN TIGGELEN, Brigitte. The discovery of new elements and the boundary between Physics and Chemistry in the 1920s and 1930s. The case of elements 43 and 75. *In*: REINHARDT, Carsten. (Org.). **Chemical Sciences in the 20th Century: bridging boundaries**. 1. ed. Weinheim: Wiley-VCH, 2001, p. 131-145.

VAN TIGGELEN, Brigitte; LYKKNES, Annette. Ida and Walter Noddack through better and worse: an arbeitgemeinschaft in Chemistry. *In*: LYKKNES, Annette; OPITZ, Donald L.; VAN TIGGELEN, Brigitte. (Orgs.). **For Better or For Worse? collaborative couples in the Sciences**. 1. ed. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Birkhäuser, 2012. p. 103-147.

YOSHIHARA, H. Kenji. Ogawa's discovery of nipponium and its re-evaluation. **Historia Scientiarum: International Journal of the History of Science Society of Japan**, v. 9, n. 3, p. 257-269, 2000.

YOSHIHARA, H. Kenji. 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, Roberto. From masurium to trinacrium: the troubled story of element 43. **Journal of Chemical Education**, v. 82, n. 2, p. 221-227, 2005.