

"O Caso Marie Curie"

Pensando gênero com a radioatividade¹

Gabriel Pugliese

USP/FESPSP

Resumo

O propósito desse trabalho é descrever o "Caso Marie Curie" sob o signo do acontecimento - como a luta desigual a favor de uma ciência foi suscitada pela possibilidade de afirmar "isso é científico". A proposta consiste numa ficção "etno-histórica" da primeira controvérsia científica em que Marie Curie se envolveu, suscitada pela hipótese da existência da radioatividade e de novos elementos químicos em 1898. Por meio das discordâncias científicas, minha pretensão é explorar como a Academia de Ciências (exclusivamente masculina) reagiu ao dispositivo experimental daquela mulher, constituindo inúmeras barreiras para sua produção científica; e como, "em nome da radioatividade", as relações de poder foram deslocadas fazendo Marie Curie povoar territórios até então obliterados para o feminino. Desse modo, reafirmo a composição singular do "Caso Marie Curie" torna inseparável dois domínios: tanto o envolvimento das relações de gênero na produção científica, quanto o envolvimento da ciência nas relações de gênero. A porta de entrada, para tal empreitada, serão as mediações entre as relações de gênero e os não-humanos mobilizados nos laboratórios envolvidos na controvérsia. A partir destas mediações descrevo a diferença de possibilidades masculino/feminina em fazer-existir a Natureza em relação ao poder que a definição de gênero dá a uns em detrimento de outros, mas também, como a radioatividade faz passar um devir que faz gaguejar essa relação, mudando-a de sentido.

Palavras-chave.: antropologia, Gênero e Ciência

¹ Trabalho apresentado na 26ª. Reunião Brasileira de Antropologia, realizada entre os dias 01 e 04 de junho, Porto Seguro, Bahia, Brasil. É desenvolvido com o apoio da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), como parte do desenvolvimento de minha dissertação de mestrado sob orientação da profª Lilia Schwarcz. A presente comunicação é uma variação enxuta do artigo "Um sobrevôo no 'Caso Marie Curie': um experimento de antropologia, gênero e ciência" in *Revista de antropologia* 50 (1), 2008 (no prelo), no qual trato as questões aqui apresentadas e outras com maior fôlego.

Um sobrevôo no “Caso Marie Curie”

Após os trabalhos desenvolvidos sobre os raios X por Wilhelm Roentgen, vários pesquisadores afiaram seus laboratórios para a pesquisa desse fenômeno desconhecido, que já de início intrigava boa parte dos cientistas. Henri Poincaré, ainda a saber qual a causa do fenômeno, levantou a hipótese de que havia uma correspondência entre a emissão dos raios X e a fluorescência do vidro de que era feito o tubo de ensaio. Acabou por verificar que raios semelhantes (aos raios X) eram emitidos por corpos fluorescentes submetidos à ação de luz.

“É, portanto, *o vidro que emite os raios Roentgen, e ele os emite tornando-se fluorescente*. Podemos nos perguntar se todos os corpos cuja fluorescência seja suficientemente intensa não emitiriam, além de raios luminosos, os raios X de Roentgen, *qualquer que seja a causa de sua fluorescência*” (Poincaré, 1896). [grifos meus].

É a busca dessa relação entre a fluorescência e os raios X que de certa maneira orientou boa parte dos estudos científicos, como, por exemplo, os estudos de Becquerel e dos Curie. Entretanto, o primeiro cientista disposto a testar a hipótese de Poincaré foi Charles Henry, que experimentando o sulfeto de zinco fosforescente como um capaz intensificador dos efeitos dos raios X, concluiu que sim: a substância junto à ação da luz fazia com que a radiografia fosse mais nítida. Niewenglowski, outro cientista interessado nos raios, aprofundou esses trabalhos utilizando outro material; dessa vez o sulfeto de cálcio fosforescente, produzindo um efeito parecido. A conclusão, por parte desses pesquisadores foi a seguinte: materiais fosforescentes emitiam raios X quando iluminados. Todos esses cientistas mobilizavam diferentes “caixas-pretas”, relacionando-as com seus experimentos na esperança de uma revelação maior. Mas não foram estes que mais avançaram...

Henri Becquerel, filho de um físico notabilizado por seus trabalhos acerca da fluorescência e fosforescência, entra nesse debate. Henri já era um físico consagrado e cheio de láureas, muito respeitado entre os cientistas, e cujo laboratório (por conta de sua descendência) era um dos mais bem equipados na França. Dois meses depois da divulgação dos Raios X, ele apresenta uma nota à Academia de Ciências com o seguinte enunciado:

“*Pode-se concluir dessas experiências que a substância fosforescente em questão emite radiações* que penetram o papel opaco à luz e reduzem sais de prata (sensibilizam o papel fotográfico)” (Becquerel, 1896a) [grifos e parênteses meus].

Notem que Becquerel acompanhou os trabalhos mencionados acima, e estava afinado com a discussão, ou seja, com as confirmações das hipóteses de Poincaré. Em seguida começa seu experimento com o mesmo procedimento, mas com outras substâncias (Martins, 1999). Dessa vez, ele experimenta uma entidade pouco trabalhada, os sais de urânio, conseguindo um fenômeno não muito diferente dos observados até então, mas um tanto inusitado. E afirma:

“Uma hipótese que me surge muito naturalmente ao espírito seria a suposição de que essas radiações, cujos efeitos possuem uma forte analogia com os efeitos produzidos pelas radiações estudadas por Lenard e Roentgen, poderiam ser radiações invisíveis emitidas por fosforescência, cuja duração de persistência fosse infinitamente maior do que as radiações luminosas emitidas por essas substâncias”(Becquerel, 1896b: 503).[grifos meus].

A sua contribuição nessa comunicação se reduziu em separar a fosforescência visível, mais rarefeita, digamos assim, da fosforescência invisível, mais duradoura. Ele percebeu que, em contato com os sais de urânio, as chapas fotográficas são sensibilizadas, mesmo sem a ação de luz. Mas não há nada de inovador nisso, quero dizer, nada de muito diferente da hipótese apresentada por Poincaré (Martins, 1990). O fenômeno era realmente muito semelhante à fosforescência invisível, estudo anterior que tinha feito junto ao seu pai, pois estes emitiam radiações infravermelhas, que se refletiam no contato com metal e se refratavam em contato com o vidro comum. Num trabalho posterior (1896c) ele mostra que a fosforescência invisível não tem ligação com a fosforescência ou fluorescência visível.

