HISTORIA DA FÍSICA
LISE MEITNER E OTTO HAHN: UN NOBEL NON COMPARTIDO

CONSTANTINO ARMESTO RAMÓN

Instituto Illa de Tambo, Marín

Propúxenme buscar as claves científicas que conduciron á explosión das bombas atómicas en Hiroshima e Nagasaki. É moi coñecido e está ben documentado o descubrimento da conversión de masa en enerxía, data de 1905, cando o científico alemán Albert Einstein publicou o seu famoso artigo $E= mc^2$ en Annalen der Physik. Non sucede o mesmo coa autoría do achado da fisión nuclear. Segundo o comité Nobel, Otto Hahn descubriu en 1938 a fisión do átomo, e por iso concedéuselle o premio; non obstante os datos históricos achegados por Ruth Lewin Sime poñen en dúbida o acerto do xurado. Segundo ela, Lise Meitner foi a autora do descubrimento, coa colaboración de Hahn. Quería descubrir a verdade. A continuación resumo o resultado da miña pequena indagación.

O ENCONTRO

Lise Meitner naceu en Viena, en 1878, e Otto Hahn en Frankfurt, en 1879. Coñecéronse na Universidade de Berlín, el chegou en 1906, ela en 1907; el, despois de sucesivas estanzas en distintas universidades, integrouse como radioquímico, ela, baixo a dirección de Max Planck, vai traballar en radiactividade.

El é atlético, extrovertido e encantador, ela é introvertida, tímida e retraída. Pronto se fixeron moi amigos: teñen case a mesma idade, gústalles pasear xuntos polo campo e encántalles interpretar música, especialmente a Brahms e Beethoven: “Hahn asubiaba partes extensas do concerto de Beethoven para violín, ás veces alterando intencionadamente o ritmo do último movemento só para poder rirse das miñas protestas”.

En 1913, Otto casou cunha nova estudante, Edith Junghans. Lise asegurou que non tiña importancia.

1914 A 1918. GUERRA MUNDIAL: PRIMEIRA FASE

Durante a Gran Guerra Meitner enrolouse como enfermeira voluntaria para traballar nun hospital, ocupación que non lle impediu continuar co seu labor investigador.

Hahn incorporouse ao exército alemán na fronte occidental e colaborou no desenvolvemento, manufactura e uso de novas armas químicas baixo a dirección de Fritz Haber (Nobel de química en 1918). En xaneiro de 1915 Haber explicou a Hahn que a guerra se paralizara nas trincheiras e que facían falta novas armas. Walther Nernst (Nobel de química en 1920) fracasou no intento de inhabilitar as trincheiras con irritantes químicos e o propio Haber abandonou o proxecto, despois de que unha explosión no seu laboratorio matase ao seu axudante Otto Sackur. Cando se incorporou Hahn os investigadores xa renunciaran ao proxecto inicial e buscaban matar con gas. O exército destinou a Hahn, co grao de tenente, e a algúns dos seus colegas (James Franck, Gustav Hertz, Wilhelm Westphal e Erwin Madelung) no rexemento trinta e seis, onde se lles adestrou no uso de gases velenosos. Un par de meses despois, Hahn estaba na fronte como experto en gases dun rexemento de infantaría. En Yprès (Bélxica) e en abril de 1915, o exército alemán liberou gas nunha fronte de máis de seis quilómetros: formouse unha nube de entre seiscentos corenta e novecentos quince metros de espesor que chegou ás liñas francesas: afectou a máis de quince mil homes e matou a un terzo deles. Este suceso marca o inicio das guerras químicas cientificamente organizadas. Otto Hahn recoñecerá na súa autobiografía: “Como resultado de traballar con substancias tan tóxicas nosas mentes anubráronse tanto que perdemos todo escrúpulo.”

BERLÍN 1907-1934: COLABORACIÓN CIENTÍFICA

En 1907 empezou unha frutífera colaboración entre Lise Meitner e Otto Hahn, sendo a radiactividade, descuberta en 1896 por Antoine Henri Becquerel, o obxectivo do seu interese. Os seus primeiros traballos conxuntos rendéronlles beneficios; en 1912, cando se inaugurou o novo Instituto de Química Kaiser Wilhelm, en Berlín, nomearon a Hahn xefe dun departamento de radiación, do cal Meitner formaba parte. O novo laboratorio permitiulles estudar substancias de débil radiactividade como o rubidio e o potasio; unha investigación que, posteriormente, se concretaría no método do estroncio para determinar a idade xeolóxica das rochas. Ambos os dous investigadores, en sintonía cos experimentos de Rutherford (1909-1911) en Inglaterra, contribuíron á construción dun conxunto de coñecementos sobre o funcionamento dos átomos. A súa colaboración culminou en 1918, pouco despois do armisticio; Lise Meitner anunciou o descubrimento do protactinio, un novo elemento radiactivo; no artigo que dá testemuño diso, ela incluíu o nome del en primeiro lugar.

