

As garotas do rádio e sua busca por justiça e dignidade: possibilidades de abordagens históricas para o ensino de ciências

Radium girls and their search for justice and dignity: possibilities for historical approaches for science teaching

Karel Leal | Universidade de São Paulo

karelpontes@yahoo.com.br

<https://orcid.org/0000-0002-6559-9793>

Thais Cyrino de Mello Forato | Universidade Federal de São Paulo

thais.forato@unifesp.br

<https://orcid.org/0000-0001-6546-8833>

RESUMO Nas primeiras décadas do século XX foram lançados vários produtos comerciais que incluíam o uso da radioatividade, como os relógios com mostradores que brilham no escuro, que fizeram muito sucesso. Jovens operárias que trabalharam na linha de produção desses objetos adoeceram e, em seguida, protagonizaram uma luta por diagnósticos corretos, tratamento médico e indenizações trabalhistas. A empresa United States Radium Corporation (USRC), de Nova Jersey (EUA), contratou um médico para defender a utilização do rádio na indústria, profissional que também distribuiu exames com falsos negativos a várias mulheres. O relato sobre esse episódio histórico norteia-se pela prática historiográfica que busca uma interpretação contextualizada de fontes primárias e secundárias, reconhecendo que a escrita da história não é neutra. Assume-se uma posição de denúncia de injustiças e uma narrativa não neutra sobre questões de gênero e de classe social. A narrativa oferece possibilidades para aliar as abordagens históricas das ciências e as discussões em ciência, tecnologia e sociedade na formação de professores, exemplificando questões conceituais, tecnológicas, éticas e econômicas, dentre outros aspectos das práticas científicas e sociais do contexto abordado. Esse recorte histórico permite, também, discussões sobre a natureza

das ciências na perspectiva da educação para os direitos humanos e para uma ética da razão cordial, explicitando injustiças decorrentes de desigualdades econômicas e desequilíbrios entre forças sociais como as que ocasionaram a falta de apoio àquelas mulheres.

Palavras-chave garotas do rádio – história das ciências – natureza das ciências – ensino de ciências – radioatividade.

ABSTRACT *In the first decades of the 20th century several commercial products were launched that included the use of radioactivity, such as the glow-in-the-dark watches, which were very successful. Young female workers who worked on the production line of these objects fell ill, and then led a struggle for correct diagnoses, medical treatment, and labor compensation. The United States Radium Corporation (USRC) of New Jersey (USA) hires a physician to defend the use of radium in the industry, who also distributed tests with false negatives to several women. The report of this historical episode is guided by the historiographic practice that seeks a contextualized interpretation of primary and secondary sources, recognizing that the writing of history is not neutral. It assumes a position of denouncing injustices and a non-neutral narrative on gender and social class issues. The narrative offers possibilities to combine historical approaches to science and discussions in Science, Technology, and Society in teacher training, exemplifying conceptual, technological, ethical, and economic issues, among other aspects of the context's scientific and social practices. This approach also allows for discussions on the nature of sciences from the perspective of education for human rights and ethics of cordial reason, making explicit injustices arising from economic inequalities and imbalances between social forces such as those that caused the lack of support for those women.*

Keywords *radium girls – history of sciences – nature of sciences – science teaching – radioactivity.*

Introdução

Ao longo da história da humanidade, diferentes episódios ficaram marcados por demonstrar a fragilidade da vida. Guerras, desastres naturais, acidentes relacionados a problemas técnicos e erros de profissionais são exemplos de aprendizados que tivemos ao longo dos séculos. Mais recentemente, a partir do final do século XIX, o desenvolvimento dos estudos sobre os elementos radioativos e a radioatividade criou uma categoria nova de desastres.

Desde então, vários eventos ocasionados por algum descontrole no manuseio desses materiais se tornaram conhecidos. Em certa perspectiva, a morte de Marie Skłodowska Curie (1867-1934), pode ser considerada como acidente. Esta mulher cientista, ganhadora de dois prêmios Nobel, é bastante conhecida na história da radioatividade e faleceu em decorrência de uma leucemia causada pela exposição aos elementos radioativos com os quais trabalhava (Tarnowski, 2020). Não temos informações se alguma outra pessoa que frequentava o laboratório, ou que a auxiliava em suas pesquisas, teria também adoecido. Em geral, auxiliares e ajudantes tornaram-se pessoas invisíveis ao longo da história das ciências (Moura e Guerra, 2016). Outros acidentes – como o de Chernobyl, em 1986, na antiga União Soviética, o do Césio 137 no Brasil, em 1987, e o de Fukushima no Japão, em 2011 –, são exemplos de grandes tragédias causadas por problemas naturais, desconhecimento ou desatenção aos cuidados com elementos radioativos.

Infelizmente, existiram, também, eventos relacionados à radioatividade que geraram descontrole no uso desses materiais de forma dolosa. A liberação das bombas nucleares em Hiroshima e Nagasaki, em 1945, pode ser considerado o exemplo mais conhecido. Entretanto, a exploração

de jovens mulheres com exposição diária à radioatividade também pode ser considerado um episódio nefasto da história da radioatividade (Lima, Pimentel, Afonso, 2015).

O presente artigo apresenta uma narrativa para esse episódio da história da radioatividade, conhecido como o das garotas do rádio (ou *radium*), pouco discutido em periódicos em língua portuguesa. A narrativa retrata aspectos do desenvolvimento histórico dos conhecimentos sobre a radioatividade, de sua interação com o corpo humano e do seu uso em produtos comerciais. Isso permite destacar inúmeros aspectos das práticas científicas e sociais do contexto abordado (Moura e Guerra, 2016). O objetivo é oferecer possibilidades para a utilização do tema na formação de professores de ciências, promovendo também discussões sobre a natureza das ciências na perspectiva da educação para os direitos humanos (Allchin, 2013; Forato, Bagdonas, Testoni, 2017; Oliveira e Queiroz, 2013; Cortina, 2007).

Essa narrativa ressalta as questões éticas que permearam as escolhas dos cientistas em suas pesquisas, a influência econômica nos estudos sobre a contaminação por rádio, a diferença de tratamento que personagens de um episódio histórico podem receber por serem homens ou mulheres, entre outros. Tais nuances permitem diferentes possibilidades de abordagem no ensino de ciências e a história apresentada busca oferecer material para pautar atividades. Nos documentos sobre o episódio histórico das garotas do rádio observam-se evidências de que várias mulheres tiveram seus direitos alienados em ambientes profissionais insalubres. Assim, busca-se apresentar uma perspectiva para a discussão sobre o tema, que pode ser enriquecedora na formação de professores. Em diferentes alternativas, é possível relacionar o assunto com a discussão sobre os direitos humanos, abordada, por exemplo, em Oliveira e Queiroz (2013). Ou com a ética da razão cordial de Adela Cortina (2007), que versa sobre a importância da voz e a luta pela diminuição das injustiças, em uma racionalidade que inscreva aspectos afetivos, e que inclua a responsabilidade e o cuidado com o outro.

Essa história começou em 1917, no estado de Nova Jersey, nos Estados Unidos. Uma empresa de pintura de mostradores e ponteiros de relógios fazia uso de sais radioativos para gerar um efeito de brilho no escuro. Muitas jovens mulheres foram contratadas na fabricação desses objetos por suas habilidades manuais, pelo baixo valor da sua mão de obra e pela escassez de homens disponíveis no mercado profissional, por conta da Primeira Guerra Mundial, ainda em curso (Martland, 1929).

As mulheres contratadas recebiam seus salários calculados a partir da sua produtividade. Quanto mais ponteiros e marcadores fossem pintados, mais dinheiro elas conseguiriam receber. Para agilizar o serviço, elas eram orientadas por supervisores a lambem a ponta dos pincéis utilizados, para afiná-los e ganhar precisão na pintura. Ao longo do tempo, várias delas apresentaram doenças. Problemas em articulações, tumores em diferentes partes do corpo, deformações na mandíbula e em outros ossos do rosto e, principalmente, necroses tão profundas que os ossos da boca se desmanchavam ou quebravam com o mais sutil toque dos médicos (Evans, 1933; Martland, 1929; Kovarick, 2002; Moore, 2016).

Empresa responsável pela contratação dessas jovens, a United States Radium Corporation (USRC), sabia dos problemas gerados pela exposição dessas jovens à radioatividade, no mínimo, desde 1925, com a publicação de Frederick Hoffman (1865-1946) de estatísticas sobre necroses causadas pelo rádio (1925). Mesmo sabendo dos eventuais perigos, a empresa contratou um médico para sustentar uma defesa da utilização do rádio na indústria e manteve os postos de trabalho por alguns anos. Tal médico, inclusive, se voluntariou a tratar de possíveis vítimas da

empresa e distribuiu exames com falsos negativos a um número não rastreável de mulheres. Muitas delas sequer souberam do mal que as afligia (Martland, 1929).

Mesmo com essa atuação em favor da empresa, cinco mulheres entraram na Justiça contra a USRC e buscaram seus direitos ao pedir indenização pelos danos às suas saúdes. Em determinado momento, a imprensa começou a apoiar a ação e um acordo foi costurado entre as partes. Uma pessoa importante na construção desse acordo foi um juiz que não participava do caso, mas que já havia sido acionista da USRC (DeVillie e Steiner, 1997; Kovarick, 2002).