Para seu último trabalho sobre o assunto ele obtém uma amostra do urânio metálico, uma entidade rara (doador por Moissam, químico que recentemente tinha conseguido isolar a substância), e verifica que ele também emite radiação. Concluiu então, que o urânio era o único metal que emitia a fosforescência invisível, e sensibiliza o papel opaco mesmo sem ação de luz. (Becquerel, 1896d). A natureza dos raios Becquerel ou dos raios urânicos, já havia sido esgotada; não se tratava de algo novo, mais sim de fosforescência, um fenômeno bem conhecido dos cientistas².

² Quero deixar claro que estou mobilizando o “princípio de simetria” (Latour, 1994), para levar a sério as proposições dos cientistas, pois a natureza dos raios, até então, operava por esses critérios, ela “era” fosforescência (o que é diferente de dizer que os fenômenos eram “explicados” pela fosforescência). Vivíamos no mundo de Becquerel e da fosforescência, e principalmente num mundo sem mulheres (visíveis) na história da ciência.

Durante dois anos, esse fenômeno foi pesquisado e adotado com essas bases, mesmo que com intensidades menores; poucos se aventuraram nessa área (muito por conta da dificuldade de conseguir o urânio metálico, fundamental para a continuação dos procedimentos). Esses estudos não tiveram o mesmo impacto dos de Roentgen, uma vez que as relações já haviam definido a “natureza-fosforescência” dos raios urânicos por conta de pesquisas anteriores. Aliás, por ter sido mostrado que se tratava de um fenômeno bem conhecido, muitos migraram para outras áreas da física, mais quentes na época, como o próprio Becquerel que se desinteressou pelo fenômeno. Ele “acreditava que a radiação que estudava era semelhante à luz, pois refletia e refratava, ao contrário dos raios X”, assim como os outros que migraram (Martins, 1999).

Nesse contexto de pesquisas, uma jovem polonesa que havia recentemente migrado para a França, chega com o objetivo de doutorar-se em ciências na Sorbonne - as universidades polonesas não aceitavam mulheres (Goldsmith, 2006). Marie Sklodowska, devido a seu casamento com Pierre Curie, passou a ser chamada por todos de Marie Curie. Com poucas condições financeiras, decide estudar um tema relevante à Física, que intrigasse os cientistas. Parte então para as derivações dos Raios X. Seu ponto inicial foi os estudos de Becquerel, e os raios ainda enigmáticos seu projeto central. Assim Marie Curie dá início a seus estudos de doutoramento, que povoariam, anos mais tarde, a tabela periódica de Mendeleiev com mais dois elementos químicos, o Polônio e o Rádio, e toda uma nova idéia de átomo fruto da radioatividade.

Assim, a cientista começa seu trabalho necessitando criar, já de início, um laboratório para suas pesquisas. Consegue, a partir de seu marido, um espaço para trabalhar na Escola de Física – devido à amizade que o mesmo tinha com o diretor. Dispondo de um espaço, precisava transformá-lo em laboratório para dar início a seus experimentos científicos. Também junto a Pierre, consegue seus primeiros equipamentos: “uma câmara de ionização”, composta por um eletrômetro e um quartzo piezelétrico. Tal aparelhagem foi inventada por dois físicos muito conhecidos dela, Pierre Curie e Jacques Curie, seu irmão, para as pesquisas que elaboravam sobre eletricidade e magnetismo, que entre outras coisas tinham lhes rendido na Inglaterra o pequeno prêmio Davis, cedido por Lord Kelvin (Goldsmith, 2006).

Já com o laboratório iniciou suas pesquisas medindo o poder de ionização dos raios do Urânio – isto é, seu poder de tornar o ar um bom condutor de eletricidade e descarregar o eletrômetro a quartzo piezelétrico. O resultado da atividade dos raios foi medido exatamente de acordo com a quantidade de Urânio existente no metal analisado, de forma que o fenômeno não fosse influenciado pelo estado de combinação do Urânio. Isso estabeleceu, para Marie, a diferenciação desses raios em relação aos outros (os que Becquerel tinha afirmado), porque mesmo que em fracas proporções de intensidade nada os afetava; nem a luminosidade, nem o ambiente ou a temperatura, todos os problemas que ela não conseguia isolar em seu galpão.

O Urânio podia não ser o único a emitir raios dessa mesma natureza, por isso, mantendo o método por ela inventado com a ajuda do quartzo piezelétrico, pretendeu verificar, nessa aposta metodológica, se outros corpos químicos também emitem esses raios. Com a coleção de minérios disponíveis na Escola de Física (ela analisou todos) (Curie, 1944), foi possível perceber que esse fenômeno não é privilégio do Urânio, porque compostos químicos como o tório, emitem raios análogos.

Os primeiros trabalhos de Marie Curie não apresentavam nada novo. Antes de publicar suas conclusões, Carl Schmidt apresentou uma comunicação na Alemanha, afirmando que o tório, assim como o urânio, emitia os raios Becquerel. Isso aconteceu uns dias antes de Marie divulgar sua primeira comunicação (Curie 1896a). Ela experimentou, então, o método em outros minérios radioativos (que contêm Urânio e Tório), entre eles a pechblenda e a calcolita, que faziam parte do patrimônio pessoal de Eugène Dermaçay - funcionário da Escola de Física, que os cedeu gentilmente – considerando sua atividade radioativa anormal:

“Dois minerais, a pechblenda (óxido de Urânio) e a calcolita (fosfato de cobre e uranila) *mostram-se mais ativos que o próprio Urânio. Este fato é notável, e leva-nos a crer que tais minérios podem conter um elemento mais ativo que o Urânio*” (Marie Curie, 1898a). [grifos e parênteses meus].

Uma das dificuldades de Marie era publicar suas conclusões, uma vez que a Academia de Ciências só editava trabalhos que fossem apresentados por membros, e não aceitava mulheres. As pesquisas eram *dela*, mas as apresentações e láureas eram *deles*. Essa primeira nota foi apresentada à Academia de Ciências por seu antigo professor, Gabriel Lippman, em nome de Marie Curie, que conseguiu convencer o velho mestre (seu

orientador) da validade de suas pesquisas. O gênero aparecia desde já como um obstáculo suplementar, no que toca a prática científica, pois as relações de poder que atravessam os laboratórios estigmatizavam mulheres, as excluindo, o que dificultava a circulação de suas pesquisas³.

