

Esposizioni universali, la fisica-chimica e le nuove malattie da lavoro: il caso di Marie Sklodowska Curie e le ragazze del radio

SILVANA SALERNO
ENEA, Rome, Italy

KEY WORDS: Radium; Curie; women; occupational disease; prevention

PAROLE CHIAVE: Radio; Curie; donne; malattie professionali; prevenzione

SUMMARY

«Universal Expositions, physics-chemistry and new occupational diseases: the case of Marie Sklodowska Curie and radium girls». **Background:** Radium discovery by Marie and Pierre Curies caused previously unknown diseases. Marie Sklodowska Curie (1867-1934) suffered from radiations effects, as did girls in the radium dial watches factories. Therapeutic effects of radium were soon discovered, its unhealthy effects were as yet unheard of. **Objectives:** Analysis of Marie Sklodowska Curie (Marie) and radium girls occupational exposure, taking scientific debate on radium dangerous effects into account. **Methods:** analysis of occupational exposure and diseases of Marie and radium girls in major documents, including Curie archive letters. **Results:** Marie had dermatitis, radiodermatitis, tinnitus, one abortion, cataracts, tuberculosis, aplastic anemia. She also was a victim of mobbing. Women employed in the New Jersey radium dial watches factories, often immigrants, died of jaw necrosis, sarcoma of femur, anemia, leukemia and other radium related diseases. Marie was first asked about radium adverse effects by the New Jersey Department of labour (1925), Lise Meitner (1928) and the American Society for Cancer Control (1929). In 1928 Alice Hamilton organized a radium conference in order to find a solution to the radium girls' new disease. In 1929, during her second visit to the United States of America (USA), Marie declared how only prevention could save "radium girls". In 1934 she died of aplastic anemia, just like many radium girls. That year International Labour Office listed the new disease as due to "radium, radioactive substances, X-rays"; it was followed in 1937 by five USA states. **Conclusions:** Unheard of knowledge, conflict of interest, scientific delay, incompetence and no prevention were yesterday, as they are today, the cause of many preventable women deaths.

RIASSUNTO

Introduzione: La scoperta del radio dei Curie determinerà nuove malattie da lavoro. L'effetto terapeutico venne riconosciuto ma non i suoi effetti negativi. Marie Sklodowska Curie (Marie) morì delle malattie legate al nuovo elemento così come le operaie nelle fabbriche di orologi con quadranti luminosi. **Obiettivi:** Analisi dell'esposizione lavorativa di Marie e delle "ragazze del radio" nel dibattito scientifico dell'epoca. **Metodi:** Analisi dell'esposizione

Pervenuto il 23.8.2016 - Revisione pervenuta il 14.10.2016 - Accettato il 24.10.2016

Corrispondenza: Silvana Salerno, Divisione di Biomedicina, ENEA Casaccia -SP018, 00123 Roma - Tel. +390630483571
Fax +390630486559 - E-mail: silvana.salerno@enea.it

Il lavoro preliminare è stato presentato al 78° Congresso Nazionale della Società Italiana di Medicina del lavoro, Milano, 25-27 novembre 2015

professionale di Marie e delle radium girls attraverso i documenti più importanti anche dall'archivio delle lettere dei Curie. **Risultati:** L'esposizione determinò su Marie: dermatiti, radiodermiti, acufeni, recidiva della tubercolosi polmonare, aborto, cataratta bilaterale, anemia aplastica. Marie patì anche la violenza morale (mobbing). Le operaie nelle fabbriche di orologi del New Jersey soffrirono di necrosi mandibolare, sarcomi ossei, anemia e altre malattie. Marie venne consultata dal Dipartimento del lavoro del New Jersey sul caso delle ragazze (1925), dalla fisica Lise Meitner (1928) e dall'Associazione americana sul controllo del cancro (1929). Alice Hamilton (1928) organizzò una conferenza sul radio per discutere del caso. Solo nel 1929 la scienziata dichiarerà che solo la prevenzione poteva salvarle. Nel 1934 Marie muore quando molte ragazze sono già decedute, quello stesso anno l'Organizzazione internazionale del lavoro inserisce nella lista il "radio, sostanze radioattive o raggi X", come avvenne nel 1937 in cinque stati USA. **Conclusioni:** Carenza e ritardi nell'applicazione delle conoscenze scientifiche per conflitti di interesse, pregiudizi, incompetenza e assenza di prevenzione sono oggi come ieri le cause di molte morti e malattie prevenibili delle donne.