Como mencionado, é um episódio trágico da história das ciências que pode ser também didático na discussão sobre o desenvolvimento científico e seus percalços. São vários os fatores que podem ser utilizados para contextualizar esse episódio histórico num ambiente de ensino de ciências. Questões tecnológicas, éticas, relacionadas à economia e ao desenvolvimento sustentável, aspectos sociais e sobre os direitos humanos emergem, quando avaliamos como o desenvolvimento científico influencia e é influenciado por aspectos sociais e econômicos de um determinado contexto histórico, a partir da discussão sobre esse tema.

Perspectiva historiográfica para a construção da narrativa histórica

As interpretações de fatos históricos, por meio de fontes históricas disponíveis, comumente apresentam algumas divergências e/ou complementos, dependendo da pergunta que se faz ao objeto de análise, do olhar específico de quem realiza uma pesquisa e dos valores envolvidos nesse exercício de analisar um acontecimento (Canguilhem, 1977). Conforme aponta D'Ambrósio (2004, p. 167), "a interpretação das fontes depende de ideologia, na forma de uma filosofia da história, que é um ingrediente central da historiografia". Qualquer fato histórico está inscrito em um contexto cultural amplo e extremamente complexo, requerendo que se façam escolhas sobre qual enfoque será estudado. Segundo Martins (2010, p. 7), "a partir do caos histórico, o historiador cria uma ordem compreensível, através de um processo de seleção daquilo que é descrito pelas conexões que ele próprio inventa". Para esse historiador da ciência, mesmo que essa seleção seja criteriosa e siga uma metodologia historiográfica atual, é impossível não haver a omissão de muitos aspectos, ocasionando uma grande simplificação da complexidade histórica.

Isso não significa a inexistência de princípios que norteiam a prática historiográfica, intrínsecos ao fazer profissional, quanto à busca pela interpretação contextualizada das fontes primárias e o diálogo crítico com as fontes secundárias, por exemplo, como descritos por Lilian Martins (2005) e Forato (2008). É na confluência de princípios e metodologias validadas pela comunidade especializada de historiadores das ciências e de elementos dinâmicos de contextos culturais, sociais e temporais, que a prática historiográfica se movimenta, como mencionado por Pestre (1996, p. 47):

[...] É a multiplicidade de princípios dos grandes relatos que é reivindicada, é a ideia de que não haverá mais um relato único, um relato evidente, autossuficiente e inquestionável da "História das ciências". Porque nos afastamos das viseiras da epistemologia, de um lado, porque sabemos que não é possível uma história total, de outro, e porque se admite [...] que o historiador tem que definir suas questões e seus instrumentos, histórias múltiplas,

diferentes, paralelas e se recobrando (mas nenhuma organizada em torno de uma questão, de uma prática, de uma conexão diferente) se tornam legítimas.

A partir de uma frutífera diversidade de olhares, do trabalho coletivo de diversas interpretações e diferentes recortes para um fato histórico vamos aumentando nosso conhecimento sobre episódios da história das ciências (Martins, 2004).

As particularidades que são resultado das escolhas do historiador dependem, também, de acesso às fontes de informação. Ogilvie (2016) comenta o processo de construção de pesquisas históricas ou historiográficas no período de digitalização dos documentos primários como manuscritos, cartas, rascunhos, entre outros. Ao longo do texto, o autor propõe uma reflexão sobre quais são as pessoas que realizam esse processo de tornar digital e assim, de certa forma, expandir o número de pessoas com acesso a um documento histórico. Essas pessoas, como todas no mundo, têm valores e ideologias e podem, dentro de seus trabalhos, decidir digitalizar um trabalho em detrimento de outro. Adiantar o compartilhamento de uma linha de pesquisa que o agrada, por exemplo, e atrasar algo que o contradiga. Durante a redação do recorte histórico aqui apresentado, este trabalho foi favorecido pela digitalização de diversos trabalhos das décadas de 1920 e 1930. Entretanto, um dos artigos mais citados, por vários dos trabalhos lidos, não pôde ser encontrado na internet até o momento. Ele está catalogado e existe, porém não foi possível ter acesso a ele até agora.¹

Nesse sentido, é justo enaltecer o trabalho de profissionais que se empenham em prol da divulgação de documentos antigos, ao mesmo tempo em que é possível refletir sobre tal processo. A partir das possibilidades que essas digitalizações permitiram, foram utilizadas fontes primárias como cartas, demonstrativos financeiros e trabalhos de profissionais que estavam no centro das pesquisas referentes ao recorte abordado (Blum, 1924; Hoffman, 1925; Flinn, 1926a; Martland, 1929; Evans, 1933, entre outros²). Fontes secundárias mais recentes também foram utilizadas na composição do texto, no confronto de interpretações, de fatos e de números, entre outras informações (DeVille e Steiner, 1997; Kovarick, 2002; Moore, 2016).

Considerando que a escrita da história também não é neutra, importa admitir que, no mundo de hoje – em que se vive um grito cada vez maior de corpos, de sujeitos e de setores que buscam, corretamente, seu espaço de voz e representatividade na sociedade –, foi abandonado um caráter unicamente crítico e reflexivo para adicionar uma posição de denúncia e de defesa do grupo injustiçado, buscando uma reflexão ética de uma razão cordial (Cortina, 2007). No caso das garotas do rádio, há mulheres que tiveram seus corpos expostos a uma substância nociva sem quaisquer possibilidades de proteção, sendo sonegadas, inclusive, informações sobre os perigos do seu processo de trabalho, além de terem seus exames médicos manipulados. Observam-se injustiças em função de gênero e classe social (Lima, 2019).

Desde o início dessa pesquisa, com a escolha do tema, ficou decidido demonstrar nessa narrativa um sentimento de empatia pelas garotas que foram vítimas de um sistema que privilegiava quem consome e açoita quem de fato produz. Por esse motivo, também foi utilizado um referencial historiográfico feminista apresentado por Lima (2019) em que se assume uma

1 Castle, W.B; Drinker, K.H; Drinker, C.K. Necrosis of the jaw in workers employed in applying a luminous paint containing radium. *Journal of Industrial Hygiene*, Baltimore, Aug. 1925.

2 [Records Related to Radium Dial Painters \(archives.gov\)](#). Nesse arquivo é possível acessar milhares de documentos relacionados ao recorte histórico da USRC. Acesso em: 9 abr. 2021.

narrativa não neutra sobre questões de gênero, que expõe as diferenças de tratamento em relação ao nível de privilégio das pessoas envolvidas na história.

Por esse percurso metodológico, nossa pesquisa pretende narrar fatos da história do desenvolvimento da ciência. [...] Como o diálogo é com a crítica feminista, concordando com Hemmings (2009, p. 217), a preocupação é com a política do presente, não com a 'verdade' do passado. "Toda história acontece no presente, pois fazemos e refazemos histórias sobre o passado para legitimar determinado presente" (Lima, 2019, p. 26).

Nesse sentido, considerando que a metodologia de pesquisa pauta-se na revisão bibliográfica de documentos que são selecionados, analisados e interpretados mediante o contexto sócio-histórico e dos valores de seus autores, buscou-se explicitar fatores possivelmente tendenciosos nessa pesquisa, como o interesse pelas questões de gênero, a explicitação de injustiças decorrentes de desigualdades econômicas e dos desequilíbrios entre forças sociais que ocasionaram a falta de apoio àquelas mulheres, tendo em vista a violação dos direitos humanos das garotas do rádio.

Uma narrativa sobre as Garotas do Rádio

No início do século XX, após o descobrimento do elemento rádio, em 1898, desenvolveu-se uma grande corrida para minerar esse material. O potencial mercadológico e comercial desses elementos radioativos provocou inúmeros casos de trabalhadores e consumidores com doenças provenientes de exposição às radiações. Nas duas primeiras décadas do século XX, diversos produtos tiveram rádio adicionado com o objetivo de produzir materiais que brilham no escuro, por exemplo, em relógios e, até mesmo, em águas para consumo humano, em vários tipos de cosméticos e materiais de limpeza, além de tônicos que deveriam revigorar os homens, como os exemplos da Figura 1 (Lima, Pimentel, Afonso, 2015; Gunderman e Gonda, 2015).



Figura 1: Produtos cuja elaboração inclui material radioativo. À esquerda um tônico revigorante e, à direita, anúncio de chocolate radioativo.

Fonte: Revista *Galileu*, 30 jan. 2018.³

3 Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2018/01/8-objetos-inofensivos-que-foram-produzidos-com-material-radioativo.html>. Acesso em: 13 set. 2021.

Entre os primeiros produtos com radioatividade agregada estão os relógios com ponteiros que brilham no escuro. Tais artefatos começaram a ser produzidos na Europa, principalmente na Alemanha e na Suíça, lugares onde os relógios atraíam olhares curiosos sobre essa novidade científica. Por conta das dificuldades para a produção de tintas que brilhassem no escuro, o que aumentava significativamente o preço dos relógios, o uso dessas peças não se tornou tendência nesses países entre os anos de 1908 e 1912, circulando apenas em classes mais abastadas. Esse tipo de produto chegou aos EUA apenas em 1913, com a descoberta de minas de rádio no território desse país. Por lá, se desenvolveu uma grande indústria de extração e tratamento de sais radioativos para uso em produtos fosforescentes. As fábricas de tintas e produtos que brilham no escuro se desenvolveram a ponto de empregar milhares de pessoas, ao longo dos anos que se seguiram (Martland, Conlon, Knef, 1925). Em 1918, por exemplo, estima-se que 95% de todo rádio minerado nos Estados Unidos foi utilizado nesse tipo de negócio (Moore, 2016).