Na década dos vinte, o laboratorio orixinal dividiuse en dous departamentos, un dedicado á radioquímica, dirixido por Hahn, e o outro á física nuclear, dirixido por Meitner. Ela, consciente da súa capacidade intelectual, séntase en primeira fila nos congresos de física, xunto con Einstein e Planck. El dedicouse a estudar as aplicacións da radiactividade, un asunto máis sinxelo. Hahn describiría o período como a etapa que achegara recoñecemento internacional ao instituto, debido sobre todo ao traballo de Meitner.

ANO 1933: CONTEXTO POLÍTICO

Entre os anos 1919 e 1933 apareceu en Alemaña a mellor xeración de físicos da historia. As universidades alemás alcanzaron unha excelencia poucas veces igualada: Max Planck, Albert Einstein, Max von Laue, Walter Nernst, Wilhelm Wien, Max Born, James Franck, Philipp Lenard, Johannes Stark, Gustav Hertz, Otto Stern, Werner Heisenberg, Peter Debye e Erwin Schrödinger, todos eles gañadores do Nobel, ensinaban nas súas aulas. Resulta difícil explicar a causa desta eclosión, pero doada a razón do seu súbito final: a chegada dos nacionalsocialistas ao poder en 1933; nese ano o chanceler Adolf Hitler promulgou unha lei na que ordenaba a expulsión dos funcionarios non arios. Aproximadamente mil seiscentos profesores universitarios (un de cada sete), entre eles un centenar de físicos, foron despedidos. Catorce gañadores do Nobel, dez físicos e catro químicos, marcharon, a maioría en 1933, Albert Einstein, James Franck, Max Born, Otto Stern, Hans Bethe, Erwin Schrödinger, o húngaro Eugene Wigner, o suízo Felix Bloch, Peter Debye, Dennis Gabor, Fritz Haber, Gerhard Herzberg, Victor Hess, George de Hevesy; tamén se exiliaron Edward Teller, Leo Szilard, Otto Frisch e Rudolf Peierls. Enrico Fermi, James Franck, Maria Goeppert-Mayer, Edward Teller, Víctor Weisskopf, Eugene Wigner e John von Neumann. A metade dos vinte e seis físicos nucleares alemáns citada na literatura antes do 1933 emigrou; e moitos deles traballaron no Proxecto Manhattan, que dotou da bomba atómica aos EUA (mesmo Robert Oppenheimer, director científico do proxecto obtivo o seu doutorado, en 1926, na Universidade alemá de Göttingen).

Max Planck, o presidente da Sociedade Kaiser Wilhelm, reuniuse con Adolf Hitler para apuntarlle as consecuencias da política nacionalsocialista: a emigración dos científicos xudeus mutilaba Alemaña, porque os países estranxeiros se aproveitaban do seu talento. O chanceler respondeulle cunha diatriba antisemita.

Os científicos que quedaron en Alemaña enredáronse nunha feroz polémica sobre a superioridade da física alemá ante as novas teorías que cualificaban como xudeizantes (relatividade e cuántica).

A Lise, xudea austríaca, considéraselle estranxeira en Alemaña e por iso non lle afectan as leis arias. Non parece decatarse do perigo en que se acha, a pesar de que moitos dos seus alumnos e colaboradores son nacionalsocialistas.

1934-1937: LIDERADO CIENTÍFICO DE LISE MEITNER

Ano 1932: O descubrimento do neutrón por James Chadwick (1891-1974) provocou o resurximento da investigación en química nuclear.

Ano 1934: Irène Curie (1897-1956) e Frédéric Joliot (1900-1958) descubriron os primeiros isótopos radiactivos artificiais. “Despois do descubrimento houbo unha especie de escorrentada de años para repetir o experimento coas máis obvias variacións (eu [Otto Frisch] fun un dos años). Só Fermi tivo a intelixencia de lanzarse nunha dirección moi diferente e extremadamente frutífera”.