A “anormalidade” dos raios consistia no fato de que esses minérios emitiam raios muito mais fortes do que a quantidade de Urânio e Tório neles existentes; as quais eram possíveis de ver através do método da piezoeletricidade. Essa radiação anormal emitida pela pechblenda “poderia vir a ser” um fenômeno mais geral. Marie percebeu, junto com Carl Schmidt e com uma porção de tório, que esse fenômeno não era específico do urânio, mas também, com a pechblenda, evidenciou que não era um fenômeno isolado. Essa poderosa radiação implicou na hipótese de que outras substâncias (contidas no pechblenda) emitissem esses raios mais fortes, como ela mesma assinalou ainda em 1898.

O enunciado de que se tratava de um fenômeno mais geral, suscitou vários trabalhos sobre os raios becquerel, geralmente tentando “pôr a prova” a afirmação de Marie Curie. A hipótese que nossa cientista levantou contestava a natureza-fosforescência dos raios urânicos, posta por Becquerel, abrindo uma grande controvérsia, da qual fosforescência, e o que anos mais tarde se tornou a radioatividade, competiam ao estatuto de “autoridades naturais”. É notável como nesse momento a natureza-dos-raios aparecia como relativa. Qual a origem dos raios? Quais seus efeitos? Como explicar a radiação espontânea dos corpos radioativos? Os cientistas envolvidos nesse campo de pesquisa discordavam bastante acerca da essência do fenômeno, e isso pode ser visto nos textos, pela forma variada de como sua ontologia foi apresentada a partir das diversas relações dos cientistas e das entidades nos laboratórios. Eles sabiam que essa suposta entidade fazia algo (tinha propriedades), mas não sabiam por quais atributos nem a sua causa...

Já vimos, de certa maneira, como os raios sofreram alguns desvios de atributos e causas, desde trabalhos experimentais de Poincaré até o início das pesquisas de Marie Curie. Acompanhando essas transformações, agora veremos como Marie Curie mobiliza entidades não-humanas para seu experimento, promovendo alterações ontológicas nos raios até tornarem-se “a” radioatividade; entidade plenamente aceita. Marie (1898a) tinha

³ Tudo bem que mesmo cientistas como Pierre não poderiam apresentar suas pesquisas, pois não era membro, contudo, o fato de que a Academia não aceitava mulheres dificultava ainda mais a circulação dos manuscritos. Era difícil fazer alguém apresentar um trabalho de mulher. (Quinn, 1997).

lançado a hipótese de que na pechblenda poderia se encontrar um material mais radioativo que o urânio e o tório, e por isso desconhecido. Notem que nesse trabalho o “novo elemento” emitiria raios Becquerel, um fenômeno de fosforescência invisível, o que poderia vir a ser o polônio emitia raios como o urânio e como o tório, à maneira como Becquerel havia colocado. Contudo, a idéia de um novo elemento químico foi recepcionada com desdém no recinto masculino (Curie, 1944; Goldsmith, 2006). Para comprovar sua proposição empenhou-se num trabalho de química analítica.

Mas na divulgação dos resultados por seu professor na Academia, discordantes como Becquerel e outros cientistas contra-argumentaram na Academia de Ciências em relação a posição de Marie, pois aos olhos deles o Chumbo, o Bismuto, o Cobre, o Arsênio e o Antimônio também passam nessa prova (Latour, 2000). Para eles, os supostos metais se comportavam como outras substâncias, e não tinham raias espectrais que pudessem ser notadas.

A partir das críticas de seus “adversários”, Marie retoma suas pesquisas no laboratório, na qual dissolveu todos os metais referidos pelos discordantes em sulfato de Amônio, mostrando que a entidade ainda resistia. Por isso, a entidade não poderia ser nem Arsênio nem Antimônio que não passariam a essa prova, contudo, não escapa de ser Chumbo, Cobre ou Bismuto. No entanto, o Chumbo é precipitado pelo ácido sulfúrico enquanto a entidade permanece na solução; sendo como o Cobre precipitado pelo Amoníaco, mas com propriedades totalmente diferentes. Continuaram seus discordantes colocando obstáculos para que sua entidade não existisse, e a controvérsia manteve-se inflamando: “Então essa entidade é o Bismuto com propriedades ativas, não é outro elemento!”. Seguindo a controvérsia, ainda em 1898, a cientista recruta cada vez mais testemunhos não-humanos para seu experimento, elaborando testes para que a entidade mostre sua identidade. Então, Marie aqueceu o minério num tubo Boheme com o vácuo a 700°, percebe que o Bismuto se aglomerou na parte mais quente do tubo, enquanto a fuligem quatro vezes mais ativa que o Urânio e o Tório moveu-se para a parte mais fria⁴.

Nesse período, e podemos dizer que até hoje, as coordenadas de gênero, os atributos relacionais que constituem homens e mulheres mutuamente, dividem (sexualmente) os atributos, definindo mente, razão e objetividade como “masculinos”, e

⁴ Trecho pilhado de Marie e Pierre Curie (1898 b).

coração (e corpo), sentimento e subjetividade como “femininos”. Isso mostra, na verdade, como essas relações de poder ressoam para a exclusão da mulher do empreendimento científico (Keller, 2006). Um crítico Francês influente chamado Gustave Planche escreveu a um jornal, após ler algumas matérias sobre Marie Curie, algo que era cristalizado na França do contexto: “o papel da mulher e simplesmente o sexo e a reprodução” (Goldsmith, 2006).

Nossos cientistas (homens e mulher), até aqui, não separavam as palavras das coisas, epistemologia (as questões do conhecimento) de ontologia (as propriedades dos fenômenos). Entretanto, como um empreendimento científico, para funcionar, precisa depurar as coisas-em-si, todos ainda tinham problemas, pois precisavam afastar a subjetividade de suas pesquisas. Ela não partiu com as mesmas condições, há uma assimetria no poder que o gênero dá em relação a prática científica. É como se o masculino fosse sinônimo de ciência, enquanto o feminino fosse seu antônimo. Para fazer uma analogia: as coisas passavam como se as mulheres estivessem para o coração, assim como os homens estavam para a razão. Mas é aqui que o problema começa⁵.