O crescimento da produção manifesta o sucesso dessa iniciativa em solo estadunidense. Em 1913, ano de lançamento, o número de relógios vendidos bateu os 8.500 e, quatro anos depois, alcançou 2.200.000 unidades. Tais acessórios viraram peça de importação em diferentes países, tendo 560 mil sido exportados em 1919. Em 1925, a indústria chegou a alcançar o número de 5.500 relógios produzidos por dia (Martland, 1929⁴).

O atrativo para o público em geral, a respeito desses produtos, pode ser discutido por diferentes vieses. Um deles é a descoberta recente dos elementos radioativos. Marie Skłodowska Curie (1867-1934) foi laureada, em 1911, com o prêmio Nobel de química por ter isolado o elemento rádio. Essa novidade valorizou os produtos pela alta dificuldade de se isolar tal elemento e, com isso, agregou a ele expressivo valor financeiro. No início da década de 1920, por exemplo, um miligrama de rádio chegou a custar US\$120. Em valores atuais, essa mesma quantidade de rádio custaria mais de US\$2.300. O valor desse elemento chegou a superar dez mil vezes o da platina e algumas pessoas investiram nele como se compra ouro atualmente (Lima, Pimentel, Afonso, 2015; Moore, 2016).

Com a valorização do elemento e o desenvolvimento de uma indústria de produtos que brilham no escuro, algumas fábricas de relógios foram instaladas em alguns lugares dos EUA. A mais famosa era localizada na cidade de Orange, no condado de Essex, em Nova Jersey. Fundada em 1917, com o nome de Radium Luminous Material Corporation, foi renomeada pouco tempo depois como United States Radium Corporation (USRC) (Figura 2) e se fez presente em um local em que parte significativa das pessoas era imigrante. Em função de muitos homens estarem lutando na Primeira Guerra Mundial, jovens mulheres com idade a partir de 16 anos, majoritariamente, eram contratadas para trabalhar nos estúdios de pintura de mostradores e ponteiros de relógio. Essas mulheres, que precisavam ajudar com as despesas da casa, viam apenas vantagens nesse tipo de trabalho. Nele, conseguiam faturar de 35 a 42 dólares por semana (Moore, 2016; Martland, 1929). Esse valor corresponderia a mais de 800 dólares atualmente.⁵

4 Harrison Martland foi o patologista, funcionário público local, que trabalhou no diagnóstico e na análise de autópsias de algumas das garotas do rádio. O artigo citado, de 1929, é um texto muito importante, pois descreve os sintomas de dezenas de vítimas, os métodos utilizados para aferir a existência de envenenamento por radioatividade e um histórico das pesquisas que levaram à conclusão das doenças ligadas ao trabalho que exerciam e ao elemento químico que manipulavam. Tais aspectos serão retomados oportunamente.

5 Cotação simulada em: <https://www.clubedospoupadores.com/simulador-inflacao-dolar>. Acesso em: 3 set. 2021.



Figura 2: Fachada da fábrica da United States Radium Corporation.

Fonte: Blog Carl Willis.⁶

Ainda em 1917, durante a Primeira Guerra Mundial, a empresa celebrou um acordo com a Marinha dos EUA para prover relógios que brilham no escuro e outros artefatos que poderiam gerar vantagem às tropas em combate noturno. Esse foi, também, um dos motivos para a ampliação das vendas ao longo dos anos e também para a colocação da companhia em cenário nacional (Moore, 2016).

Além desses fatores, como mencionado, o rádio era um grande atrativo da sociedade por ser um elemento novo e já retratado como grande descoberta científica, capaz de solucionar problemas de saúde. Para pessoas pobres, atuar nesse tipo de emprego era uma forma de se aproximar dessa novidade, visto o alto valor agregado ao novo elemento químico.



Figura 3: Interior da fábrica da United States Radium Corporation durante o expediente de várias mulheres.

Fonte: Portal Zheit.⁷

6 Disponível em: [U.S. Radium, Then and Now | Special Nuclear Material \(wordpress.com\)](https://www.wordpress.com). Acesso em: 13 set. 2021.

7 Disponível em: <https://zheit.com.br/post/radium-girls-na-i-guerra>. Acesso em: 13 set. 2021.

Os rendimentos dessas pintoras eram calculados a partir de sua produtividade. Quanto mais ponteiros e mostradores fossem pintados, mais dinheiro elas recebiam. Nesse contexto, a elas era permitido almoçar próximo às suas bancadas para comer durante o expediente. Outro método utilizado para aumentar a produtividade era passar o pincel pelos lábios das pintoras.

O costume de passar o pincel na boca, com resquícios de tinta radioativa, chamado de *lip-pointing*, permite um traço mais fino dos pincéis e, ao mesmo tempo, economiza material. Questionados sobre possíveis perigos a respeito da ingestão ou contato do produto com os lábios, os responsáveis pela companhia afirmavam categoricamente que não existia qualquer perigo relacionado à presença de rádio na fórmula. Com essa segurança postulada, as mulheres aproveitavam o trabalho com esse ingrediente para usar a tinta de forma lúdica. Há relatos de que essas moças passavam a tinta nos dentes, no rosto, no cabelo e nas roupas com a intenção de surpreender familiares e namorados após o expediente (Moore, 2016).

Nesse processo, a ingestão de tinta é algo inerente ao trabalho. Em dois momentos, Martland, Conlon e Knef, (1925) chegaram a estimar a quantidade de tinta e, conseqüentemente, de material radioativo engolido por cada uma delas.

Em 1922, uma mulher de vinte anos foi reportada à gestão de saúde local como vítima de envenenamento por fósforo. Ela havia trabalhado na companhia como pintora de ponteiros de relógios por dois anos e meio, entre 1917 e 1920, tendo deixado o emprego há mais de um ano. No fim do ano anterior, 1921, ela extraiu um dente em um dentista de sua região, entretanto, o local não se curava, gerando dor e inflamação. Após algum tempo, ela foi a um especialista para fazer um exame de raios X. A partir do laudo, foram removidos outros dentes da parte da frente da boca e também alguns ossos da mandíbula. Não se observou necrose pelas imagens. Ela foi internada diversas vezes entre dezembro de 1922 e os primeiros meses do ano seguinte. Em algumas dessas oportunidades, recebeu transfusão de sangue, porém, o estado anêmico em que se encontrava não melhorava (Martland, 1929).

Seus sintomas apareceram três anos e meio após o início do trabalho na fábrica e um ano após deixar o emprego. Ela faleceu pouco depois de um ano após os primeiros sintomas. Em seu certificado de óbito foi registrado morte por envenenamento por fósforo e necrose na mandíbula. Mesmo sendo o primeiro caso relatado diretamente ligado a um envenenamento referente ao trabalho na USRC, a morte dessa moça não foi a primeira (Martland, 1929).

Em 1924, apareceram casos de adoecimento e morte que terminaram sem a vinculação dos sintomas ao local de trabalho das pacientes. Uma delas, de 25 anos, trabalhou por cinco anos no mesmo cargo, de pintora de ponteiros e mostradores de relógio. Seu processo de doença foi bem similar ao mencionado anteriormente. Após uma extração dentária, não houve cicatrização. Ela precisou de algumas cirurgias e o processo de desintegração dos ossos foi tão grande que alguns deles foram removidos sem nenhum instrumento, apenas sendo puxado com os dedos pelo cirurgião. Seus sintomas apareceram apenas quatro anos após o início dos trabalhos na fábrica, ocorreram enquanto ela ainda desempenhava sua função e se tornaram graves três meses depois (Martland, 1929).



Figura 4: Diferentes “garotas do rádio” em momento de descontração. A primeira vítima do envenenamento por rádio é Amélia “Mollie” Maggia, a terceira mulher da esquerda para a direita.

Fonte: Moore (2016).

Ela morreu em setembro de 1922 e seu caso não foi vinculado ao trabalho pois, de acordo com seu atestado de óbito, teve estomatite ulcerosa agravada por um quadro de sífilis como causa da morte. Após o aparecimento de novos casos, essa definição foi alterada para algo similar às suas colegas.

Martland (1929) detalha mais de quarenta casos de mulheres que sofreram com sintomas parecidos e que trabalharam durante algum tempo como pintoras de mostradores e ponteiros de relógios que brilhavam no escuro. Em alguns desses casos, foram relatados problemas articulares e câncer nos ossos. O tempo e intensidade de sofrimento variaram de acordo com cada organismo, aparentemente não tendo relação com o tempo de serviço.

Moore (2016) relata a odisseia de algumas dessas mulheres em busca de tratamento. Com um número limitado de médicos em sua região, algumas não conseguiram forças para encontrar médicos fora de sua cidade com esperança de novos tratamentos. Até 1924, tempo necessário para a morte de nove mulheres, não havia nenhuma percepção de que esses casos estariam todos ligados ao ambiente de trabalho. No ano em questão, o médico Theodore Blum (1883-1962), que trabalhava em Nova Iorque, chegou a essa conclusão após analisar os sintomas similares de diferentes pacientes. Entretanto, não levantou suspeitas sobre o material radioativo com o qual trabalhavam (Blum, 1924; Martland, 1929).