Ano 1934: En Roma, Enrico Fermi formulouse a posibilidade de usar neutróns como proxectís para conseguir os núcleos radiactivos artificiais. A maior parte dos investigadores estimou que a liña de investigación carecía de futuro: consideraba que os neutróns, ao contrario que as partículas alfa, eran máis escasos, e obviaba que os neutróns poderían ser proxectís máis eficaces, ao non ser repelidos polo núcleo. Ás poucas semanas de traballo, Fermi probou que varios elementos se volven radiactivos cando se lles bombardea con neutróns lentos; un pouco máis tarde anunciou que o bombardeo do uranio producía unha nova clase de radiactividade.

Ano 1934. Lise Meitner, un dos expertos de maior prestixio internacional, interesouse polos resultados de Fermi; pero para analizar os novos elementos necesitaba un químico familiarizado coa separación dos isótopos radiactivos: "Encontrei que estes experimentos eran tan fascinantes que, en canto apareceron en *Nuovo Cimiento* e en *Nature*, convencín a Otto Hahn de colaborar directamente comigo outra vez [...] para resolver estes problemas" e "que non se chegaría a ningún sitio neste campo só coa física. Facía falta a axuda dun químico do calibre de Otto para ter éxito". Lise Meitner toma a iniciativa de continuar a colaboración interrompida, había doce anos, con Otto Hahn.

Ano 1935, 1936 e 1937. En Berlín, Meitner e Hahn toman como asistente a Fritz Strassman, un mozo químico, que colaborará con eles. [Strassmann, por convicción ideolóxica negárase a entrar na Sociedade Alemá de Química, asociada aos nacionalsocialistas. Durante a guerra xogarase a vida ao esconder un amigo xudeu]. Os tres investigadores achan que, ao bombardear o uranio con neutróns, se forma un gran número de núcleos radiactivos. Sospeitan que se trata de elementos transuránicos descoñecidos, que intentan separar, para proceder á súa identificación. Non o conseguen: non consideran posible a rotura dun núcleo atómico. Ao bombardear o uranio con neutróns identifican tres procesos radiactivos: só un parécelle comprensible a Meitner, quen sospeita dos outros dous. Segundo ela, os resultados eran "difíciles de conciliar coa nosa concepción actual da estrutura nuclear".

ANO 1938: O DESCUBRIMENTO

Marzo. Alemaña anexiona Austria: Lise Meitner convértese en alemá. "A xudea pon en perigo o noso instituto" comezou a murmurar Kurt Hess, un colega químico. Otto Hahn calou: a maioría dos científicos alemáns simpatizaba coas instrucións do novo goberno nacionalsocialista.

Xullo: día 13. Meitner escapou de Berlín coa roupa posta, sen pasaporte e cunhas cantas moedas. Logrou chegar a Holanda, despois a Dinamarca e por fin a Suecia. No seu diario escribe "Hahn di que non debo regresar máis ao instituto. Basicamente envioume lonxe."

Agosto. Meitner instálase en Estocolmo e mantense ao corrente das investigacións en Berlín mediante un contacto epistolar permanente con Otto Hahn. A ninguén revela a conduta do seu amigo; doída ("Lise quedou moi infeliz despois de deixala desamparada"), polo menos continúa co seu traballo.

Outubro. Mediante unha nova técnica elaborada por Iréne Curie e Pavel Savich, Hahn e Strassman achan un novo elemento entre os produtos de desintegración do uranio bombardeado: identifícano como un isótopo do radio.

Novembro. Hahn reúnese con Meitner en Copenhague (o encontro mantívose en segredo para evitar problemas políticos a Hahn; e el non o mencionou nas súas memorias). Hahn admite que ignora o que sucede nos seus experimentos, ela dubida de que o produto obtido fose radio: parécelle imposible que o uranio poida converterse en radio.

Decembro. Ao regresar a Berlín, Hahn dixo a Strassman que Meitner lle indicara que verificasen a presenza do radio. "A opinión e o xuízo de Meitner pesaban tanto sobre nós en Berlín -relatou Strassman-, que emprendemos de inmediato as experiencias necesarias. Ao repetir o traballo cos aparatos de alta calidade de Meitner, que aínda se encontraban no seu laboratorio abandonado, decatáronse de que as propiedades do radio, que crían ter encontrado entre os produtos, eran idénticas ás do bario.