O trabalho de Marie Curie foi atacar a mistura da pechblenda com ácidos, o que lhe proporcionou uma substância aquosa, que tratada com o Hidrogênio sulfurado manteve o urânio e o tório na solução, ao passo que uma entidade desconhecida se apresenta precipitada como um sulfureto (Marie Curie *et.ali*, 1898b). E esse material, isolado dos outros materiais radioativos, era muito ativo, mas ainda não era possível separá-lo do bismuto pelos procedimentos usuais. Através de processos de sublimação fracionada foi possível perceber um material 400 vezes mais ativo que o urânio puro, mesmo ainda unido ao bismuto. E, assim, lança sua segunda comunicação, desta vez junto a seu marido:

“Certos minerais que contém Urânio e Tório (pechblenda, calcolita e uranite) são muito ativos na emissão de raios becquerel. Num trabalho anterior *um de nós* mostrou que a atividade desses minerais é maior do que a do Urânio e do Tório, e *emitiu a opinião* que, *esse efeito será devido alguma substância* muito ativa, encerrada em pequenas quantidades, nesses minerais(...) *Cremos* que a substância *retirada* da pechblenda contém um metal ainda não assinalado, vizinho do Bismuto pelas propriedades analíticas(...) *Se a existência desse metal*

⁵ Diante das proporções que as pesquisas de sua esposa tomaram, Pierre Curie deixou de lado suas pesquisas sobre eletricidade e magnetismo para ajudá-la na empreitada que inaugurou. O interesse por parte de Pierre nos trabalhos sobre radioatividade trouxe outra expectativa (de gênero) aos estudos de Marie, pois este era um físico relativamente conhecido por suas pesquisas - altamente elogiadas por Lord Kelvin, inglês que predomina no campo da época - mas pouco reconhecido na França (E. Curie, 1944).

vier a se confirmar propomos que chame Polônio, recordando o nome de um país de origem de *um de nós*” (*idem*). [grifos meus].

Nas medidas radioativas daquilo a que propunham chamar de Polônio, encontrava-se uma intensidade radioativa ainda desproporcional aos teores apresentados no pechblenda que, por algum motivo, emitia raios ainda mais poderosos do que o Polônio substancia considerada, aos olhos do casal, a mais intensa. Esse fato fez com que eles separassem todos os corpos existentes no pechblenda para testar cada um deles, utilizando o método inventado por Marie. Por eliminação, os Curie perceberam que não havia no tubo Boheme um elemento apenas, pois seguindo seus testes, a fuligem “anormal” em relação ao Urânio e o Tório, refugiava-se não em uma parte do minério, mas em duas, o que, a partir de suas indicações metodológicas, poderia ser um segundo novo elemento, agora exatamente e extremamente mais radioativo (900 vezes mais ativo que o urânio). Em nome do casal e de mais um interessado recrutado, Bémont, é lançado uma outra publicação na *Actas* no dia 26 de dezembro de 1898:

As várias razões que acabamos de enumerar levam-nos a admitir que a nova substância radioativa encerra em um elemento novo, para o qual *propomos* o nome de Rádio. *Essa nova substância contém certamente uma dose de Bário*, mas, apesar disso, a sua radioatividade é considerável. *A radioatividade do Rádio, portanto deve ser enorme.* (Bémont, Pierre e Marie Curie, 1898c) [grifos meus].

Nos processos de mobilização, não foram somente agências não-humanas recrutadas, mas também humanas (Lipmamm, Bémont, Pierre e outros), fundamentais no processo de afastar gênero, pois deslocavam as proposições de um “Eu” feminino, para um “Nós” andrógeno. Como colocou Keller (1985), isso promove ao mesmo tempo um não-homem no duplo sentido: não era um homem em particular, mas era um *locus* para um não homem em todo observador particular. O pronome “Nós” excluía as mulheres, pois como eram pouco representadas nas ciências ficavam invisíveis, sendo seu trabalho esquecido na História masculina; por outro lado, ajudava Marie a publicar e mostrar suas conclusões, o que era impossível fazer sozinha, pois como vimos, a Academia de Ciências não aceitava publicações de mulheres.

Dessa vez, Marie e os outros dois pesquisadores envolvidos, digo Pierre Curie e Gustav Bémont conseguiram, através da análise electroscópica, notar uma raia espectral desconhecida - com ajuda de Eugene Demarçay, especialista no assunto. E a relação entre os não-humanos envolvidos na pesquisa mostra que, o que no primeiro artigo (1898a) era

um derivado dos raios becquerel (proveniente da fosforescência), passa a ser, ainda por hipótese, “a” radioatividade. “Aqui já não é só o humano que transporta informação mediante transformação, mas também o não-humano, que transita sub-repticiamente de atributos vagamente existentes para uma substância plena”(Latour, 2003: 143). Desse modo, Marie Curie torna seu dispositivo experimental interessante: uma forma de expressão que confere às coisas o poder de conferir a ela o poder de falar em seu nome.

Em um de seus artigos, Marie Curie coloca “à prova” as hipóteses de Becquerel (1896b), a refração, reflexão e polarização dos raios e nega a intensificação da radioatividade em exposição ao sol. No primeiro momento os esforços de Marie foram intensos para que os raios se diferenciasssem do fenômeno da fosforescência, mostrando-se como um fenômeno mais geral, ou seja, fazendo uma não-entidade aparecer como uma potencial entidade, associando suas ações a novos elementos químicos (radio e polônio). Após essa primeira luta, seu problema mudou de figura:

“Os raios urânicos foram freqüentemente chamados de raios becquerel. Pode-se generalizar esse nome, aplicando-o não apenas aos raios urânicos mas também aos raios tóricos e a todas radiações semelhantes. ***Chamarei de radioativas as substâncias que emitem os raios becquerel. O nome de hiperfosforescência que foi proposto para o fenômeno me parece uma falsa idéia de sua natureza***”(Marie Curie, 1899). [grifos meus].

Passadas as primeiras dificuldades, seu trabalho agora consistia em fazer a *atividade* das substâncias *que poderiam vir a ser elementos*, mostrarem que hiperfosforescência tratava-se de um erro teórico de Becquerel. A radioatividade é anti-Becquerel e não anti-fosforescência, pois essa última nunca poderia ter existido no que toca os raios urânicos. O que era uma não-entidade começa ter um lugar exato na taxonomia científica, *é uma propriedade atômica*. No começo da controvérsia ninguém sabia o que “era” o fenômeno, acompanhando somente suas ações, suas propriedades; agora a sua existência, seu Ser, passa a atuar como justificativa de todas as suas ações. Assim ela submete Becquerel e os outros cientistas a uma interessante política: quanto mais Marie fazia a radioatividade agir sozinha, calando seu rival, mais a radioatividade afastava Marie dos problemas com gênero, fazendo com que ela fosse progressivamente mais aceita, quero dizer, tratada como uma exceção.