No ano seguinte, o estatístico Frederick Hoffman (1865-1946) revisa alguns casos de pacientes que trabalharam na fábrica e vieram a óbito ou que estavam em tratamento. Ele separa as moças pela localidade em que moram, comenta as comorbidades que as atingiram e aponta variações que podem acontecer em cada paciente. Indica ainda a necessidade de se conhecer o número de casos, tendo os diagnósticos centrados em: doença maligna ou não, com metástase ou não; existência de necrose nos ossos próximos à área infectada; existência de necrose no local e também em conhecer o momento em que apareceram os primeiros sintomas e o tempo de exposição ao material radioativo com o qual elas trabalhavam (Hoffman, 1925).

Nas buscas por respostas às mortes e às doenças dessas mulheres, em 1924, dois médicos e uma médica pesquisadores, William Castle (1897-1990), Katherine Drinker (1889-1956) e Cecil Drinker (1887-1956), analisaram as condições da fábrica para as operárias em serviço.

Eles perceberam, a partir de testes em salas escuras, que os dentes, o cabelo, as roupas e até as roupas íntimas das pintoras estavam sujos com resíduos de sulfeto de zinco (ZnS), composto presente na tinta radioativa. Esse sal, misturado à substância radioativa da tinta, gera o efeito fosforescente (Martland, 1929).

A conclusão para esses pesquisadores foi a de possível envenenamento por zinco, algo já ocorrido no passado. Em seu relatório, mesmo não considerando possíveis perigos diretos dos materiais radioativos na tinta, expuseram a fragilidade das condições de trabalho em relação à segurança contra a exposição à radioatividade que, de acordo com eles, era alta naquele ambiente. Alterações na linha de produção foram propostas, porém o chefe da empresa, Arthur Roeder (1896-1980), não as aceitou e ainda buscou uma briga judicial impedindo a publicação dessa pesquisa. De acordo com ele, os investigadores haviam combinado sigilo em relação às descobertas. O artigo contendo essas informações foi publicado apenas na segunda metade do ano seguinte, 1925 (Martland, 1929; Kovarick, 2002).

Esse não foi o único caso em que a empresa obstruiu pesquisas ou o andamento dos processos de compreensão das causas das enfermidades, da contaminação e do tratamento das mulheres. Kovarick (2002) cita o caso em que o médico Joseph Knef (1879-1946) relatou a um jornal em 1927 que, após a morte de uma paciente e o aparecimento de outras, passou a desconfiar da existência de uma doença ocupacional. Ao solicitar à empresa uma amostra da tinta utilizada nos mostradores e ponteiros, teve seu pedido negado.

Mesmo com as tentativas de obstrução, diferentes pesquisadores, ao longo do tempo, tiveram acesso ao material usado na pintura dos relógios. Isso se deve, também, ao bom andamento das vendas que fizeram a empresa ter a ideia de vender a própria tinta para os consumidores cobrirem o que tivessem vontade (Moore, 2016). Sobre a composição da tinta, Martland (1929) afirma que

É possível, até provável, que seus ingredientes e fórmulas mudem de tempos em tempos. De acordo com minhas informações, no entanto, uma tinta média usada durante esse período em relógios consistia principalmente de sulfeto de zinco cristalino misturado com várias proporções de rádio, mesotório e radiotório para obter a quantidade desejada de luminosidade. O sulfeto de zinco puro foi preparado por cozimento e precipitações repetidas, e a isto foram adicionadas pequenas quantidades de cádmio, cobre e manganês para dar melhor luminescência. O fato de a tinta final conter substâncias radioativas na forma de sulfatos insolúveis é de extrema importância no estudo de toda a doença, e o prognóstico e o tratamento dependem principalmente deste fato (Martland, 1929, p. 1244; tradução livre).

Outros pesquisadores relataram de forma parecida a composição da tinta, com alguns outros detalhes. Num estudo de revisão sobre todo o processo, o físico estadunidense Robley Evans (1907-1995) acrescenta que a mistura dos elementos da tinta forma uma proporção de uma parte de material radioativo para quarenta mil de tinta, feita, principalmente, a partir de sulfeto de zinco e uma cola fixadora. Mesmo com uma proporção aparentemente pequena, o mesmo ressalta que "quando fixado nos ossos, apenas dois microgramas de rádio podem ser fatais" (Evans, 1933, p. 1019; tradução livre).

Nesse caso, qual o motivo de essas mulheres demorarem alguns anos para começarem a apresentar os sintomas relatados?

Para buscar responder a essa pergunta, seria importante analisar dois fatores. O primeiro é como esses elementos agem no corpo humano. O segundo é a quantidade de radioatividade que é retida pelo organismo. Essa era uma busca necessária naquele momento e as pesquisas da época foram direcionadas também para essas análises.

No caso das mulheres da fábrica, a ingestão da tinta, na frequência com a qual passavam o pincel nos lábios, proporcionou todos os problemas relatados. Diferentes pesquisadores da época concordaram com a ideia de que, como a tinta é solúvel em água, uma parte muito pequena do todo ingerido ficaria, de fato, retido na região bucal dessas pessoas. O mesmo se considerou para outras partes do corpo humano. Um dos trabalhos chegou a quantificar em 98% a quantidade de material radioativo expelido pelo corpo em poucos dias (Martland, 1929).

A radiação alfa emitida pelos elementos de rádio tem um poder de penetração muito baixo e é facilmente filtrada por duas ou quatro camadas de papel de cigarro comum, mas é muito irritante para os tecidos. Parece possível que pequenas quantidades de elementos radioativos misturados com sulfeto de zinco fosforescente e depositados no tecido, agindo sobre ele por consideráveis intervalos de tempo, podem produzir efeitos irritativos pelas radiações alfa mencionadas acima. Se essas radiações fracas forem combinadas com efeitos físico-químicos irritantes do sulfeto de zinco e centradas em um determinado ponto do tecido, por um longo período de tempo, pode-se presumir que, sob certas condições, podem produzir alterações locais nas membranas mucosas, não diretamente comparáveis ao efeito necrótico ou vesicante das radiações beta e gama, mas suficiente para diminuir a resistência dos tecidos locais à entrada de bactérias patogênicas e para o início da osteonecrose (Hoffman, 1925, p. 964; tradução livre).

Nesse caso, como mencionado, Hoffman (1925) salienta a importância da manutenção da exposição dos tecidos à radioatividade para que ocorram danos aos tecidos do corpo humano. Mesmo admitindo-se uma média de 98% de materiais radioativos eliminados pelo corpo, os outros 2% demoram mais tempo para serem expelidos e, se qualquer fração dessa porcentagem se aloja nos ossos, ela se manterá aí por um período bastante longo. Com os estudos sobre a natureza e o comportamento de elementos radioativos já avançados, a quantificação da meia vida de vários deles já havia sido feita e responde a algumas questões sobre o tempo de permanência do bombardeamento radioativo no organismo.

Somente alguns anos depois, com o desenvolvimento de mais conhecimentos acerca da interação da radioatividade com o corpo humano, Evans (1933) iria alertar que o rádio tem uma meia vida de aproximadamente 1.600 anos e, uma vez admitido no corpo humano, “mantém seu mortal bombardeio de raios alfa na estrutura óssea e nos centros produtores de sangue a uma taxa quase constante” (p. 1018; tradução livre). Com base no desenvolvimento desses saberes, nas investigações de Hoffman (1925) e no relatório dos pesquisadores Castle, Drinker e Drinker, foi possível estabelecer o parâmetro de doença ocupacional e também as bases científicas das doenças que acometiam essas mulheres.

Mas, na década de 1920, mesmo com diferentes estudos e investigações a respeito da doença dessas jovens, os perigos do rádio ainda eram questionados. Diferentes cientistas duvidaram de possíveis problemas a serem causados por esses elementos, mesmo já sendo reconhecida a necessidade de cuidados na utilização de radiação X. Martland busca entender o problema:

Algum tempo se passou após a descoberta dos raios Röntgen, comumente chamado de raios X, antes que se percebesse que existiam perigos na exposição a eles, a menos que uma proteção adequada fosse usada. O mesmo ocorreu com as substâncias radioativas. O principal motivo era que os efeitos não eram visíveis imediatamente, mas costumavam ser retardados por longos períodos. Consequentemente, os cientistas zombavam da possibilidade de existir algum perigo, e mesmo depois que os resultados de exposições pesadas foram conhecidos, o possível efeito de quantidades mínimas, como aquelas contidas na composição radioativa luminosa, foi desconsiderado (Martland, 1929, p. 1204; tradução livre).

