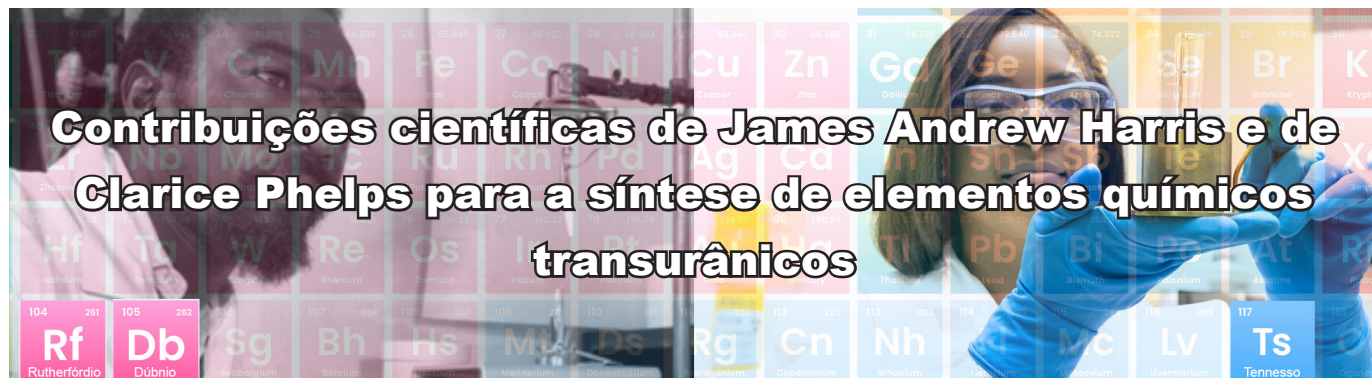




Richard Oliveira Sintra e Lucas dos Santos Fernandes

As biografias e contribuições científicas de cientistas negros(as) são pouco exploradas no ensino de Química. Em contraposição a essa realidade, este artigo tem como objetivo apresentar um esboço biográfico e as contribuições dos cientistas afro-americanos James Andrew Harris e Clarice Phelps para a síntese de elementos químicos transurânicos. Harris participou da síntese dos elementos rutherfordio e dúbnio. Phelps integrou a equipe que produziu o tennesso. Em comum, além da síntese de elementos transurânicos, as trajetórias desses cientistas foram marcadas por episódios de discriminação racial. Espera-se que este trabalho seja utilizado por professores(as) de química para abordar conceitos científicos e fomentar discussões sobre as relações étnico-raciais na ciência.

► elementos transurânicos, James Harris, Clarice Phelps, antirracismo ◀

Recebido em 31/08/2025; aceito em 07/01/2026

281

Introdução

A História da Ciência foi, por muito tempo, escrita numa perspectiva tradicional que invisibilizou personagens que fugiam ao estereótipo masculino, branco e europeu (Figueirôa, 2023). Um retrato disso são os livros de História da Química que apresentam o desenvolvimento dessa Ciência a partir de grandes nomes: Robert Boyle, Antoine Lavoisier, Dmitri Mendeleiev, etc. (Bensaude-Vincent e Stengers, 2023). Nessas narrativas, dificilmente aparecem nomes associados a mulheres, negros, indígenas ou aos povos ancestrais africanos. Segundo Menon (2021, p. 101), “Historicamente, o mundo da química tem sido branco e é importante reconhecer que isso tem sido perpetuado pelo racismo sistêmico, isto é, pelas políticas e práticas em vigor nas instituições que inerentemente desfavorecem negros e outros grupos étnicos minorizados”.

A historiografia da ciência contemporânea tem resgatado biografias e contribuições científicas e tecnológicas de mulheres, indígenas, negros(as) e de outros grupos historicamente invisibilizados (Figueirôa, 2023). É desse contexto que surgiu o presente estudo, que tem como objetivo apresentar um esboço biográfico e as contribuições dos cientistas

afro-americanos James Andrew Harris (1932-2000) e Clarice Phelps (1981-presente) para a síntese de elementos químicos transurânicos. Harris participou da síntese dos elementos rutherfordio e dúbnio. Por sua vez, Phelps integrou a equipe que produziu o tennesso.

Esses personagens e suas contribuições científicas precisam ser conhecidos. Caso contrário, pode-se perpetuar o mito racista de que pessoas negras não são inteligentes e, por isso, não contribuíram para o desenvolvimento científico (Pinheiro, 2023). O apagamento das contribuições científicas de personagens negros e povos ancestrais africanos é denominado epistemicídio negro. Segundo Sueli Carneiro (2023, p. 12), “Através do epistemicídio – que é uma forma de sequestro, rebaixamento ou assassinato da razão – as pessoas negras são anuladas enquanto sujeitos do conhecimento e inferiorizadas intelectualmente”. O epistemicídio negro deve ser enfrentado nas aulas de Química a partir de propostas de ensino antirracistas.