Nesse período, seguindo o método da radioatividade, Marie Curie fez com que suas entidades passassem por diferentes condições ontológicas, na pretensão de estabilizá-las

como elementos químicos da tabela de Mendeleiev. Assim, eliminaria as controvérsias relativas à existência do fenômeno geral que ela passou a chamar de radioatividade. Por testes criados por Marie Curie, por eliminação, as fuligens ativas *deixaram de ser* progressivamente: o Urânio e o Tório pela força da radioatividade contida no minério; o Arsênio e o Antimônio pela dissolução em sulfato amônio; o Chumbo por não se precipitar pelo ácido sulfúrico; também não é o Cobre por conta das propriedades ativas; o Bismuto pelo teste de calor do tubo Boheme; e por último, o Bário pela “cristalização fracionada”, onde passam a ser fuligens muito mais ativas que qualquer outro metal conhecido - justificando a entidade-radioatividade.

Assim, é quando as entidades estão em seu estatuto ontológico mais fraco, ou seja, quando ainda se tratavam de fuligens ativas que Marie mais trabalha, mobilizando uma gama de elementos heterogêneos em prol de suas existências. “De um lado, os fatos são construídos experimentalmente, jamais escapando a seus cenários artificiais; de outro, é imperioso que os fatos não sejam construídos e que apareça alguma coisa não-artificial”(Latour, 2003: 146). Os experimentos possibilitaram uma continuidade entre Marie e as entidades, potencializada pela recalcitrância da entidade no laboratório.

Multiplicando agências...

Os Curie sabiam que segundo as regras da química só existe um novo corpo quando esse pode ser visto, tocado, para que seja possível pesá-lo, examiná-lo e submetê-lo a reações. Não existe elemento químico sem que este esteja em relações diferenciais, mais do que isso, a substância necessita ter seu peso atômico calculado; exigências impossíveis naquele momento. É possível calcular o peso atômico de uma substância isolando-a artificialmente em laboratório. Essa assertiva deslocou o interesse de Marie diretamente para a atividade química. O problema exigido pelas circunstâncias persistiu porque o *pechblenda* continha uma quantidade pequena da fuligem necessária para que o cálculo fosse possível. Era necessária uma imensidão de matéria prima, inviável diante das condições financeiras dos Curie. Logo Pierre parte para “fora” do laboratório, buscando possibilitar a pesquisa de sua esposa.

O *pechblenda* é um minério precioso que só poderia ser extraído nas minas de Joachimstal, na Boêmia, onde a Union Minière extraía os sais de Urânio utilizados na indústria de vidros. A retirada de Urânio, pela indústria - seguindo a hipótese da

radioatividade - deixaria intactas as entidades a serem separadas no minério, ou seja, o polônio e o rádio. Para onde iam os resíduos da pechblenda? Para o lixo? Imediatamente Pierre entrou em contato com um amigo, o Professor Suess, que por meio da Academia de Ciências de Viena conseguiu uma intervenção junto ao governo austríaco para que os resíduos do minério fossem doados aos Curie para fins científicos, o que lhes possibilitou uma tonelada gratuita de material (e outra parte maior, ao ar livre, devido à manipulação de gases tóxicos, foi cedida aos Curie na Escola de Física pelo Diretor Shutzenberger.)⁶.

Assim, o casal começa uma nova etapa da pesquisa com maior quantidade de gases tóxicos, fogo, ácido e outros instrumentos concebidos para fazer os supostos rádio-elementos surgirem diante dos olhos da comunidade científica. Nesse trabalho eles passam os anos de 1899 e 1900, quando Pierre passa a estudar as propriedades físicas dos produtos obtidos enquanto Marie continua na produção Química de uma quantidade maior de sais dos rádio-elementos puros⁷. Isso também aparece como uma divisão do trabalho que tem o gênero como mediador, aparece como forma de separar o trabalho de homens e mulheres qualitativamente, conforme as relações de poder. Segundo Stengers *et ali.*(1996), historicamente - do ponto de vista dos físicos - na física se compreende os fenômenos, enquanto na química se apreende⁸. A física é um trabalho concebido como mais reflexivo, a compreensão depende muito mais da capacidade mental, e por isso mais ligado ao masculino. A química é um trabalho concebido como mais motorizado, depende muito menos do raciocínio e muito mais dos trabalhos experimentais, e por isso mais ligado ao feminino. O problema é que isso corrobora, com uma imagem de inaptidão das mulheres para o trabalho reflexivo, ou racional, parte do exercício do poder masculino.

O impacto das últimas (e outras não abordadas aqui) considerações sobre os novos elementos atraiu o interesse de pesquisadores, que diante das assertivas dos Curie, tomaram

⁶ Nesse sentido, Pierre Curie tem uma atividade bem próxima àquela descrita por Latour (2000), “o ofício do chefe”.

⁷ Ocupando-se da purificação do minério e da “cristalização fracionada” das soluções fortemente radioativas, outro método inventado pelo casal, Marie percebe, após a manipulação da pechblenda no caldeirão de ebulição que a quantidade da matéria das suas entidades existentes no minério eram menores do que se imaginava de início. Mais trabalho!

⁸ Não é por acaso que até hoje a física é um reduto masculino em comparação a química. Se olharmos para os prêmios Nobel, veremos que na física nenhuma mulher venceu o prêmio sozinha. Até hoje os prêmios dessa modalidade sempre foram divididos com homens, enquanto na química, mulheres receberam o prêmio sozinhas algumas vezes. Assim aconteceu também com Marie Curie em seus dois prêmios, o primeiro em física dividido, e o segundo em química sozinha.

a iniciativa de pesquisar o tema da radioatividade. Um químico da Sorbonne chamado André Debierne apresentou, em 1900, um elemento “irmão” do rádio e do polônio ao qual deu o nome de Actínio. Antes mesmo de Marie conseguir isolar as entidades do pechblenda, um de seus irmãos, o Actínio, aparece como mais uma agência positiva, no que confere a existência dos rádio-elementos. As transformações, aqui, já não são somente de Marie e das entidades, mas também dos instrumentos que utilizaram, pois se no início eram inadequados, agora os pesquisadores os afirmavam como a melhor maneira de pesquisar esses fenômenos. Debierne é um caso, pois afirmou esse outro elemento a partir do método da piezeletricidade, quando escreveu com Pierre uma comunicação sobre a “radioatividade induzida”, provocada pelos sais de Rádio. Outro pesquisador interessado, George Sagnac, também junto a Pierre, compôs uma comunicação sobre “a carga elétrica transportada pelos raios secundários”.