Não só desconsiderando, mas buscando argumentos para defender o funcionamento da companhia, ao afirmar, de diferentes formas, que a tinta não causava perigos diretos aos pintores, o pesquisador Frederick Flinn (1876-1957) publicou alguns trabalhos, em 1926, com essa vertente de pensamento. Ele usa, inclusive, o relatório feito por Castle, Drinker e Drinker para defender a continuidade dos trabalhos na empresa. Para Flinn, os investigadores relataram ótimas condições de higiene para as trabalhadoras da fábrica e aponta que o ato de passar o pincel na boca foi o único motivo para o desenvolvimento de problemas nessas moças (Flinn, 1926a). Em outro artigo, aponta as formas possíveis de exposição no uso industrial de rádio. Uma delas seria uma exposição à irradiação de energia desses elementos. A outra, a ingestão de material radioativo. O autor indica ainda dois motivos para uma pessoa ingerir esse tipo de material: “ignorância ou obstinação por parte dos funcionários” (Flinn, 1926b, p. 341; tradução livre). Esse posicionamento é curioso, pois as moças não teriam sido orientadas pela própria empresa a afinarem o pincel nos lábios? Será que tais contradições não eram percebidas na época?

Em outro argumento, Flinn questiona a situação problemática a respeito das complicações ocorridas a partir da extração de dentes por essas trabalhadoras. De acordo com ele, diferentes cirurgiões dentistas, com competência reconhecida, analisaram as radiografias das mandíbulas de várias pacientes e não detectaram tendência à necrose. Afirmou ainda que alguns dentistas se recusaram a extrair dentes de algumas pessoas por medo do desenvolvimento necrótico. Nesse relato, outros dentistas, os quais ele cita como competentes, fizeram o procedimento e a cicatrização ocorreu de forma natural (Flinn, 1926a). É válido ressaltar que em nenhum momento do artigo, Flinn dá os nomes desses dentistas competentes ou faz qualquer referência sobre onde esses profissionais trabalhavam.

Demonstrando conhecimento a respeito dos possíveis motivos para o desenvolvimento de necroses, Flinn (1926a) apresenta argumentos para discordar dos diagnósticos de envenenamento por materiais radioativos. De acordo com seu trabalho, não faz sentido que as partículas de tinta fiquem alojadas entre os dentes das operárias, gerando consequências de exposição continuada. A natureza da tinta, feita com um fixador a base d'água também é motivo para os materiais radioativos não se manterem entre os dentes. Para ele, o uso corriqueiro de escovas de dentes e a própria saliva, desaloja essas partículas e leva os resquícios de tinta para o sistema gastrointestinal. Ele afirma que, de acordo com suas pesquisas, o rádio sai rapidamente do corpo e, por isso, a chance de irritação dos tecidos passa a ser muito pequena.

Além da crítica ao diagnóstico de envenenamento, o autor indica uma possibilidade para os problemas decorridos dessa exposição. Sua hipótese é a de que as mulheres que tiveram complicações já deveriam ter um quadro de piorreia (ou periodontite), que é uma infecção bacteriana nas gengivas. Ao defender essa possibilidade, ele indica que as partículas radioativas

da tinta possivelmente teriam entrado nas cavidades geradas por essa infecção, se alojado nos ossos e acelerado o processo de necrose, o que é um desfecho comum quando a doença não é tratada. De acordo com o autor, todos os cinco casos reportados nesse contexto tiveram suas infecções pioradas pela existência de sífilis e angina de Vincent, que é uma gengivite ulcerativa (Flinn, 1926a). O autor narra uma pesquisa feita com animais, durante seis meses, em que os expõe a doses diárias de radiação a partir da tinta utilizada pelas pintoras. Ele não aponta qualquer mudança no quadro de saúde das cobaias, mas salienta o pouco tempo de observação. Na conclusão de um dos seus artigos, é dito:

Pelos fatos aqui apresentados, creio que temos razão em chegar à conclusão de que não existe risco industrial na pintura de mostradores luminosos. A única evidência contrária a esta conclusão repousa no fato de que cinco funcionários da fábrica de Orange da United States Radium Corporation morreram por alguma causa que não pôde ser determinada nesta data. Estatisticamente, a evidência vai contra a suposição de que existe algum perigo. Se não fosse assim, teríamos todos os motivos para esperar relatos de outros casos entre as quatro ou cinco mil meninas que se engajaram na Europa e neste país. Além disso, os casos deveriam ter surgido em outras fábricas que não a de Orange, pois outras meninas tiveram os mesmos materiais e o mesmo trabalho durante o tempo das meninas que morreram e, em muitos casos, por mais tempo. Além disso, mais tempo se passou em alguns desses casos desde a primeira exposição e a data de morte de qualquer um dos funcionários da Orange. As meninas que morreram trabalhavam todas juntas na mesma bancada, em algum momento entre os anos de 1917 e 1922. O diagnóstico de sífilis como fator contributivo consta da certidão de óbito de uma delas. Fui informado de boa autoridade que um irmão de outra sofria de um problema patológico obstinado na mandíbula. Ele nunca teve contato com tintas radioativas. Em outras palavras, esses casos não são claros. A angina de Vincent é conhecida por produzir um quadro patológico semelhante, às vezes terminando em morte. A infecção bacteriana não foi descartada de forma satisfatória. Outros fatores estavam presentes além da exposição ao rádio e mesotório (Flinn, 1926a, p. 2081).

Após os estudos sobre a doença que acometia várias mulheres, com alguns óbitos já contabilizados, algumas dessas moças que morreram tiveram suas famílias compensadas pela companhia, em 1926. Com muita dificuldade, conseguiram receber quantias de US\$9.000, US\$3.000 ou US\$1.000. O advogado que defendeu essas famílias não aceitou mais casos contra a USRC (Martland, 1929; DeVille e Steiner, 1997).

Em maio de 1927, cinco outras mulheres entraram com uma ação contra a fábrica na Suprema Corte do estado de Nova Jersey. Elas pediam indenizações pela doença e ressarcimento dos valores gastos em tratamentos. Iniciar esse processo não foi simples, porque era difícil encontrar um advogado que aceitasse defender essas mulheres. Elas não tinham mais dinheiro para pagar honorários. Vários profissionais consideravam estar em desvantagem inicial, e não aceitavam assumir um caso como o dessas mulheres por questões técnicas, pois os casos pareciam não constar na lista de doenças por envenenamento, passíveis de compensação trabalhista. Elas contaram com uma intervenção importante da Liga Nacional de Consumidores (National Consumer's League) que, em 1927, convenceu o advogado Raymond Berry (Figura 5), recém-formado pela Escola de Direito de Harvard a aceitar o caso dessas mulheres. Elas ficaram conhecidas como *The five doomed* (As cinco condenadas).



Figura 5: Personagens-chave nessa narrativa:
Harrison Martland, Frederick Flinn e Raymond Berry, respectivamente.

Fonte: Moore (2016).

A primeira dificuldade desse caso foi em relação ao próprio motivo do processo contra a USRC. No estado de Nova Jersey, uma lista bem restrita de doenças poderia gerar compensação aos trabalhadores por doenças originadas da prática de suas profissões. Entre elas estavam antraz, envenenamento por fósforo, por mercúrio, por chumbo, por arsênico, entre outros tipos. Os problemas relativos à exposição ao rádio e ao mesotório foram incluídos apenas após as primeiras publicações sobre os casos das garotas em jornais da região (Martland, 1929).

A dificuldade da comunidade médica e científica para achar um diagnóstico definitivo para a doença dessas mulheres também complicou muito a elaboração das suas defesas. Com o sintoma em comum de profundos problemas odontológicos, a manifestação da evolução da doença apresentou sintomas variados em cada uma das mulheres que sofria com o envenenamento por materiais radioativos. Há a conjectura de que um sem número de outras mulheres, que contraíram essa doença, saíram da cidade e morreram sem diagnóstico, ou ainda, que foram tratadas para “reumatismo ou Deus sabe o quê” (Martland citado em DeVille e Steiner, 1997, p. 287; tradução livre).

A forma como o advogado das cinco garotas do rádio escolheu para explicar essa vasta gama de diferenças foi a da individualidade de cada operária. Algumas mulheres passam mais o pincel na boca do que outras. O espaço em que elas trabalharam, se mais ou menos ventilado, pode ter contribuído para a diferença de radiação absorvida por cada organismo. Além disso, a suscetibilidade a doenças, comorbidades já existentes e a própria prática profissional são variáveis que dificultam a identificação de uma simples doença e a compreensão de sua fonte (DeVille e Steiner, 1997).

Outro obstáculo superado pelo advogado Berry foi a questão de a companhia rechaçar sua culpa nas enfermidades das mulheres, por conta do não aparecimento de outras mulheres doentes em qualquer parte do país, mesmo trabalhando em condições idênticas. Berry conseguiu relacionar a diferença entre as tintas das empresas. Ele demonstrou que o produto da USRC tinha uma quantidade muito maior de mesotório em comparação com as outras fábricas. Como mencionamos anteriormente, apesar de um período de meia vida muito menor do que a do rádio (apenas 0,39%), sua atividade é muito mais elevada, gerando assim mudanças nos tecidos de forma mais rápida do que em outros lugares, que utilizavam tintas predominantemente à base de rádio.