Elementos químicos transurânicos

O termo ‘transurânico’ foi cunhado, em 1926, pelo físico alemão Richard Swinne (1885-1939) para designar

os elementos de número atômico maior que o do urânio, elemento com maior número de prótons ($Z=92$) encontrado na natureza (Swinne, 1926). A história dos transurânicos teve início em 1934, quando cientistas da Universidade de Roma, liderados pelo físico italiano Enrico Fermi (1901-1954), anunciaram a síntese dos elementos de número atômico 93 (ausônio) e 94 (hespério), formados a partir do bombardeamento do urânio com nêutrons (Hook, 2007). No final de 1938, pesquisas apontaram que esses elementos não foram, de fato, produzidos pelos cientistas italianos. Os elementos 93 e 94 foram sintetizados apenas na década de 1940, e receberam os respectivos nomes e símbolos pelos quais são conhecidos atualmente: neptúnio (Np) e plutônio (Pu) (Hoffman *et al.*, 2001).

No mesmo ano, por meio de um artigo, a química alemã Ida Noddack (1896-1978) questionou a síntese do elemento 93 pelos cientistas italianos, solicitou análises mais precisas do suposto elemento transurânico e sugeriu que o núcleo de urânio poderia ter se dividido em elementos mais leves (Noddack, 1934). A sugestão de Noddack não foi levada a sério e os cientistas italianos continuaram a acreditar na síntese de transurânicos (Hook, 2007). Dando seguimento às pesquisas iniciadas na Itália, Otto Hahn (1879-1968) e Lise Meitner (1878-1968), na Alemanha, anunciaram a síntese dos transurânicos de número atômico 95, 96 e 97.

No início de 1939, Otto Hahn, Fritz Strassmann, Lise Meitner e Otto Frisch evidenciaram que, na realidade, o núcleo de urânio dividia-se em fragmentos menores ao ser bombardeado com nêutrons (Hook, 2007). Dessa forma, os elementos transurânicos anunciados até aquele momento não passavam de núcleos mais leves derivados da fissão do urânio, como Noddack havia sugerido cinco anos antes. Apesar de rechaçar a existência dos transurânicos supostamente produzidos até então, a descoberta da fissão nuclear deu aos cientistas um novo caminho para sintetizar radioisótopos desses elementos químicos.

A primeira síntese de um transurânico ocorreu nos Estados Unidos, em 1940, quando os físicos Edwin McMillan e Philip Abelson bombardearam núcleos de urânio com nêutrons em um acelerador de partículas e sintetizaram o radioisótopo $^{239}\text{Np}_{93}$ (Seaborg, 1969).

A produção de radioisótopos de elementos transurânicos é realizada em aceleradores de partículas por meio da fusão nuclear entre núcleos-alvo e projéteis constituídos de nêutrons, deutério, partículas alfa ou íons de elementos leves (B, C, N, entre outros) e de massa intermediária (Cr, Fe, Ni, entre outros). Os transurânicos que apresentam número atômico maior que 103 são chamados de superpesados ou transactinídeos, pois são posicionados após o actínio na tabela periódica. O termo ‘superpesado’ surgiu na primeira metade do século XX, quando os cientistas especulavam

sobre os limites da estabilidade nuclear. Foi nesse contexto que surgiu a expressão ‘ilha de estabilidade’ para designar uma região da carta de núclídeos que abrigaria isótopos estáveis de elementos superpesados (Chapman, 2020).

Os elementos químicos transurânicos, com exceção do plutônio e do neptúnio, que ocorrem em quantidades ínfimas, não são encontrados na natureza. Em função dessa característica, Kragh (2018) argumenta que os elementos artificiais não são descobertos, mas sintetizados, criados, manufaturados, produzidos, etc. Esses elementos “[...] pertencem ao que os antigos gregos chamavam de *techne* (objetos feitos pelo homem ou imitação da natureza) e não à *physis* (natureza)” (Kragh, 2017, p. 13).

A maior parte dos radioisótopos de elementos transurânicos apresenta meia-vida muito curta, variando entre milissegundos (ms) e algumas horas (h). Apesar disso, as propriedades químicas de alguns transurânicos mais leves foram pesquisadas. A partir dessas pesquisas, foram identificadas aplicações para alguns radioisótopos de elementos transurânicos. Por exemplo, o radioisótopo $^{239}\text{Pu}_{94}$ é utilizado como combustível fissil em usinas nucleares. Por sua vez, o radionuclídeo $^{241}\text{Am}_{95}$ é usado em aparelhos detectores de fumaça (Hoffman *et al.*, 2001).

A União Internacional de Química Pura e Aplicada (*International Union of Pure and Applied Chemistry* – IUPAC) reconhece a síntese de 26 elementos transurânicos, conforme apresentado no Quadro 1.

A prioridade da síntese da maioria dos transurânicos foi disputada por diversos grupos de pesquisa, principalmente entre equipes estadunidenses e soviéticas. A expressão ‘guerra dos transférmios’ foi criada para designar os conflitos de prioridade

que se seguiram à síntese do férmio ($Z=100$) (Kragh, 2018). Essas disputas levaram a atrasos no reconhecimento da síntese e na determinação do nome de diversos elementos transurânicos pela IUPAC.