"Luns á noite no laboratorio

Estimada Lise

Hai algo tan especial nos isótopos do radio que por agora só cho dicimos a ti... talvez poidas suxerir algunha explicación fantástica... Se houbese algunha cousa que podes propoñer para publicar, en certo modo aínda sería traballo de nós os tres.

Otto Hahn".

Durante o experimento engadiran bario aos produtos de desintegración do uranio, pero despois, ao extraer o bario, non conseguían eliminalo a radiación. Non entendían o fenómeno, estaban atrapados, ignoraban que o bario radioactivo que identificaran entre os produtos da desintegración do uranio proviña da escisión do uranio en dúas metades [bario e kriptón]. Hahn escribiu a Meitner "Farás unha boa acción se consegues encontrar unha saída". "Meitner era o cerebro do noso equipo" explicou Strassman, a ela competíalle aclarar aquel resultado inverosímil pois ela guiaba, dende Estocolmo, a investigación en Berlín.

Hahn: "Xa sabemos que o uranio non pode realmente rebentar dando bario". Contestación de Meitner: "xa de nada se pode dicir é imposible". Ela estaba disposta a considerar que o bario non contradicía a teoría. Despois de recibir a carta de Meitner, Hahn engadiu un parágrafo ás probas de imprenta do seu artigo suxerindo que o núcleo de uranio se partira en dous; cóntao así: "En xaneiro de 1939 publicamos un resumo destes experimentos que se separan de todos os experimentos previos en física nuclear. Ao interpretar os experimentos fomos moi cautelosos... A nosa excesiva cautela debíase, sobre todo, ao feito de que, como químicos, non nos atreviamos a anunciar un descubrimento revolucionario en física. Non obstante, falamos de estalido do uranio, así chamamos ao sorprendente proceso que producira bario". Hahn comentaría máis tarde que se Meitner se tivese achado en Berlín tería negado a posibilidade do bario; pero a carta que recibira dela indica o contrario.

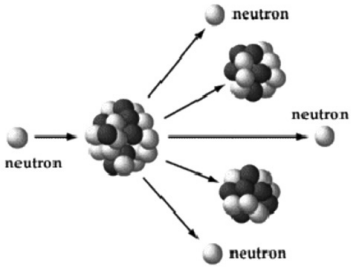
Decembro: Nadal. "Foi entón cando eu aparezo [Otto Robert Frisch], porque Lise Meitner se sentía soa en Suecia e, como sobriño devoto, fun a visitala en Nadal. Alí, nun pequeno hotel, en Kungalv, preto de Goteborg, encontreina almorzando e meditando sobre unha carta de Hahn. Mostreime escéptico sobre o contido -que o bario se formaba por bombardeo do uranio con neutróns- pero ela seguiu dándolle voltas. Camiñamos na neve, eu con esquís, ela a pé [...] e gradualmente a idea foi collendo forma [...] era un proceso que se debía explicar en termos da idea de Bohr, ou sexa que o núcleo era como unha gota líquida; semellante gota pode alongarse e dividirse. [...]. No primeiro artigo utilicei a palabra "fisión", que me suxeriu o biólogo norteamericano William A. Arnold, a quen lle preguntei como se chamaba a división dunha célula".

A comprensión do que sucedera nos átomos aconteceu nun día e foi lenta. Comeza coa tía (Meitner) e o sobriño (Frisch) discutindo durante o almorzo. Por que o bario de Berlín mostraba

radiactividade? O sobriño -igual que Hahn e Strassman- suxeriu que se trataba dun erro, pero a tía rexeitou esa hipótese: Hahn era un químico competente. Os resultados do experimento poderían explicarse se o uranio rompera en dúas metades (un núcleo de bario ten preto da metade dos protóns dun núcleo de uranio); pero tal fenómeno era imposible segundo os coñecementos que se tiñan do núcleo - traballo de Rutherford incluído-. Con máis de duascentas partículas no interior do núcleo de uranio, a forza nuclear tiña que ser excepcionalmente poderosa. Como un só neutrón podería destruír tales unións? Non se tira un seixo contra unha rocha esperando que rompa.

Rematado o almorzo, fóronse pasear. Meditaban en silencio. Como era posible romper un núcleo cun só impacto? De onde proviría a enerxía? Subitamente Meitner recordou unha conferencia de Einstein na que recapitulaba os seus descubrimentos de 1905: descubrir que a masa xurdía da enerxía era tan sorprendente -contou décadas máis tarde- que aínda agora a recordo ben.