Dessa forma, é natural que os casos das mulheres de Orange acontecessem antes dos de quaisquer outras operárias. A teoria foi corroborada com o aparecimento de outras mulheres sofrendo dos mesmos problemas em Ottawa, no estado de Illinois, EUA. Essa “segunda turma” de garotas do rádio processou a empresa em que trabalhavam na primeira metade da década de 1930.⁸

Um acontecimento-chave para aumentar a possibilidade de vitória das garotas do rádio foi o pedido de exumação do corpo de Amélia Maggia, que faleceu em 1922 e teve em seu atestado de óbito a sífilis como causa da morte. Em outubro de 1927, o toxicologista Alexander Gettler (1883-1968) encontrou 11,36 microgramas de rádio em apenas 22% da massa corporal de Amélia; proporcionalmente, se pode assumir que em todo seu corpo haveria mais de 48 microgramas de rádio. A análise de Gettler ainda estudou os tecidos do corpo em busca de outros tipos de substâncias venenosas, entretanto, apenas rádio foi encontrado. A partir desses casos, ficou claro para toda a imprensa e para a sociedade que Amélia não morreu em decorrência de sífilis, como versões negacionistas pregavam desde o início dos casos, com o intuito de descredibilizar tanto a Amélia quanto as outras garotas que buscavam seus direitos (Martland, 1929; Kovarick, 2002; Moore, 2016).

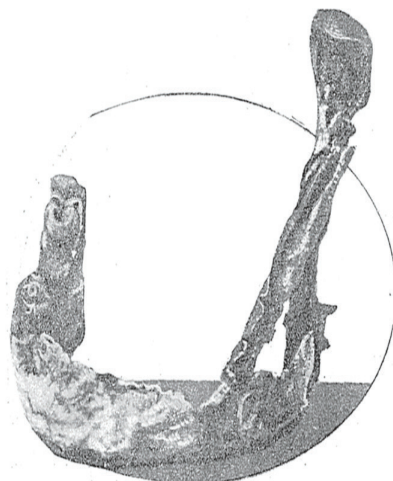


Figura 6: Imagem que apresenta o estado de necrose da mandíbula de Amélia “Mollie” Maggia. Observar especialmente os buracos e diferença no comprimento do osso.

Fonte: Moore (2016).

Após esses fatos desfavoráveis à USRC e em busca de construir uma imagem que inspirasse confiança para a sociedade e para o tribunal, a companhia lançou uma campanha. O médico Frederick B. Flinn, citado anteriormente, teve papel central nesse processo.

Flinn foi responsável pelo desenvolvimento dos trabalhos que, como mostrado, apresentavam um viés favorável à empresa, em relação aos perigos causados pelo manuseio das tintas radioativas e questionando as causas das mortes das vítimas. A USRC foi responsável direta pelo financiamento da pesquisa. A Figura 1 discrimina uma das contas das pesquisas feitas entre 1925 e 1926 por esse pesquisador.

8 Neste recorte, não apresentamos quaisquer informações sobre essa segunda turma das garotas do rádio. A citação sobre o caso delas se deu apenas para comparar o tempo em que os sintomas começaram a aparecer pela diferença na quantidade de elementos nas tintas.

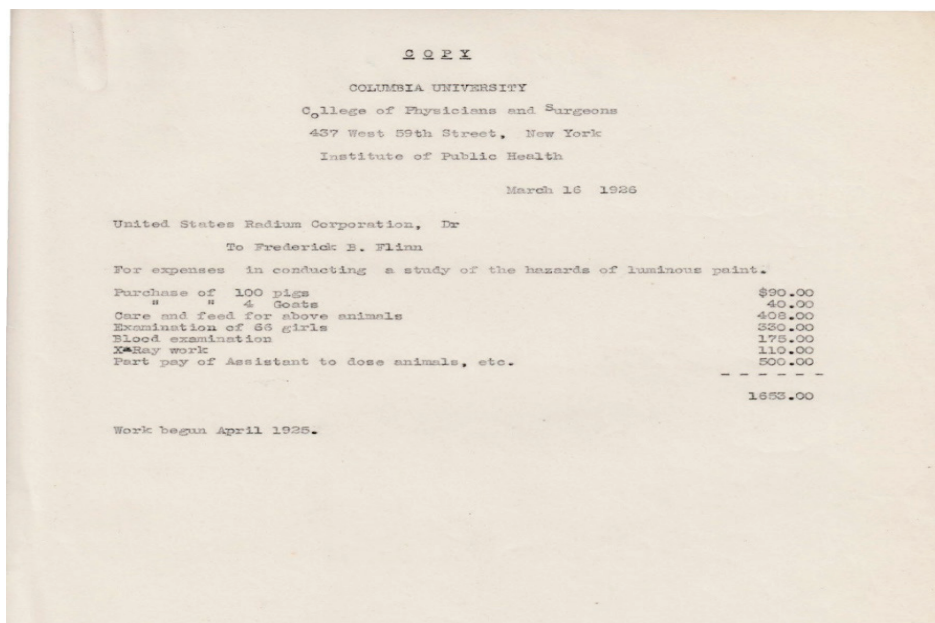


Figura 7: Financiamento de pesquisa paga pela USRC.

Fonte: National Archives Catalog.⁹

Além disso, a companhia utilizou a imagem de Flinn como pesquisador e médico formado por uma boa universidade para ser o porta-voz de uma visão contrária ao cenário que se construía. Flinn foi, durante algum tempo, médico voluntário no diagnóstico e tratamento de casos de envenenamento por rádio. Como afirmam DeVille e Steiner (1997) existem relatos que apontam para ações suas no sentido de desencorajar mulheres a buscarem seus direitos. Os autores ainda argumentam que existe a possibilidade de, ao executar exames a partir do uso de um eletroscópio, ele ter posicionado o aparelho mais longe do que deveria e também tampar parcialmente o sensor do mesmo para burlar os resultados das pacientes. Tendo em mãos falsos resultados negativos, dizia para as mulheres que elas não estavam doentes em razão da radioatividade acumulada em seus corpos, livrando, assim, a companhia de mais processos judiciais (DeVille e Steiner, 1997).

A participação desse médico é resumida por DeVille e Steiner (1997) ao afirmarem que

Flinn desempenhou duas funções importantes para a USRC. Primeiro, ele forneceu à corporação fundamentos para uma negação plausível. Ele tinha um Ph.D. e foi professor assistente de higiene industrial na Universidade de Columbia. [...] A empresa poderia alegar uma crença de boa fé em sua recusa em admitir a responsabilidade e oferecer uma compensação[para as garotas do rádio] porque era apoiada por evidências científicas. Em segundo lugar, e talvez mais importante, Flinn conseguiu manter algumas vítimas inteiramente fora do processo de litígio. Flinn desencorajou as trabalhadoras a entrar com uma ação legal, dizendo-lhes que elas eram mais saudáveis do que ele, ou argumentando que a pintura dos mostradores nada tinha a ver com sua doença. Flinn poderia efetivamente diminuir a publicidade ao manter as vítimas fora do tribunal e, sem publicidade, muitas mulheres e seus médicos não relacionariam sua doença com sua experiência de trabalho (DeVille e Steiner, 1997, p. 293; tradução livre).

9 National Archives Catalog disponível em: <https://catalog.archives.gov/id/75720708>. Acesso em: 1 set. 2020.

Não foram todos os casos em que Flinn logrou êxito ao afastar as mulheres dos processos contra a companhia. Quando elas eram diagnosticadas por outros médicos ou insistiam com a ação na justiça, a USRC agia com detetives particulares para investigar a vida pessoal dessas jovens e as ameaçava de expor questões suas socialmente controversas.

Uma dessas investigações, a respeito da vida de Ethel Metz que era criticada por seus vizinhos pelo fato de buscar indenizações contra a empresa, mesmo sem ter sintomas aparentes, tornou a jovem vítima desse tipo de abordagem. Um detetive de Nova Iorque reportou à companhia que Metz tinha muitos amigos homens e frequentava festas com eles. Relatou também que ela tinha um filho fora do casamento, aferindo informações sobre a relação dessa moça com o pai da criança, que não era seu marido. Nenhuma dessas informações poderia, na prática, alterar o desfecho do julgamento, entretanto, devido às circunstâncias sociais da segunda metade da década de 1920, seria comum o recuo dessas moças para não terem essas informações particulares vazadas. Além disso, a opinião pública se voltaria, mais uma vez, de forma positiva à defesa da companhia (DeVillie e Steiner, 1997).

Mesmo com toda essa guerra na construção de narrativas, um acordo ocorreu no dia 11 de junho de 1928. A acusação não ficou completamente satisfeita com o desfecho da ação, porém cedeu ao acordo pela situação complicadíssima de saúde em que as garotas do rádio se encontravam. Kovarick (2002) cita, ainda, que o juiz, taxado de bondoso por Martland (1929), com possível ironia por parte do autor, teria sido acionista da USRC. Nesse caso, quais seriam os motivos para um acionista de uma empresa celebrar um acordo com as mulheres que a acusavam de envenenamento?

Uma variedade de fatores motivou o acordo final. Em primeiro lugar, o atraso no caso começou a prejudicar os interesses de longo prazo da corporação. A USRC fez um acordo porque temia que seu negócio sofresse publicidade adversa e por causa do perigo crescente de um número desconhecido de processos futuros. Em segundo lugar, o caso teve um efeito "educativo". Quanto mais o caso estava nos noticiários, mais provável era que outros trabalhadores afetados considerassem abrir processos contra a empresa. De fato, depois que as Cinco Mulheres Condenadas se tornaram notícia de primeira página, mais reclamações e processos vieram à tona. Terceiro, o acordo permitiu a USRC neutralizar os requerentes mais visíveis e perigosos e esperar por um caso melhor para pressionar para julgamento. Consequentemente, embora o atraso manipulativo da USRC não tenha se desenrolado como previsto, ele atingiu vários dos objetivos do réu e permitiu que empregasse outras táticas para minar a ameaça de responsabilidade generalizada (DeVillie e Steiner, 1997, p. 309; tradução livre).