Nel 1904, durante l'Esposizione Universale di Saint Louis negli Stati Uniti d'America (USA), veniva mostrato al pubblico per la prima volta un nuovo elemento chimico di recente scoperta: il radio. L'Esposizione festeggiava 100 anni dall'acquisto della Louisiana francese e il geologo George Kunz (1856-1932) presentava al pubblico il radio che emetteva luce nel buio della camera oscura (38). L'anno precedente i coniugi Marie Sklodowska (1867-1934) e Pierre Curie (1859-1906), insieme a Henri Becquerel (1852-1908), avevano ricevuto il premio Nobel per la fisica dall'Accademia di Stoccolma per la loro scoperta del radio. George Kunz, interessato alle nuove scoperte scientifiche e dunque al radio (24), aveva avuto da Madame Curie copia della sua tesi di dottorato (1903) con dedica "A Monsieur Kunz, hommage de l'auteur. M. Curie".

Il radio poteva essere estratto in pochi milligrammi dall'uranio presente nella pechblenda (ossido di uranio) attraverso un procedimento lungo e faticoso approntato dai coniugi Curie in quegli anni. La coppia di scienziati aveva deciso di non brevettare il processo di estrazione per contribuire ad una conoscenza scientifica libera. Questa loro decisione permise, soprattutto negli USA, una rapida diffusione dell'estrazione del radio dai minerali uraniferi presenti in quel vasto territorio, particolarmente nel Colorado.

Nel 1902, William J. Hammer (1858-1934), ingegnere americano, assistente di Thomas Edison (1847-1931), aveva fatto visita al laboratorio di Pier-

re e Marie Curie e da loro aveva ricevuto alcuni campioni della sostanza. Hammer, con il radio acquisito, sperimentò polveri di radio con solfuro di zinco di colore verde creando una pittura radioluminescente per orologi, interruttori, giocattoli (21). Hammer non depositò il brevetto e la pittura fu brevettata da George Kunz nel 1903, incaricato della Tiffany & Company, nota azienda di produzione di gioielli e orologi. Nel 1912, venne così inaugurata nel New Jersey la prima fabbrica americana di quadranti luminosi per orologi e successivamente due medici, Sabin Von Sochocky (1883-1928) e George S. Willis (1876-1924), fondarono la *Radium Luminous Material Corporation* nelle città di Newark e Orange nel New Jersey. La loro pittura radioluminescente venne chiamata *Undark*, ma altre aziende, come la Standard Chemical Company di Chicago, la chiamarono *Luna*, la Cold Light Manufacturing Company di New York *Marvelite*. Nacquero dunque molte aziende, ma la prima divenne la più grande e famosa.

MARIE SKLODOWSKA CURIE (1867-1934): UNA POLACCA COLTA ALLA SORBONA DI PARIGI

Marie Sklodowska Curie (Marie) era fortemente orientata allo studio e alla conoscenza. Il padre e la madre, professori di scuola secondaria, avevano messo al centro dell'educazione dei figli la cultura, in una Polonia ancora provincia della grande Russia. Joseph, il figlio maschio, poté proseguire gli studi di medicina a Varsavia ma quella università, come