Os elementos químicos são caracterizados pelo número atômico. Porém, a organização na tabela periódica, além da ordem crescente do número de prótons, respeita a distribuição eletrônica que confere propriedades químicas semelhantes aos elementos de um mesmo grupo ou família (Kragh, 2017). Na tabela periódica, o peso atômico dos elementos é calculado por meio da média entre os pesos atômicos dos isótopos, considerando as respectivas abundâncias naturais (em porcentagem). Contudo, a síntese de transurânicos produz núclídeos, ou seja, radioisótopos que apresentam número de massa específico. Alguns desses núclídeos sofrem fissão espontânea quase imediatamente, como o $^{294}\text{Og}_{118}$, cuja meia-vida dura apenas 0,9 ms (Moody, 2014). Para esse elemento superpesado, ainda não há meios para estudar suas propriedades, pois foram produzidos poucos átomos de um núclídeo que se desintegrou em menos de 1 ms.

[...] Kragh (2018) argumenta que os elementos artificiais não são descobertos, mas sintetizados, criados, manufaturados, produzidos, etc. Esses elementos “[...] pertencem ao que os antigos gregos chamavam de *techne* (objetos feitos pelo homem ou imitação da natureza) e não à *physis* (natureza)” (Kragh, 2017, p. 13).

Quadro 1: Reações nucleares de síntese dos radioisótopos de elementos transurânicos.

Radioisótopo	Reação Nuclear	Elemento (símbolo)	País(es)
$^{239}\text{Np}_{93}$	$^{238}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{239}\text{Np} + {}^1_0\beta + \gamma$	Neptúnio (Np)	EUA
$^{238}\text{Pu}_{94}$	$^{238}\text{U} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^{238}\text{Pu} + 2{}^1_0\text{n} + {}^1_0\beta$	Plutônio (Pu)	EUA
$^{241}\text{Am}_{95}$	$^{239}\text{Pu} + 2{}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{241}\text{Am} + {}^1_0\beta + \gamma$	Americio (Am)	EUA
$^{242}\text{Cm}_{96}$	$^{241}\text{Am} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{242}\text{Cm} + {}^1_0\beta$	Cúrio (Cm)	EUA
$^{243}\text{Bk}_{97}$	$^{241}\text{Am} + {}^4_2\text{He}^{2+} \rightarrow {}^{243}\text{Bk} + 2{}^1_0\text{n}$	Berkélio (Bk)	EUA
$^{244}\text{Cf}_{98}$	$^{242}\text{Cm} + {}^4_2\text{He}^{2+} \rightarrow {}^{244}\text{Cf} + 2{}^1_0\text{n}$	Califórnio (Cf)	EUA
$^{253}\text{Es}_{99}$	$^{238}\text{U} + 15{}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{253}\text{Es} + 7{}^1_0\beta$	Einstênio (Es)	EUA
$^{255}\text{Fm}_{100}$	$^{238}\text{U} + 17{}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{255}\text{Fm} + 8{}^1_0\beta$	Férmio (Fm)	EUA
$^{255}\text{Md}_{101}$	$^{253}\text{Es} + {}^4_2\text{He}^{2+} \rightarrow {}^{255}\text{Md} + 2{}^1_0\text{n}$	Mendelévio (Md)	EUA
$^{254}\text{No}_{102}$	$^{243}\text{Am} + {}^{15}_7\text{N} \rightarrow {}^{254}\text{No} + 4{}^1_0\text{n}$	Nobélio (Nb)	URSS
$^{260}\text{Lr}_{103}$	$^{248}\text{Cm} + {}^{15}_7\text{N} \rightarrow {}^{260}\text{Lr} + 3{}^1_0\text{n}$	Laurêncio (Lr)	EUA / URSS
$^{257}\text{Rf}_{104}$	$^{249}\text{Cf} + {}^{12}_6\text{C} \rightarrow {}^{257}\text{Rf} + 4{}^1_0\text{n}$	Rutherfórdio (Rf)	EUA / URSS
$^{260}\text{Db}_{105}$	$^{249}\text{Cf} + {}^{15}_7\text{N} \rightarrow {}^{260}\text{Db} + 4{}^1_0\text{n}$	Dúbnio (Db)	EUA / URSS
$^{263}\text{Sg}_{106}$	$^{249}\text{Cf} + {}^{18}_8\text{O} \rightarrow {}^{263}\text{Sg} + 4{}^1_0\text{n}$	Seabórgio (Sg)	EUA
$^{262}\text{Bh}_{107}$	$^{209}\text{Bi} + {}^{54}_{24}\text{Cr} \rightarrow {}^{262}\text{Bh} + {}^1_0\text{n}$	Bóhrio (Bs)	Alemanha
$^{265}\text{Hs}_{108}$	$^{208}\text{Pb} + {}^{58}_{26}\text{Fe} \rightarrow {}^{265}\text{Hs} + {}^1_0\text{n}$	Hássio (Hs)	Alemanha / URSS
$^{266}\text{Mt}_{109}$	$^{209}\text{Bi} + {}^{58}_{26}\text{Fe} \rightarrow {}^{266}\text{Mt} + {}^1_0\text{n}$	Meitnério (Mt)	Alemanha
$^{269}\text{Ds}_{110}$	$^{208}\text{Pb} + {}^{62}_{28}\text{Ni} \rightarrow {}^{269}\text{Ds} + {}^1_0\text{n}$	Darmstádio (Ds)	Alemanha / Rússia
$^{272}\text{Rg}_{111}$	$^{209}\text{Bi} + {}^{64}_{28}\text{Ni} \rightarrow {}^{272}\text{Rg} + {}^1_0\text{n}$	Roentgênio (Rg)	Alemanha / Rússia
$^{277}\text{Cn}_{112}$	$^{208}\text{Pb} + {}^{70}_{30}\text{Zn} \rightarrow {}^{277}\text{Cn} + {}^1_0\text{n}$	Copernício (Cn)	Alemanha / Rússia
$^{278}\text{Nh}_{113}$	$^{209}\text{Bi} + {}^{70}_{30}\text{Zn} \rightarrow {}^{278}\text{Nh} + {}^1_0\text{n}$	Nihônio (Nh)	Japão
$^{286}\text{Fl}_{114}$	$^{242}\text{Pu} + {}^{48}_{20}\text{Ca} \rightarrow {}^{286}\text{Fl} + 4{}^1_0\text{n}$	Fleróvio (Fl)	EUA / Rússia
$^{287, 2026}\text{Mc}_{115}$	$^{243}\text{Am} + {}^{48}_{20}\text{Ca} \rightarrow {}^{287, 2026}\text{Mc} + 4{}^1_0\text{n}$	Moscóvio (Mc)	EUA / Rússia
$^{290}\text{Lv}_{116}$	$^{245}\text{Cm} + {}^{48}_{20}\text{Ca} \rightarrow {}^{290}\text{Lv} + 3{}^1_0\text{n}$	Livermório (Lv)	EUA / Rússia
$^{294}\text{Ts}_{117}$	$^{249}\text{Bk} + {}^{48}_{20}\text{Ca} \rightarrow {}^{294}\text{Ts} + 3{}^1_0\text{n}$	Tennesso (Ts)	EUA / Rússia
$^{294}\text{Og}_{118}$	$^{249}\text{Cf} + {}^{48}_{20}\text{Ca} \rightarrow {}^{294}\text{Og} + 3{}^1_0\text{n}$	Oganessônio (Og)	EUA / Rússia