O advogado Berry, naturalmente, participou do acordo firmado meses antes de chegar à data do julgamento, em setembro de 1928. As cinco garotas do rádio foram indenizadas com a quantia de US\$10.000 cada. Além disso, uma quantia de US\$600 deveria ser entregue a cada uma delas por ano, em quatro parcelas, além de terem as despesas médicas pagas pela companhia, desde que esse valor não ultrapassasse US\$7.500. Berry e sua equipe receberam a quantia de US\$15.000 pelos serviços, pagos pela companhia. Nem a imprensa e nem a opinião pública inferiram que a proposição desse acordo era parte da estratégia da companhia para os casos seguintes (DeVillie e Steiner, 1997).



Figura 8: “*The five doomed*” ou “*As cinco condenadas*”: Quinta McDonald, Edna Hussman, Albina Larice, Katherine Schaub e Grace Fryer pouco antes do desfecho do caso, em 4 de junho de 1928.

Fonte: Moore (2016).

Após o desfecho do caso, Berry, acreditando que a empresa havia conseguido grande vantagem comentou, a respeito da participação do juiz que propôs a resolução: “ele é, estou seguro disso, um homem muito honrado e genuinamente interessado nos problemas sociais, mas ele é também um homem cujas circunstâncias de vida o colocam no campo dos empregadores” (Kovarick, 2002, p. 9; tradução livre).

Por todos os acontecimentos e repercussão do caso na mídia estadunidense, as notícias sobre as já conhecidas “Garotas do rádio” ou “As cinco condenadas” chegaram ao outro lado do oceano, na Europa. Na França, elas foram ouvidas por Marie Curie, que era uma das principais personalidades no desenvolvimento dos estudos sobre a radioatividade, tendo, inclusive, recebido duas premiações Nobel pelos estudos nesse campo. Ao comentar os acontecimentos em Nova Jersey, se mostrou impressionada com o fato de o governo norte-americano ter permitido esse tipo de manipulação desordenada de materiais radioativos em empresas no país. De acordo com ela, tal prática seria criminosa com essas vítimas (Martland, 1929).

Em entrevista, madame Curie cita diferenças entre as ferramentas utilizadas por pessoas que trabalhavam com rádio e as operárias de Nova Jersey. E afirma que, mesmo com todos os esforços para combater a anemia causada pelo envenenamento, acredita ser impossível a retirada dos elementos radioativos quando eles são fixados no corpo humano. Ao ler esse comentário de Curie, foi relatado nos jornais que as garotas do rádio ficaram desapontadas e desesperançosas. A cientista afirmou, ao saber da repercussão de sua entrevista, que não era médica e não podia afirmar que as garotas morreriam envenenadas por rádio. Porém, pelas descrições feitas na imprensa, sobre a maneira como essas operárias trabalhavam, Curie afirma: “eu penso que é imperativa a mudança no método de uso do rádio” (Kovarick, 2002, p. 7; tradução livre).

Mesmo após todas as ocorrências narradas por diferentes pessoas sobre o episódio das Garotas do Rádio, outros produtos com radioatividade adicionada foram lançados, tanto nos EUA quanto na Europa. Em seus rótulos, apresentavam os elementos radioativos utilizados em suas fórmulas como algo miraculoso e capaz de solucionar diferentes problemas dos consumidores.

Considerações finais: temas para a formação de professores

Ao longo da narrativa apresentada, é possível observar diferentes possibilidades para a inserção do tema no ensino de ciências, especialmente na formação de professores. Uma delas pode ser a estrutura da narrativa histórica, que reúne trechos de diferentes fontes primárias e secundárias para apresentar os fatos narrados de uma forma diversificada e ao mesmo tempo assertiva. A abordagem de diferentes fontes para propósitos formativos tem sido discutida ao longo de muitos anos no ensino de ciências e essas proposições sugerem o enriquecimento das propostas de ensino com o uso desses materiais (Batista, Hidalgo, Freitas, 2015). É possível observar inúmeros elementos dos processos de circulação das informações, dos interesses de diferentes forças sociais, manifestadas nas falas e nos relatos de diferentes personagens desse episódio histórico.

Além das fontes, os conteúdos e os detalhes da história narrada neste artigo abrem a possibilidade de explorar o tema sob diferentes olhares no ensino de natureza das ciências. Vários aspectos podem ser utilizados em reflexões sobre o desenvolvimento do fazer científico, apontados por Allchin (2013) como exemplos de características intrínsecas à prática científica, não somente em seus aspectos epistêmicos, mas também sociais, econômicos, políticos e meta-científicos. Neste recorte, em especial, é possível dialogar com as questões financeiras que são, naturalmente, parte importante em uma pesquisa científica. Na história das garotas do rádio pode ser notado o veto que a empresa tentou à publicação do artigo do casal Drinker e de seu colega Castle, em 1925. Esse episódio também aponta um momento de recuo da companhia em relação à estrutura da fábrica na qual as mulheres trabalhavam. Espaços mais arejados, limitação do número de mulheres no ambiente, espaço reservado para refeições, folgas programadas e rotatividade das funções que envolviam a manipulação de materiais radioativos foram mudanças promovidas apenas após a sinalização de perdas de clientes importantes, como as Forças Armadas dos EUA (Martland, 1929).

Não obstante, foi obtido um recibo referente a um pagamento da USRC a um determinado pesquisador que adotou uma postura contrária à existência de perigos provenientes da tinta radioativa. Pode-se chegar, nesse caso, à conclusão de que a empresa buscou formas de pagar por argumentos favoráveis ao seu funcionamento sem restrições e tentou, por diferentes subterfúgios, obstruir posições e pesquisas que demonstrassem o perigo que as garotas do rádio corriam em seu ambiente profissional.

Essa medida da companhia suscita a possibilidade de discussão sobre outro aspecto científico. A ética no desenvolvimento de pesquisas. O médico Frederick Flinn articulou uma argumentação e conseguiu, a partir de premissas válidas, chegar a conclusões falsas, já que manipulava a técnica de análise. Também existem documentos e pesquisas que apontam que Flinn apresentou resultados falso-negativos de exames feitos em diferentes pacientes. Com o intuito de preservar a imagem da companhia e diminuir o número de indenizações a pagar. Nesse sentido, qual ética Flinn apresentou em seu exercício profissional de médico e pesquisador, nesse episódio? Ele, com suas atividades, pode ser considerado um cientista? Suas contribuições devem ser consideradas válidas?

O desenrolar e o desfecho da história possibilitam ao educador uma abordagem que destaque tópicos relacionados aos direitos humanos. Oliveira e Queiroz (2013) discutem como a Declaração Universal dos Direitos Humanos pode ser abordada na educação científica

e na formação de professores. Nesse caso, é possível propor que a utilização do episódio histórico das garotas do rádio seja útil para discutir aspectos do desenvolvimento das ciências e dos personagens que a constroem. Na história, as mulheres são expostas, em seu ambiente de trabalho insalubre, a uma situação inicialmente desconhecida de perigo, e em um segundo momento com dolo, não apenas para si como também para pessoas próximas a elas. Observa-se a situação de fragilidade, opressão, difamação, negligência, entre outras injustiças, intimamente relacionadas ao gênero dessas mulheres, que sofrem inúmeras violações no contexto da época (Lima, 2019).

As condições de trabalho do cotidiano dessas mulheres violariam a Declaração Universal dos Direitos Humanos, se ela já existisse naquele momento.¹⁰ Sua dignidade seria esvaziada por um comportamento negligente dos seus empregadores e, em seguida, de perseguição das funcionárias que buscaram seus direitos na justiça. Dessa forma, a apresentação de um recorte que promova discussões sobre esse tema pode auxiliar a formação de professores na sua construção do olhar sobre a ciência e a ética envolvida em seus processos.

A reflexão sobre um senso de justiça também pode ser abordada. Cortina (2007), ao descrever sua proposta de ética cordial, elenca a necessidade de superarmos fatores puramente racionais e valorizar a compaixão e a empatia entre as pessoas. A autora cita em seu trabalho que “sem capacidade de compaixão podemos não captar o sentimento dos outros. Sem capacidade de indignação podemos não perceber as injustiças” (p. 124; tradução livre).

A autora também comenta sobre a busca pela justiça, que está diretamente relacionada à compaixão e à voz que devem ser dadas a todas as partes que desejarem se manifestar (Cortina, 2007). O recorte das garotas do rádio exemplifica o quanto foi negado, de diversas formas, esse direito que elas buscaram. O episódio ilustra, desse modo, a valorização que o diálogo e a busca por justiça devem ter no desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem.

Entre as mudanças na sociedade das últimas décadas, um apelo para a interlocução entre diferentes disciplinas e perspectivas educacionais tem sido feito. Termos como multidisciplinaridade e transdisciplinaridade (D’Ambrosio, 2005) foram cunhados para definir possíveis movimentos de relação entre áreas do ensino, anteriormente espaçadas, que passaram a vislumbrar novas configurações. Dentro dessa perspectiva, é possível considerar que o episódio das garotas do rádio é fértil para a discussão em ambientes em que vários campos do saber dialogam e se complementam, assim como possibilita aliar abordagens da história das ciências e CTS (ciência, tecnologia e sociedade) em perspectiva histórica, na formação de professores (Acevedo-Díaz e García-Carmona, 2016).