Em 1900, chega ao casal as primeiras boas oportunidades de trabalho, tanto no sentido financeiro quanto no sentido acadêmico. Marie, além de receber pela segunda vez (1898) o prêmio Gegner em ciências, torna-se a primeira mulher a lecionar no ensino superior (Escola Normal Superior de Sevrès). Concomitantemente, Pierre recebe o convite de Henri Poincaré para lecionar na Sorbonne no cargo de física, química e ciências naturais (FQC). A diferença de prestígio das instituições não é mero acaso, iria demorar algum tempo para uma mulher lecionar física na Sorbonne (foi Marie, ela mesma, que assumiu a cadeira de Pierre, após sua morte em 1906). A partir do mesmo ano, o casal recebe cartas de nomes respeitados no campo científico que as entidades abriram controvérsia, sempre os indagando em relação às suas pesquisas e métodos. Nomes como os de: Willian Crokes de Londres, Suess e Boltzman de Viena. Essas correspondências resultaram em outras substâncias como o Mesotório, Radiotório, Iônio, Protactínio e o Rádiochumbo (Curie, 1944).

A radioatividade abriu outro campo de pesquisa graças aos estudos dos alemães Walkhoff e Giesel que evidenciaram as propriedades terapêuticas do rádio, mesmo ainda não reconhecido como elemento. A partir das considerações desses dois cientistas, Pierre expõe seu corpo à ação da substância química e observa uma lesão aparecer, ao mesmo tempo em que Becquerel por um acaso é lesionado por sais de rádio frutos de um presente de Marie. Isso proporcionou outra comunicação, apresentada em nome dos três sobre “a

ação fisiológica da radiação do Rádio”. Se o nome dos Curie (mas principalmente de Marie) passou a ser conhecido em lares da França, foi porque passou a ser associado à cura de tipos de câncer. O interesse por parte da medicina em relação à destruição de células doentes causou um novo impacto, pois logo: “o Rádio cura lupus, tumores, e certas formas de cancro”. Essa atividade da medicina a partir do Rádio foi nomeada de “Curieterapia”, hoje radioterapia.

Os resultados que o momento da radioatividade suscitaram, ajudaram a aumentar os recursos e o prestígio de Marie Curie, já em escala mundial. Cada vez mais recebia apoios financeiros, as indústrias farmacêuticas e os políticos passaram também a interessar-se pelo laboratório daquela mulher; é claro, “em nome da radioatividade”. Mas para isso Marie teve que conseguir ao mesmo tempo: compreender o que se passava com os raios desconhecidos; escrever muitas comunicações científicas; convencer seus colegas; despertar interesse de políticos e industriais; dar ao público um sinal positivo de sua pesquisa; ultrapassar as relações de gênero predominantes do campo científico da época; e, por último, fazer as entidades aparecerem aos olhos de todos em seu laboratório.

A radioatividade, entidade indiscutível na perspectiva científica do momento começa a ser produzida em escala industrial. Esse passo foi possível pela intervenção de Debierne sobre a sociedade central de produtos químicos, que se prontificou a custear, no final de 1902, o valor de vinte mil francos para a extração de matéria radioativa. Começa a empreitada de purificação em cinco toneladas de minério. Enquanto isso, a entidade de Marie (o elemento mais fortemente radioativo; o rádio), era cotada na bolsa de valores em 150.000 francos-ouro a cada grama. Isso o tornou o elemento químico mais valioso da história até o momento. Esse valor era devido a grande procura por parte dos industriais que buscavam a extração do elemento para fins da indústria.

Marie Curie conseguiu após cinco anos de pesquisa, em 1903, apresentar sua tese de doutoramento na Sorbonne com o título “Pesquisa de substâncias radioativas”, aos professores Lippmann, Bouty e Moissam que compuseram sua banca, recebendo o título de Doutora em Ciências Físicas com menção “très honorable”. Alguns meses depois, em dezembro, recebe o prêmio Nobel em Física em conjunto com Pierre e Becquerel. Madame Curie tornou-se a primeira mulher a receber essa condecoração, uma das mais respeitadas no meio científico, recebendo também vários outros prêmios e agremiações. A partir do

Nobel, Marie passou a ser conhecida como cientista e como cidadã internacional, a famosa Madame Curie.

No entanto, as coisas não se passaram naturalmente assim. Foram indicados para o prêmio Nobel em física de 1903, Henri Becquerel⁹ e Pierre Curie; sendo que a honraria destinava-se à descoberta da radioatividade¹⁰. Uma descrição destorcida da descoberta foi apresentada por quatro conselheiros, sendo um deles Gabriel Lippmann, o antigo orientador de Marie. Lippmann afirmou anos depois, que Marie era muito imatura para concorrer ao prêmio (Goldsmith, 2006: 93). A carta redigida e assinada pelos conselheiros afirmava que “aqueles dois homens, competindo com rivais estrangeiros haviam trabalhado juntos e separadamente alguns decigramas do minério” (Goldsmith, 2006: *idem*). Contudo, dias depois, a comissão julgadora do prêmio fez uma revisão e incluiu o nome de Marie Curie que passou a constar entre os laureados. A comissão julgadora revisou a decisão diante da indignação de Pierre, que se recusou a receber o prêmio, já que as pesquisas originalmente eram de sua esposa¹¹.

Mais (ou melhor, menos) estranho ainda é que no discurso de entrega do prêmio, feito por um representante da Academia de Ciências Sueca, a cientista foi tratada como uma mera assistente de pesquisa dos outros dois “vencedores”. Ainda na cerimônia do prêmio, Dr Törnebladh, o representante da academia continuou:

“O grande sucesso do professor e Madame Curie (...) faz-nos ver que a palavra Deus a uma luz totalmente nova: não é bom que o homem esteja só; far-lhe-ei uma auxiliadora que lhe seja idônea” (*apud*. Goldsmith, 2006:96).

O Nobel foi dividido em duas partes, metade para prof^o Becquerel, da influente linhagem da Academia de Ciências de que proveio, e metade para o prof^o Curie e sua esposa (“o casal”, visto como um só). As resistências à inserção das mulheres na ciência

⁹ Henri Becquerel descende de uma família tradicional de físicos e químicos franceses. Secretário da Academia de Ciências, membro da Sociedade Real, da Academia de Lincei, das Academias de Washington e de Berlim, em 1903 Becquerel recebeu, juntamente com Pierre e Marie Curie, o Prêmio Nobel de Física, por conta de suas pesquisas com minérios radioativos.

¹⁰ Muito provavelmente Becquerel foi incluído no prêmio, por conta dos créditos que Marie e Pierre deram a ele (1898 b): “se a existência de um novo elemento for confirmada, a descoberta se deverá inteiramente ao método de investigação proporcionado pelos raios Becquerel”. Para uma posição segundo o qual Becquerel não descobriu a radioatividade, ver Martins (1990).