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dessa forma, para elementos superpesados, como o tennesso ($Z=117$), há uma química teórica que, baseada em cálculos matemáticos, é capaz de prever possíveis estados de oxidação, distribuição eletrônica, raio atômico, densidade, pontos de fusão e ebulição e, até mesmo, possíveis compostos, tais como: TsH e TsF_3 (Kragh, 2017). Por outro lado, para transactinídeos mais leves, como rutherfórdio ($Z=104$) e dúbnio ($Z=105$), já existe uma química baseada em experimentos bem estabelecida (Kratz, 2011).

Em função dessas características, que são diferentes das apresentadas pelos elementos cisurânicos ($Z < 92$), alguns cientistas têm discutido os critérios científicos que levaram à inserção de alguns elementos químicos transurânicos na tabela periódica (Kragh, 2017).

Abordagem biográfica e fontes históricas

Neste artigo, apresentamos um esboço biográfico de dois cientistas negros e suas contribuições científicas para a síntese de elementos químicos transurânicos. “Como

gênero de escrita e análise histórica, a biografia científica é um meio eficaz para envolver os leitores nas lutas, sucessos e fracassos dos cientistas que constroem suas próprias vidas enquanto exploram e constroem conhecimento do mundo natural” (Nye, 2006, p. 329). Segundo Pereira (2023), a escrita biográfica sobre cientistas negros esbarra em dois problemas centrais: (i) destacar a relevância dos personagens; (ii) escassez de fontes históricas. Em relação ao primeiro problema, buscou-se destacar a relevância dos personagens retratados a partir de suas contribuições científicas para a síntese de elementos químicos transurânicos.

Quanto ao segundo problema, observou-se a escassez de fontes históricas relacionadas aos dados biográficos dos cientistas e sobre suas contribuições científicas. Em relação a James Andrew Harris, foi identificado apenas um artigo recente que retratou sua vida e contribuições científicas (Frederick-Frost, 2021). Sobre ele, ainda foram consultados dois esboços biográficos mais antigos (Heppenheimer, 1999; Slater, 1973). A respeito de sua contribuição para a síntese dos elementos rutherfórdio e

dúbnió, foram consultados ainda os relatos dos cientistas do *Lawrence Berkeley National Laboratory* (LBNL), onde esses transurânicos foram produzidos (Seaborg, 1969; Hoffman *et al.*, 2001).