Detivéronse a pensar. O modelo máis recente de núcleo debíase a Niels Bohr (o xefe do sobriño), quen o concibía como unha gota líquida e non como un conglomerado de esferas soldadas. A tensión superficial, que mantén unida a unha gota de auga, aseméllase á forza nuclear, que mantén unidos aos protóns, a pesar da repulsión eléctrica que tende a separalos. Nun núcleo pequeno ou mediano a forza nuclear sempre supera a eléctrica; pero nun núcleo inmenso, como o do uranio, o exceso de tamaño podería desequilibrar a balanza. Ao vibrar, o núcleo de uranio podería encontrase en precario; como unha gota de auga estirada inmediatamente antes de que un pequeno empuxón a rebente; a penetración dun neutrón proporcionaría o pequeno impulso para romper o núcleo.



Tía e sobriño, no frío bosque escandinavo, debuxaron as vibracións dun núcleo. Xa tiñan o mecanismo: había que confirmalo. Sabían que para separar dous protóns se necesita unha enerxía de douscentos millóns de electronvoltios. De onde procede? Conta Frisch: " [A miña tía]... chegou ao resultado de que os dous núcleos formados pola división do uranio serían máis lixeiros que o núcleo de uranio inicial en preto dun quinto da masa dun protón". Considerando que na desaparición da masa se crea enerxía, segundo a fórmula $E = mc^2$, Meitner fixo as contas; Frisch recordou máis tarde "un quinto da masa dun protón eran precisamente douscentos millóns de electronvoltios. Era esta a fonte de enerxía, todo axustábase."

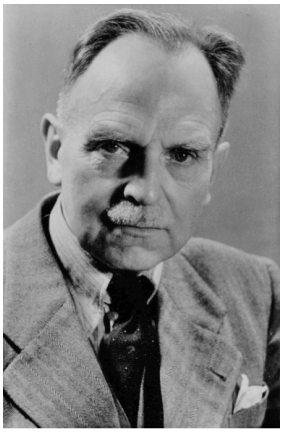
O núcleo atómico estaba nu: o camiño para chegar a el non era o bombardeo con partículas violentas, senón con neutróns lentos; eles farían que o núcleo comezase a vibrar cada vez máis intensamente, ata que as forzas nucleares fortes, que mantiñan a súa estrutura, cedesen, e a repulsión eléctrica interna separase os dous fragmentos. Lise Meitner e Otto Robert Frisch predixeran a enorme cantidade de enerxía liberada. Todo encaixaba: a interpretación teórica era impecable. Unha muller de sesenta anos e o seu sobriño, mentres charlaban tranquilamente durante un paseo, resolveran o enigma; e nun exilio desalentador, pois apenas uns meses antes Lise Meitner era considerada un dos científicos máis prestixiosos de Alemaña, a nosa Madame Curie, declarara Albert Einstein.

1939-1945. GUERRA MUNDIAL: SEGUNDA FASE

O xenio saíra da botella: xa era posible acceder á enorme cantidade de enerxía comprimida no núcleo atómico. Tratábase dun descubrimento formidable para calquera gobernante; e o momento, 1939, non podía ser peor pois a humanidade, espantada, asistía ao inicio da guerra: comezaba a carreira para construír a bomba atómica. En febreiro de 1942, Heisenberg, Hahn [e outros físicos] presentaron uns informes sobre física nuclear no Ministerio de Educación do Reich, en Berlín; como consecuencia diso constituíuse un grupo para estudar o desenvolvemento militar da enerxía nuclear e construír un reactor e unha bomba atómica alemá. Hahn non colaborou, seguiu a súa propia -pacífica- investigación.

Lise Meitner pasou a guerra refuxiada en Suecia. A súa vida transcorreu no anonimato: estaba preto do réxime nazi, era unha zona perigosa. En 1943 rexeitou unha oferta norteamericana para traballar na construción dunha bomba atómica.