¹¹ Quando ficou sabendo do ocorrido, Mittag-Leffler, editor chefe da *acta matemática* e um dos consultores do prêmio do ano, comunicou Pierre Curie que se recusou a receber. Assim, o conselheiro, mesmo minoritário (estava a favor de Marie) exerceu uma pressão considerável para que a cientista fosse incluída. Ver Goldsmith (2006).

também se tornam visíveis nas condecorações em que “a” radioatividade foi premiada. Todos sabiam que as pesquisas eram originalmente de Marie Curie; Pierre foi quem passou a auxiliá-la, mas ela, mesmo assim, era vista como uma “auxiliadora” de seu marido na produção científica. O poder que o gênero conferia na organização das relações era substancial, e não é à toa a invisibilidade das mulheres na história da ciência. Tal invisibilidade que Marie foi uma das primeiras a se esquivar, por ter tido a possibilidade de ser tratada como uma exceção, como uma mulher excepcional. Afinal de contas ela recebeu o Nobel (que, diga-se de passagem, não tinha a mesma relevância que tem hoje, por ser um prêmio de três anos de existência), um grande feito diante das obliterações exercidas pelo poder naquele contexto.

A pretensão desses cientistas, em tornar a radioatividade uma “autoridade Natural”, havia tomado grandes proporções, pois as propriedades dos rádio-elementos podiam destruir teorias fundamentais aceitas na física há séculos. E demorou muito tempo para que Marie, com ajuda de seus aliados, pudesse fazer-existir a radioatividade. Houve também outras resistências, tanto no que toca às questões atômicas, quanto no que toca à existência dos elementos químicos. A linha de fuga que Marie Curie constituía a partir de seu duplo (a radioatividade), não foi tão simples, já que as capturas não cessaram e outros desvios e combates aconteceram. Enfim, a história da radioatividade e das dificuldades suplementares de Marie Curie é longa e rica, e não será possível contá-la aqui. Existem outras relações, outras transformações. Agora é preciso cortar a rede...

Pensando Gênero com a Radioatividade

Em meio a essas complicações é possível perceber um duplo agenciamento: quanto mais Marie Curie se movimenta no laboratório, mais mostra radioatividade e os rádio-elementos para o mundo; e quanto mais as entidades desenham-se como Entidades, mais mostram Marie Curie, a mulher cientista, para o mundo¹². Como diriam Deleuze-Guattari (2005), *evolução a-paralela, duplo-devir*. Se Marie não produzisse um dispositivo experimental que convencesse os cientistas daquilo que estava falando, não haveria ajuda de Pierre. Então, nada de laboratório e muito menos de radioatividade. Sem esta, não haveria colegas cientistas e toneladas de pechblenda. Com isso, adeus também à opinião

¹² Processo análogo ao demonstrado por Latour (2003)

favorável a Curieterapia e aos financiamentos provenientes dela. Enfim, nada de prêmio Nobel, e, conseqüentemente, nada de mulher (visível) na ciência.

A produção de história do “Caso Marie Curie” parece ter ocorrido como uma *oração ordenada adversativa*. Tudo se passava como se toda afirmação em relação à Marie Curie fosse seguida por uma classe de palavras com aspecto de negação (mas, contudo, entretanto, todavia). Essa seqüência era dotada de gênero. Seu trabalho científico foi reduzir a concebida e substantiva quantidade de força “negativa” que portava o gênero feminino naquele contexto, em proveito da possibilidade “positiva” da existência da radioatividade. Foi fazendo existir a radioatividade (passando a ser progressivamente majoritária entre os cientistas devido ao seu incansável trabalho), que Marie encontrou a possibilidade de uma linha de fuga para a produção científica. Marie Curie agia para a radioatividade agir sozinha, desvanecendo o poder de ação masculino/feminina de sua invenção-descoberta.

Cada vez que um pesquisador relacionava sua pesquisa à radioatividade (ou seja, fazia outros não-humanos estabelecer relações com ela), ajudava a constituir “em nome da radioatividade” um novo status também para Marie, fruto da continuidade que o acontecimento produziu pela possibilidade de afirmar “isso é científico”. Quanto mais “a” radioatividade existia, mais se multiplicavam as agências em torno dos experimentos. Essa multiplicidade de agências em torno da radioatividade eclipsava Marie do foco do poder, corroborando cada vez mais para que Becquerel estivesse errado. Portanto, criou-se um novo território à física e um novo território à Marie, por conta dos movimentos ontológicos constituídos nas (e pelas) relações, que, assim, os fizeram mudar de status reciprocamente. Eis que se constituiu um “novo território existencial” (Deleuze-Guattari, 2005), um novo caminho para a ciência; uma porta de entrada para as mulheres.

Marie Curie era uma cientista obstinada e apaixonada pelo ofício. Seu desejo era fazer-existir “a” radioatividade diante da comunidade científica. Digo isso porque o realismo produzido com a ajuda de instrumentos laboratoriais e de todo o resto que mobilizou, transformava, cada vez mais, a desigualdade de gênero num simples fetiche sexista, ou seja, numa ideologia subjetiva e discriminatória, e assim sendo, não deveria ser considerado pelos homens de ciência. Assim, por conta do deslocamento de ação, estava a radioatividade (Marie Curie) para o racional, assim como as diferenças de poder que o

gênero conferia estava para o subjetivo. (Todo o inverso simétrico do que pressupunha as relações entre homens e mulheres no início desse texto). O “Caso Marie Curie” fez variar o sentido dos dualismos masculino/feminina e razão/coração, movimentou outras intensidades que deslocaram esses moveis de lugar. Isso fez-se por uma desterritorialização relativa das lógicas binárias do modelo falocêntrico (Haraway,1995) das relações; um devir-radioatividade que traçou uma linha de fuga que usurpou o caráter significante do gênero.

Assim toda e qualquer afirmação negativa em relação à radioatividade era considerada obscurantista e irracional. Marie conseguiu criar um dispositivo experimental que explica o “porquê” da radioatividade, e que tem ao mesmo tempo como vocação desqualificar outras caracterizações. O fenômeno da natureza, a radioatividade, operava como um centro de ressonância, que obliterava as relações de poder que tendiam a excluir as mulheres da ciência - o “trabalho masculino”. Devido a essas correlações que a radioatividade impunha, Marie Curie foi desterritorializando-se dos focos de poder e, ao mesmo tempo estabilizando as suas entidades, encontrando enfim, visibilidade na história.