Sobre Clarice Phelps, por ser uma cientista em atividade, a busca por fontes históricas foi mais desafiadora. Dados biográficos foram identificados a partir do site do *Oak Ridge National Laboratory* (ORNL), instituição à qual ela é filiada desde 2009 (<https://www.ornl.gov/>), e de uma reportagem do canal de notícias estadunidense CNN (Leevongcharoen, 2023). Em relação à síntese do tennesso, foi considerado o relato feito por Chapman (2019) sobre a síntese de elementos superpesados. Foram identificados ainda dois artigos nacionais recentes que destacam a contribuição de Phelps para a síntese do tennesso (Degrève *et al.*, 2024; Souza e Fernandes, 2026).

A expressão ‘esboço biográfico’ foi adotada, em contraposição ao termo ‘biografia’, por representar melhor o volume de informações apresentado sobre cada cientista. Uma biografia requer a apresentação de um maior volume de informações e a análise de mais fontes históricas.

James Andrew Harris: Rutherfordório e Dúbnió

James Andrew Harris (1932-2000) nasceu em 26 de março de 1932 em Waco, cidade do estado do Texas, nos Estados Unidos. Harris cursou o Bacharelado em Química no *Huston-Tillotson College*, uma universidade historicamente negra. Durante a graduação, concluída em 1953, Harris conheceu Helen Harris, sua esposa, com quem teve cinco filhos. Após se formar, ele teve dificuldades para encontrar um emprego na área. Nesse período, um colega recorda que “Secretárias desconfiadas se recusaram a acreditar que ele estava se candidatando a um emprego de químico e não de zelador” (Heppenheimer, 1999, p. 146).

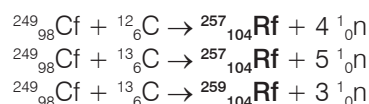
Essa é mais uma faceta da discriminação racial que não acredita que pessoas negras possam ocupar espaços de poder ou posições profissionais que desde sempre foram ocupadas por pessoas brancas (Pinheiro, 2023). A discriminação racial enfrentada por Harris, no início de sua carreira, atualmente é definida como racismo institucional. Cida Bento (2022, p. 77) descreveu o racismo institucional como: “[...] ações em nível organizacional que, independentemente da intenção de discriminar, acabam tendo impacto diferencial e negativo em membros de um determinado grupo”.

Por experiência própria, Harris acreditava que a falta de oportunidades profissionais era o principal obstáculo que os cientistas negros encontravam (Slater, 1973). Sabendo disso, ele dedicou parte da sua trajetória profissional à inclusão científica de mulheres, negros e outros grupos historicamente excluídos.

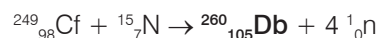
Por experiência própria, Harris acreditava que a falta de oportunidades profissionais era o principal obstáculo que os cientistas negros encontravam (Slater, 1973). Sabendo disso, ele dedicou parte da sua trajetória profissional à inclusão científica de mulheres, negros e outros grupos historicamente excluídos.

Em 1955, ele foi contratado por um laboratório de análises de radioisótopos, onde permaneceu por cinco anos. Nesse período, ele esteve envolvido na detecção de testes secretos soviéticos de armas nucleares (Slater, 1973). Em 1960, ele foi contratado pelo LBNL, vinculado à Universidade do Estado da Califórnia, onde participou de diversos projetos até compor a equipe que sintetizou dois elementos químicos transurânicos entre 1969 e 1970.

Harris era o único químico da equipe formada por cinco cientistas do LBNL. Inicialmente, ele purificou 60 µg de ^{249}Cf e preparou cerca de dez alvos que foram bombardeados no acelerador linear de íons pesados (*Heavy Ion Linear Accelerator* - HILAC) (Hoffman, 2001). A síntese dos isótopos do elemento químico transurânico de número atômico 104, depois nomeado rutherfordório (Rf), envolveu as seguintes reações nucleares:



Por sua vez, a síntese do elemento químico transurânico de número atômico 105, posteriormente denominado dúbnió (Db), envolveu a reação nuclear a seguir:



O LBNL compartilha a síntese dos elementos 104 e 105 com o *Joint Institute for Nuclear Research* (JINR) da extinta União Soviética, que também os produziu de forma independente e quase ao mesmo tempo. Na década de 1970, iniciou-se uma disputa de prioridade entre os dois laboratórios, que envolveu a proposição de nomes e símbolos para esses elementos. Em relação ao elemento 104, os estadunidenses sugeriram rutherfordório (Rf)

e os soviéticos, kurchatóvio (Ku). Quanto ao elemento 105, os cientistas do LBNL propuseram hânio (Ha) e os pesquisadores do JINR, nielsbóhrio (Ns) (Fontani *et al.*, 2015).

Essa disputa foi encerrada quando a IUPAC decidiu que os dois laboratórios deveriam ser creditados pela síntese dos dois

elementos e definiu seus nomes: rutherfordório (contemplando a sugestão de Berkeley) e dúbnió (Db) (um aceno aos soviéticos, pois homenageia a cidade de Dubna, onde se localiza a sede do JINR) (Hoffman *et al.*, 2001).