O PREMIO NOBEL DE 1944



O premio Nobel de química outorgóuselle a Hahn, en solitario, en 1944. Antes, en 1937, Hitler decretara que non permitiría que ningún alemán recibise premios Nobel: Hahn acatou a orde e escribiu unha carta ao comité Nobel rexeitando o premio. Otto Hahn: "Inmediatamente despois da primeira publicación sobre a produción de bario a partir do uranio, apareceu como primeira comunicación un artigo de Lise Meitner e Frisch no que se explica a posibilidade dunha ruptura dos núcleos atómicos pesados en dous máis lixeiros, coas cargas totais igual á do núcleo orixinal, coa axuda do modelo Bohr do núcleo orixinal. Meitner e Frisch tamén estimaron a produción de enerxía excepcionalmente alta que se espera desta reacción, a partir da curva das deficiencias en masa dos elementos da Táboa Periódica. A grande enerxía de repulsión dos fragmentos producidos pola división demostrouse experimentalmente por primeira vez por Frisch e pouco despois por F. Joliot. Meitner e Frisch pronto demostraron que os produtos de descomposición activa, que antes se consideraban transuránicos, eran de feito non transuránicos senón fragmentos producidos pola división". ("From the natural transmutations of uranium to its artificial fission". Nobel Lecture, December 13, 1946). Hahn recoñece o mérito de Meitner posterior á primeira publicación sobre a fisión, pero cala a súa intervención na primeira. Na súa versión, o descubrimento da fisión baseouse por completo nos experimentos realizados tras a fuxida dela. Strassmann discrepou; segundo el, ela liderara o grupo, mesmo despois da súa partida, cando seguiu en contacto epistolar con Hahn. Hahn, atemorizado polas leis raciais, non confesou a participación de Meitner: temía que descubrisen que continuaba colaborando cunha xudea. O xurado do Nobel ignoraba a intervención de Lise Meitner porque ela, fuxida para evitar o campo de exterminio, non asinara o artigo sobre o descubrimento da fisión con Hahn e Strassmann; para o xurado, os químicos descubriran a fisión, mentres que os físicos a dotaran dun marco teórico; o importante fixérano os alemáns Hahn e Strassmann, o secundario os refuxiados Meitner e Frisch.

Rematada a guerra, Hahn nada fixo para reparar a inxustiza; nin unha vez nas súas entrevistas, artigos ou autobiografía mencionou a iniciativa de Meitner na investigación do uranio, o seu liderado no grupo de Berlín ou a súa colaboración no exilio.

Meitner permaneceu silenciosa, nunca se queixou por non conseguir o Nobel: era reservada e detestaba a publicidade, non escribiu unha autobiografía, nin autorizou que a escribisen, nin realizou declaracións á prensa. Aínda que non se pronunciou en público, en privado referiuse á actitude de Hahn como unha "pura supresión do pasado".

1945-1968. POSTGUERRA

A vida de Lise Meitner transcorreu no anonimato; viviu en Suecia ata o 1960, ano en que se retirou a unha pequena cabana en Cambridge (Inglaterra). A vida de Otto Hahn foi moi diferente. Ao rematar a guerra en Europa, obrigóuselle, como a outros científicos alemáns, a instalarse en Inglaterra. A principios de 1946 regresou a Alemaña, onde o elixiron presidente da antiga sociedade científica Kaiser Wilhelm, rebautizada Max Planck. A súa fama creceu: para o público era un alemán decente que non colaborara cos nazis; converteuse nunha figura pública moi respectada, e foi amigo de Theodor Heus (primeiro presidente da República Federal). Hahn opúxose contundentemente ás armas nucleares: en 1955 asinou, con outros Nobel, a Declaración de Mainau, resaltando o perigo do mal uso da enerxía atómica, e en 1957 figurou entre os dezaoito científicos alemáns que protestaron contra a adquisición de armas nucleares por Alemaña.

Otto Hahn morreu o 28 de xullo de 1968, Lise Meitner o 27 de outubro do mesmo ano.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asimov, Isaac: *Historia de la energía nuclear*. Madrid, Alianza, 1985, pp. 112-116.
2. Bodanis, David: *E= mc*^{2}. *Uma biografia da equaçao mais famosa do mundo*. Lisboa, Gradiva, 2001, pp. 95-105.
3. Cornwell, John: "Los científicos de Hitler. Ciencia, guerra y el pacto con el diablo." Barcelona, Paidós 2005.
4. Lewin Sime, Ruth: "Lise Meitner y el descubrimiento de la fisión nuclear", *Investigación y Ciencia*, nº. 258, pp. 4-10, marzo 1998.
5. Mc Kay, Alwyn: *La construcción de la era atómica*. Barcelona, Salvat, 1986, pp. 29-37.

PS. Un resumo deste documento, con forma de conto, foi premiado en 2011 pola Universidade de Vigo, no 4º Concurso de contos Ciencia que conta.