Esse jogo de forças garantiu a Marie Curie uma posição de exceção diante da comunidade científica, de uma maneira que sua diferença-mulher não se tornasse um vetor de bloqueio, constituindo, ao contrário, uma “linha de fuga” para a possibilidade de produzir objetividade; logo, ciência¹³. É pela diferença que foi diferindo a partir do laboratório, que Marie apresentou a existência de um determinado ser (a radioatividade) que passou a Ser a razão pela qual existe qualquer diferença. “Em matéria de ciências obter êxito em fazer da Natureza autoridade e fazer história são sinônimos. O poder de fazer a diferença está do lado do acontecimento, criador de sentido a espera de significados”(Stengers, 1996:113).

O “Caso Marie Curie” fez passar um corte nas relações de poder, a oposição masculino/feminina mudaram de lugar. Quanto mais a radioatividade era firmada ontologicamente, ou seja, passou a existir, mais o gênero se eclipsava, e mais a “senhora Curie” se tornava Madame Curie. A assimetria entre a radioatividade e as relações de gênero, criada a partir do laboratório tornou-se então, uma assimetria entre o passado

¹³ “A construção da objetividade nada tem de objetivo” (Stengers, 2002; Latour, 1994). Talvez no sentido epistemológico do termo. O que os cientistas consideram objetivo é o produto dos seus experimentos, não a causa deles, isso é muito diferente do que os epistemólogos consideram objetivo, a natureza transcendente.

(fosforescência) e o futuro (radioatividade). Tal acontecimento, esse devir-radioatividade de Marie Curie, faz as relações de poder gaguejarem, colocando em movimento toda uma outra-cosmopolítica¹⁴: homens, mulheres e coisas-em-si, arrebatados à seu favor como adeptos para sua maior causa; a Ciência.

Bibliografia:

BECQUEREL, Henri. 1896 a. Sur les radiations émises par phosphorescence. *Comptes Rendus*, N° 122, págs. 420-421.

_____. 1896 b. Sur les radiations invisibles émises par les sels d'uranium. *Comptes Rendus*, N° 122, págs. 689-694.

_____. 1896 c. Sur les propriétés différentes des radiations invisibles émises par les sels d'uranium, et du rayonnement de la paroi anticathodique d'un tube de Crookes. *Comptes Rendus*, N° 122, págs. 762-767.

_____. 1896 d. Émission de radiations nouvelles par l'uranium métallique. *Comptes Rendus*, N° 122, págs. 1086-1088.

CURIE, Eve. 1944. *Madame Curie*. São Paulo: Companhia editora nacional.

CURIE, Marie. 1899. Les rayons de Becquerel et le polonium. *Revue Generale des Sciences*, 10, 41-50.

_____. 1898 a. Rayons émis par les composés de l'uranium et du thorium. *Comptes Rendus*, N° 126, págs. 1101-1103.

_____ e CURIE, Pierre. 1898 b. Sur une substance nouvelle radio-active, contenue dans la pechblende. *Comptes Rendus*, N° 127, págs. 175-178.

_____; CURIE, Pierre e BÉMONT, Gustave. 1898 c. Sur une nouvelle substance fortement radioactive, contenue dans la pechblende. *Comptes Rendus*, N° 127, págs. 1215-1217.

DELEUZE, Gilles & GUATTARI, Felix. 2005. *Mil Platôs. Capitalismo e esquizofrenia*. São Paulo: Ed.34, (Vol, 1, 2, 3, 4, 5).

HARAWAY, Donna. 1995. Saberes localizados: a questão da ciência para o feminismo e o privilégio da perspectiva parcial, *cadernos pagu*, nº5.

_____. 1991. Simians, cyborgs, and women: the reinvention of nature. New York: Routledge.

_____. “‘Gênero’ para um dicionário marxista”, *cadernos pagu*, 22, pp.201-246.

HENRY, Charles. 1896. Argumentation du rendement photographique des rayons Roentgen par le sulfure de zinc phosphorescent. *Comptes Rendus*, N° 122, págs. 312-314.

KELLER, Evelyn Fox. 2006. Qual foi o impacto do feminismo na Ciência. Campinas: *Cardernos Pagú* vol.27.

¹⁴ Ver, Stengers (1997).

_____. 1985. *Reflections on gender and science*. New Heaven, Yale University Press.

_____. 1983. *Felling for the organism: the life and work de Barbara MacClintock*. New York , W. H . Freeman and company.

LATOURE, Bruno. 2005. *Reassembling the Social- An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford University Press.

_____. 2004 a. *Políticas da Natureza*. Bauru: Edusc.

_____. 2004 b. Por uma antropologia do centro (entrevista com o autor). *Mana* Vol.10, nº 2.

_____. 2003. *A esperança de pandora* . Bauru: Edusc.

_____. 2000. *Ciência em ação*. São Paulo: Ed. Unesp.

_____. 1994. *Jamais fomos modernos*. São Paulo: Ed. 34.

LEBON, Gustav. 1897. Nature des diverses espèces de radiations produites par les corp sous l'influence de la lumière. *Comptes Rendus*, Nº 124, págs 755-758.

MARTINS, Roberto de Andrade. 1998. A descoberta da radioatividade. In Santos, Carlos Alberto dos. *Da revolução científica à revolução tecnológica*. Porto Alegre: Instituto de física da UFRS.

_____. 1990. Como Becquerel não descobriu a radioatividade. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 7.

NIEWENGLOWSKI, G.H. 1896. Sur la propriété qu'ont les radiation émises par le corps phosphorecents, de traverser certains corps opaques à la lumière solaire, et sur les experiences de M.G. Lebon, sur la lumière niore. *Comptes Rendus*, Nº 385-386.

POINCARÉ, Henry. 1896. Les rayons cathodiques et les rayons Roentgen. *Revue Generale des Sciences*, 7, 52-59.

PUGLIESE, Gabriel. 2006. *Pesquisando Rádio-elementos ou Andando de Bicicleta: Uma Antropologia da Química de Marie Curie*. ANAIS/ ABA, CD 2.

QUINN, Suzan. 1997. *Marie Curie – uma vida*. São Paulo: Scipione.

SEDENÕ, Eulália Perez. 1999. Ciência, valores e guerra na perspectiva CTS in Alfonso-Goldfarb e Beltran, Maria Helena Roxo (Orgs.). *Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*. São Paulo: EDUC.

STENGERS, Isabelle. 2002. *A invenção das ciências modernas*. São Paulo: Ed. 34.

_____. 1997. *Cosmopolitiques 1*. Paris: La Découverte/Les Empêcheurs de Penser em Rond,

STENGERS, Isabelle & BENSUADE-VINCENT, Bernadette. 1996. *História da química*. Portugal: Instituto Piaget,