Harris colaborou com as pesquisas iniciais sobre as propriedades químicas do radioisótopo ^{261}Rf , que apresentava meia-vida de aproximadamente 70 segundos. A partir dessas pesquisas, Harris e colaboradores sugeriram a posição do rutherfordório na tabela periódica, no sétimo período e no grupo 4 (grupo do titânio) (Frederick-Frost, 2021).

Após produzirem os elementos 104 e 105, Harris e a equipe do LBNL planejavam sintetizar transurânicos da ilha de estabilidade, incluindo radioisótopos do elemento 114 (Slater, 1973). No entanto, seus planos mudaram. Harris deixou a pesquisa científica para assumir cargos administrativos em Berkeley por volta de 1976. Nessa época, ele havia finalizado o mestrado em Administração Pública na Universidade do Estado da Califórnia. Inicialmente, ele foi alocado no Escritório de Igualdade de Oportunidades dos Laboratórios de Berkeley.

Nesse escritório, ele contribuiu para que grupos sociais historicamente excluídos da produção de conhecimento científico, principalmente pessoas negras, tivessem as mesmas oportunidades acadêmicas que as demais pessoas. Isso demandou viagens de divulgação, principalmente às faculdades e universidades que atendiam predominantemente pessoas negras (Frederick-Frost, 2021). Dois anos depois, ele passou a ocupar outro cargo na área administrativa em Berkeley, mas sem relação com as questões de inclusão e democratização do acesso à Ciência. Ele permaneceu nesse cargo até sua aposentadoria em 1988.

Segundo Frederick-Frost (2021, p. 1247), hoje em dia, “A falta de conhecimento detalhado sobre o que Harris fez [síntese de dois elementos transurânicos], associada a seu envolvimento em iniciativas de diversificação, pode ter levado à suposição de que ele foi incluído [na equipe de cientistas do LBNL] devido à sua cor de pele”. Nesse sentido, é importante destacar que a contratação de Harris pelo LBNL não ocorreu por ele ser negro, mas por sua experiência com a análise de amostras de substâncias radioativas (Slater, 1973).

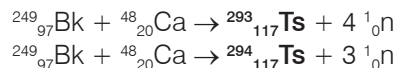
Mais uma vez, verifica-se uma tentativa de minimizar as contribuições científicas de pessoas negras. Daí a necessidade de reafirmar sempre que pessoas negras, como James Andrew Harris, apesar dos inúmeros desafios, contribuíram para o desenvolvimento científico e tecnológico (Menon, 2021).

Clarice Phelps: Tennesse

Clarice Phelps nasceu em 1981 em Minneapolis, Minnesota, Estados Unidos. Desde criança, ela se interessava por Ciências. Phelps concluiu o bacharelado em Química na Universidade do Estado do Tennessee em 2003. Ela é mestre em engenharia mecânica com ênfase em engenharia nuclear e radiação pela Universidade do Texas, Austin. Recentemente, ela recebeu o título de PhD em Engenharia Nuclear pela Universidade do Estado do Tennessee.

Antes de ingressar no ORNL, ela participou do Programa de Energia Nuclear da Marinha dos EUA, que opera reatores nucleares em submarinos e porta-aviões. Ela passou cerca de cinco anos a bordo do porta-aviões *USS Ronald Reagan*.

Em 2009, Phelps foi contratada pelo ORNL como técnica de operações nucleares, processando e purificando radioisótopos. No ano seguinte, ela foi para a Divisão de Segurança Nuclear e Tecnologia de Isótopos, onde fez parte da equipe que purificou os átomos de ^{249}Bk usados na síntese do elemento 117, tennesso:



A purificação do ^{249}Bk durou cerca de três meses. Em seguida, esse radioisótopo foi levado para o reator nuclear do JINR na Rússia, onde foi realizada a fusão com íons ^{48}Ca . Os átomos de ^{249}Bk também foram utilizados nos experimentos que confirmaram a síntese do elemento superpesado de número atômico 115, denominado moscóvio (Chapman, 2019).

Apesar dessas contribuições científicas, Phelps foi excluída das comemorações em alusão à síntese do tennesso.

Seu nome não constava na lista de convidados de honra do jantar de gala nem na placa dos cientistas do ORNL homenageados. Após seu nome ser incluído na lista de convidados no último instante, Phelps afirmou que, durante o jantar, se sentiu envergonhada a ponto de sair do evento e chorar (Leevongcharoen, 2023).

Em resposta ao canal de notícias CNN dos EUA, a direção do ORNL informou que o erro na placa dos cientistas homenageados foi rapidamente corrigido e que tem muito orgulho de Phelps (Leevongcharoen, 2023). Phelps confirmou a inclusão de seu nome na placa.

Isso evidencia mais um episódio caracterizado como racismo institucional que tenta apagar as contribuições e o reconhecimento profissional de pessoas negras, como Clarice Phelps e James Andrew Harris. Apesar do racismo institucional, as pessoas negras resistem na ciência, mesmo sujeitas a diversas formas de discriminação e à segregação vertical que as exclui ao longo da progressão da carreira acadêmica (Menon, 2021).