Aspectos médicos, éticos, de gênero, econômicos, comerciais, epistemológicos, entre outros exemplos podem ser articulados na construção de propostas para o ensino de ciências, além dos conhecimentos sobre elementos radioativos e sua interação com a matéria orgânica. Essa pluralidade de aspectos e temas abordados na narrativa desse episódio histórico, aqui apresentado, permite observar diferentes nuances do fazer científico e da importância dele para o bem-estar individual e social da humanidade.

10 Como Forato (2008), por exemplo, aponta, seria inadequado analisar anacronicamente um fato histórico perante normas e valores posteriores. Entretanto, nesse momento, adotamos essa comparação para destacar a gravidade dos acontecimentos nesse episódio e ressaltar a importância da discussão de temas humanitários na formação de professores de ciências.

Agradecimento

Os autores agradecem o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

Referências bibliográficas

- ACEVEDO-DÍAZ, J.A.; GARCÍA-CARMONA, A. Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado: tendencias sobre la naturaleza de la ciência em la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 13, n. 1, p. 3-19, 2016.
- ALLCHIN, D. *Teaching nature of science: perspectives and resources*. Saint Paul, MN: Ships Education Press, 2013.
- BATISTA, G. L. F; HIDALGO, J. M. F. D; FREITAS, D. B. Fontes primárias no ensino de física: considerações e exemplos de propostas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 32, n. 3, p. 663-702, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n3p663>.
- BLUM, T. Osteomyelitis of the mandible and maxillae. *The Journal of the American Dental Association*, v. 11, n. 9, p. 802-805, 1924. DOI: <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1924.0111>. Acesso em: 26 nov. 2021.
- CANGUILHEM, G. *Ideologia e racionalidade nas ciências da vida*. Trad. Emília Piedade. Lisboa: Edições 70, 1977.
- CORDEIRO, M. D; PEDUZZI, L. O. Q. Aspectos da natureza da ciência e do trabalho científico no período inicial de desenvolvimento da radioatividade. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 33, n. 3, 3601, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000300019>.
- CORTINA, A. Ethica cordis. *Revista de Filosofia Moral y Política*, n. 37, p. 113-126, jul.-dic., 2007. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2771632>. Acesso em: 13/09/2021.
- D'AMBRÓSIO, U. Tendências historiográficas na história da ciência. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (orgs.). *Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*. São Paulo: Educ; Livraria da Física, 2004. p. 165-200.
- _____. Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 99-120, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000100008>.
- DEVILLE, K. A; STEINER, M. E. New Jersey radium dial workers and the dynamics of occupational disease litigation in the early twentieth century. *Missouri Law Review*, v. 62, n. 2, 1997. Disponível em: <http://scholarship.law.missouri.edu/mlr/vol62/iss2/2>. Acesso em: 13/09/2021.
- EVANS, R. D. Radium poisoning: a review of present knowledge. *American Journal of Public Health*, v. 23, n. 10, 1933. DOI: 10.2105/ajph.23.10.1017-b.
- FLINN, F. B. Radioactive material an industrial hazard. *Journal of the American Medical Association*. v. 87, n. 25, p. 2078-2081, 1926a. Disponível em: 10.1001/jama.1926.02680250036010. Acesso em: 26 nov. 2021.
- FLINN, F. B. A case of antral sinusitis complicated by radium poisoning. *The Laryngoscope*, v. 37,

- n. 5, p. 341-349, 1926b. DOI: <https://doi.org/10.1288/00005537-192705000-00007>.
- FORATO, T. A filosofia mística e a doutrina newtoniana: uma discussão historiográfica. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 1, n. 3, p. 29-53, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37825/28909>. Acesso em: 13 set. 2021.
- FORATO, T. *A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz*. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- FORATO, T; BAGDONAS, A; TESTONI, L. Episódios históricos e natureza das ciências na formação de professores. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, Barcelona, n. extraordinário (X Congreso Internacional sobre Investigación em Didáctica de las Ciencias, Sevilha), p. 3511-3516, 2017.
- GUNDERMAN, R. B; GONDA, A. S. Radium girls. *Radiology*, v. 274, n. 2, 2015. Disponível em: 10.1148/radiol.14141352. Acesso em: 26 nov. 2021.
- HOFFMAN, F. L. Radium (mesothorium) necrosis. *Journal of the American Medical Association*, v. 85, n. 13, p. 961-965, 1925. Disponível em: 10.1001/jama.1925.02670130023007. Acesso em: 26 nov. 2021.
- KOVARIK, B. *The radium girls*, 2002. Disponível em: <https://www.rst2.org/ties/radon/ramfordu/pdffiles/The%20Radium%20Girls.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2021. (Publicado originalmente como o Capítulo 8 de Neuzil & Kovarik, *Mass media and environmental conflict*)
- KRAGH, H. *Introdução à historiografia das ciências*. Trad. C. G. Barbo. Porto: Porto Editora, 2001.
- KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. Tradução Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 10ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2011.
- LIMA, I. *Lise Meitner e a fissão nuclear: caminhos para uma narrativa feminista*. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.
- LIMA, R. S; PIMENTEL, L. C. F; AFONSO, J. C. O despertar da radioatividade ao alvorecer do século XX. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 2, maio 2011.
- LIMA, R. S; PIMENTEL, L. C. F; AFONSO, J. C. C. Passando em revista a segurança e a radioatividade no início do século XX. *RQI*. 1º trimestre 2015. Disponível em: <https://www.abq.org.br/rqi/2014/746/RQI-746-pagina10-Artigo-de-Opinioao-Passando-em-revista-a-seguranca-e-a-radioatividade-no-inicio-do-seculo-XX.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2021.
- MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007. DOI: <https://doi.org/10.5007/%25x>.
- MARTINS, L. A. P. História da ciência: objetos, métodos e problemas. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132005000200011>.
- MARTINS, R. A. Como Becquerel não descobriu a radioatividade. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 7, num. especial, p. 27-45, 1990. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/10061/14903>. Acesso em: 13 set. 2021.
- MARTINS, R. A. Como não escrever sobre história da física: um manifesto historiográfico. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 23, p. 113-129, 2001. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v23_113.pdf. Acesso em: 13 set. 2021.

- MARTINS, R. A. As primeiras investigações de Marie Curie sobre elementos radioativos. *Revista da SBHC*, n. 1, p. 29-41, 2003. Disponível em: [https://www.sbhc.org.br/arquivo/download?ID_ARQUIVO=169:~:text=Usualmente%20considera%2Dse%20que%20a,pol%C3%B4nio%20e%20r%C3%A1dio\)%20em%201898](https://www.sbhc.org.br/arquivo/download?ID_ARQUIVO=169:~:text=Usualmente%20considera%2Dse%20que%20a,pol%C3%B4nio%20e%20r%C3%A1dio)%20em%201898). Acesso em: 26 nov. 2021.
- MARTINS, R. A. Ciências versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (orgs.). *Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*. São Paulo: Educ; Livraria da Física, 2004. p. 115-145.
- MARTINS, R. A. Seria possível uma história da ciência totalmente neutra, sem qualquer aspecto whig? *Boletim de História e Filosofia da Biologia*. v. 4, n. 3, p. 4-7, 2010. Disponível em: <http://www.abfhib.org/Boletim/Boletim-HFB-04-n3-Set-2009.pdf>. Acesso em: 13 set. 2021.
- MARTLAND, H. Radium poisoning. *Monthly Labor Review*, v. 28, n. 6, p. 20-95, 1929. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/41814411>. Acesso em: 13 set. 2021.
- MARTLAND, H.; CONLON, P.; KNEF, J. P. Some unrecognized dangers in the use and handling of radioactive substances. *Journal of the American Medical Association*, v. 85, n. 23, p. 1769-1776, 1925. DOI: 10.1001/jama.1925.02670230001001.
- MOORE, K. *The radium girls: They paid with their lives: Their final fight was for justice*. London: Simon & Schuster UK, 2016.
- MOURA, C. B.; GUERRA, A. Reflexões sobre o processo de construção da ciência na disciplina de química: um estudo de caso a partir da história dos modelos atômicos. *Revista Eletrônica de Investigación en Educación en Ciencias*, v. 11, n. 2, p. 64-77, 2016.
- OGILVIE, B. Scientific archives in the age of digitization. *Isis*, v. 107, n. 1, 2016. DOI: 10.1086/686075.
- OLIVEIRA, R. D., QUEIROZ, G. R. *Educação em ciências e direitos humanos: reflexão-ação em/para uma sociedade plural*. Rio de Janeiro: Multifoco, 2013.
- PESTRE, D. Por uma nova história social e cultural das ciências: novas definições, novos objetos, novas abordagens. *Cadernos IG/Unicamp*, v.6, n. 1, p. 3-56, 1996. Disponível em: <https://ct-sadalbertoazevedo.files.wordpress.com/2014/09/pestre1996.pdf>. Acesso em: 13 set. 2021.
- TARNOWSKI, K. S. *A história de Marie Sklodowska Curie viabilizando a alfabetização científica e tecnológica*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

Recebido em agosto de 2021

Aceito em setembro de 2021