Em 2019, em comemoração aos 150 anos da tabela periódica proposta pelo químico russo Dmitri Mendeleiev (1834-1907), a IUPAC selecionou jovens nomes que se destacaram na Química mundial para representar elementos químicos, escolhidos de forma aleatória. Foi nesse contexto que o nome de Clarice Phelps apareceu na Tabela Periódica de Jovens Químicos, representando o einstênio (Es). Ela foi reconhecida por seu comprometimento com a pesquisa científica e pela defesa da diversidade na ciência (IUPAC, 2025).

Atualmente, as pesquisas desenvolvidas por Phelps se concentram na purificação de transactínídeos com aplicações na medicina e na indústria (ORNL, 2025).

Em 2009, Phelps foi contratada pelo ORNL como técnica de operações nucleares, processando e purificando radioisótopos. No ano seguinte, ela foi para a Divisão de Segurança Nuclear e Tecnologia de Isótopos, onde fez parte da equipe que purificou os átomos de ^{249}Bk usados na síntese do elemento 117, tennesso.

Implicações para o Ensino de Química

A síntese de elementos químicos transurânicos pode ser explorada no ensino de Química para abordar diversos conceitos. Ao explicar que os cientistas afro-americanos James Andrew Harris e Clarice Phelps participaram das equipes que sintetizaram os radioisótopos $^{257}_{104}\text{Rf}$ / $^{259}_{104}\text{Rf}$ e $^{293}_{117}\text{Ts}$ / $^{294}_{117}\text{Ts}$, o(a) professor(a) pode abordar os seguintes conceitos: elemento químico transurânico, número atômico, número de massa, isótopos, etc. Alinhada à abordagem conceitual, recomenda-se incluir discussões sobre a presença de cientistas negros na síntese de elementos químicos. Isso pode ser feito a partir de uma narrativa que destaque não apenas os méritos, mas também os desafios encontrados apenas por serem cientistas negros.

A localização de elementos químicos na tabela periódica pode ser explicada utilizando os elementos sintetizados por Harris e Phelps como exemplos. Nesse sentido, pode-se explicar o que são grupos (ou famílias) e períodos a partir da localização do rutherfordio (grupo 4, sétimo período), dúbnio (grupo 5, sétimo período) e tennesso (grupo 17, sétimo período). Articulado a isso, pode ser discutida a participação das mulheres na descoberta de elementos químicos e destacar a contribuição de Clarice Phelps enquanto mulher negra, enfatizando a sobreposição entre duas linhas de opressão: raça e gênero. A sobreposição entre diferentes opressões (raça, gênero, classe, etnia, etc.) é chamada de interseccionalidade (Collins e Bilge, 2020).

Essas possibilidades não esgotam as potencialidades desse tema para articular o conhecimento químico com as questões raciais. O(a) professor(a) pode inserir a síntese de elementos transurânicos alinhada à educação para as

relações étnico-raciais (ERER) em estratégias didáticas que contribuam para a construção de conhecimentos científicos e de atitudes antirracistas pelos(as) estudantes.

Considerações finais

Cientistas negros(as) contribuíram de diversas formas para o desenvolvimento da Química, contudo seus nomes e descobertas ainda são pouco conhecidos. Um exemplo disso são as contribuições científicas e os nomes de James Andrew Harris e de Clarice Phelps. Nesse sentido, é necessário alinhar o ensino de Química com a ERER, visando desconstruir preconceitos por meio de estratégias didáticas antirracistas que valorizem os conhecimentos produzidos por grupos sociais que foram historicamente excluídos do trabalho científico, tais como negros(as), quilombolas e indígenas.

Material suplementar

O Material suplementar a este trabalho está disponível em https://qnesc.s bq.org.br/online/prelo/QNEsc_95-25_MS.pdf, na forma de arquivo PDF, com acesso livre.

Richard Oliveira Sintra (sintraqf@gmail.com) é licenciado em Química e aluno do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) pela UFRPE. Atualmente é professor da rede pública e privada da região de Juazeiro do Norte, Ceará-BR. **Lucas dos Santos Fernandes** (lucas.fernandes@univasf.edu.br) é licenciado em Química e mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela UFRPE. É doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela UFBA/UEFS. Atualmente é Professor Adjunto do colegiado de Ciências da Natureza, *campus* Serra da Capivara, da UNIVASF e Professor Colaborador do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQU-UFRPE).

Referências

- BENSAUDE-VINCENT, B. e STENGERS, I. *História da Química*. Campinas: Editora da Unicamp, 2023.
- BENTO, C. *O pacto da branquitude*. São Paulo: Companhia das Letras, 2022.
- CARNEIRO, S. *Dispositivo de racialidade: A construção do outro como não ser como fundamento do ser*. Rio de Janeiro: Zahar, 2023.
- CHAPMAN, K. *Superheavy: making and breaking the periodic table*. Londres: Bloomsbury, 2019.
- CHAPMAN, K. The transuranic elements and the island of stability. *Philosophical Transactions A*, v. 378, p. 1-15, 2020.
- COLLINS, P. H. e BILGE, S. *Interseccionalidade*. São Paulo: Boitempo, 2020.
- DEGRÈVE, G. M. S.; SARAIVA, G. R. e SOUZA, N. O. Super trunfo científico “mulheres e a tabela periódica”: motivação para futuras cientistas. *Química Nova na Escola*, v. 46, n. 4, p. 629-638, 2024.
- FIGUEIRÔA, S. F. M. Postcolonial and decolonial historiography of science. In: CONDÉ, M. L. e SALOMON, M. (eds.). *Handbook for the Historiography of Science*. Cham: Springer, 2023.
- FONTANI, M.; COSTA, M. e ORNA, M. V. *The lost elements*:

The periodic table's shadow side. New York: Oxford University Press, 2015.

FREDERICK-FROST, K. The life and career of James Andrew Harris: let's ask more of history. *Journal of Chemical Education*, v. 98, n. 4, p. 1242-1248, 2021.

HEPPENHEIMER, T. A. James Andrew Harris. In: KRAPP, K. (Org). *Notable black american scientists*. Farmington Hills: Gale Research, 1999.

HOFFMAN, D. C.; GHIORSO, A. e SEABORG, G. T. *The transuranium people: the inside history*. London: Imperial College Press, 2001.

HOOK, E. B. Dissonância interdisciplinar e prematuridade: a sugestão de Ida Noddack de fissão nuclear. In: HOOK, E. B. (Org.). *Prematuridade na descoberta científica*. São Paulo: Perspectiva, 2007.

IUPAC. *Periodic Table of Younger Chemists*. Clarice Phelps. 2019. Disponível em: <https://iupac.org/100/chemist/clarice-phelps-es/>, acesso em nov. 2025.

KRAGH, H. On the ontology of superheavy elements. *Substantia*, v. 2, n. 1, p. 7-17, 2017.

KRAGH, H. *From transuranic to superheavy elements: a story of dispute and creation*. Cham: Springer, 2018.

KRATZ, J. V. Chemistry of transactinides. In: VÉRTES, A.; NAGY, S.; KLENCSÁR, Z.; LOVAS, R. G. e RÖSCH, F. (ed.).

Handbook of Nuclear Chemistry. 2ª ed. Nova York: Springer, 2011.

LEEYONGCHAROEN, C. *How the first black woman to help discover an element 'claimed a seat at the periodic table'*. CNN. 2023. Disponível em: <https://edition.cnn.com/2023/02/07/us/clarice-phelps-tennessine-element-117-scn-ctpr>. Acesso em nov. 2025.

MENON, B. R. K. The missing colours of chemistry. *Nature Chemistry*, v. 13, p. 101-106, 2021.

MOODY, K. J. Synthesis of superheavy elements. In: SCHÄDELL, M. e SHAUGHNESSY, D. (ed.). *The chemistry of superheavy elements*. 2ª ed. Heidelberg: Springer, 2014.

NODDACK, I. Über das element 93. *Angewandte Chemie*, v. 47, n. 37, p. 653-655, 1934.

NYE, M. J. Scientific biography: history of science by another means? *Isis*, v. 97, n. 2, p. 322-329, 2006.

ORNL. Clarice Phelps. Disponível em: <https://www.ornl.gov/staff-profile/clarice-e-phelps>. Acesso em nov. 2025.

PEREIRA, L. S. José Custódio da Silva (1897-1933): a trajetória de um químico negro e suas contribuições para a química brasileira no início do século XX. *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 16, n. 1, p. 198-216, 2023.

PINHEIRO, B. C. S. *Como ser um educador antirracista*. 5ª ed. São Paulo: Planeta do Brasil, 2023.

SEABORG, G. T. *Os elementos transurânicos sintetizados pelo homem*. São Paulo: Edgard Blücher, 1969.

SLATER, J. Putting soul into science: black nuclear chemist searches for elusive superheavy elements. *Ebony*, v. 28, n. 7, p. 144-150, 1973.

SOUZA, J. M. C. e FERNANDES, L. S. As mulheres cientistas e a descoberta de elementos químicos. *Química Nova na Escola*, v. 48, n. 1, p. 67-73, 2026.

SWINNE, R. Das periodische System der chemischen Elemente im Lichte des Atombaus. *Zeitschrift für technische Physik*, v. 7, p. 166-180, 205-216, 1926.

Abstract: *Scientific contributions of James Andrew Harris and Clarice Phelps to the synthesis of transuranic chemical elements.* The biographies and scientific contributions of black people are rarely explored in chemistry education. In contrast to this reality, this paper aims to present a biographical outline and the contributions of African-American scientists James Andrew Harris and Clarice Phelps to the synthesis of transuranic chemical elements. Harris participated in the synthesis of the elements rutherfordium and dubnium. Phelps was part of the team that produced tennessine. In common, besides the synthesis of transuranic elements, the trajectories of these scientists were marked by episodes of racial discrimination. It is hoped that this work will be used by chemistry teachers to address scientific concepts and foster discussions about ethnic-racial relations in science.

Keywords: transuranic elements, James Harris, Clarice Phelps, anti-racism