quasi tutte quelle europee, era vietata alle donne. Per superare questo divieto la figlia maggiore Bronia (1865-1939) fu costretta a recarsi a Parigi e sarà tra le prime donne medico europee (1891) (35). La seguì Marie che, a 24 anni, iniziò i corsi alla Sorbona. Marie viveva sola nel quartiere latino, mangiava poco, era anemica e malnutrita, pochi soldi e molta passione per lo studio (16). Nel 1893 accetta la richiesta della *Società per la promozione dell'interesse della industria francese* di svolgere uno studio sulle proprietà magnetiche degli acciai francesi nel Dipartimento di fisica diretto dal fisico Gabriel Jonas Lippmann (1845-1921), premio Nobel nel 1908. Marie chiede aiuto per ospitalità e consulenza al fisico polacco Józef Kowalski (1866-1927) che le procura il contatto con il collega Pierre Curie, professore alla Scuola municipale di chimica e fisica della città di Parigi (11).

Pierre Curie (Pierre), figlio del medico Eugène Curie (1827-1910), già nei primi incontri *"guarda questa donna con la fronte arrotondata, le mani già alterate dagli acidi di laboratorio e dai lavori di casa..."* (10). Tre anni dopo, nel luglio 1895, con il matrimonio civile Marie diventa Madame Curie e, dopo numerose incertezze su un futuro progettato in Polonia e con la famiglia, decide di restare in Francia e di *"assicurare quasi completamente le cure domestiche che avevo l'abitudine di svolgere nella mia vita di studente"* (11). Continua i suoi studi e ricerche anche durante la prima gravidanza e scrive (1897) *"sto per avere un bambino...da due mesi ho degli stordimenti continui per tutta la giornata dal mattino alla sera. Mi affatico e mi stanco molto, mi sento inadatta al lavoro e in cattivo stato morale"* (10). Nasce la figlia Irène ma Marie deve rinunciare all'allattamento a causa di una infezione tubercolare al polmone sinistro. La madre Bronisława Boguska (1836-1878), quasi venti anni prima, era morta per una tubercolosi polmonare che colpirà negli anni seguenti anche Irène Curie (1897-1956). Marie conduce una vita difficile. Alle otto ore di ricerca scientifica per la sua tesi di dottorato, si aggiungono le due-tre ore di lavori domestici e spesa quotidiana, in condizioni economiche precarie.

Marie, per la tesi di dottorato, aveva scelto di studiare le emissioni sconosciute del raro metallo di uranio studiate da Henri Becquerel (1852-1908), ingegnere in una famiglia di fisici, e si convince, a

ragione, che la radiazione è una proprietà atomica. Nella Scuola di Fisica di rue Lhomond le danno uno spazio al piano terra per fare la ricerca. Il comfort è nullo, il freddo paralizzante. Nel mese di febbraio 1898 riporta la temperatura ambientale nel quaderno di laboratorio: 6°C. Marie esamina tutti gli elementi conosciuti e scopre che il torio emette radiazioni come l'uranio e decide di dar un nome a questa emissione: *"radioattività"* e agli elementi *"radio-elementi"* (10, 11). Analizza i minerali classificandoli in attivi e non attivi. In quelli attivi scopre che la radioattività è molto più forte della sola quantità di uranio e torio contenuta nei minerali esaminati (37). Deve dunque esistere un elemento molto più radioattivo non conosciuto e ipotizza la probabile presenza di un primo elemento nuovo fortemente radioattivo nella pechblenda: *"Noi proponiamo di chiamare il nuovo metallo Polonio, dal nome del paese d'origine di uno di noi due"* ma poi anche un secondo *"Noi proponiamo di dargli il nome di Radium"*, la radioattività di quest'ultimo è incredibile (12). La comunità scientifica, insoddisfatta, chiede di isolare e caratterizzare chimicamente queste nuove sostanze e i coniugi dovranno lavorare quattro anni per identificare e concentrare le nuove sostanze allo stato puro. Lo faranno con propri finanziamenti, in assenza di quelli istituzionali, richiedendo gli scarti di lavorazione di pechblenda dalla miniera di Saint Joachimsthal in Boemia. La miniera è quella descritta nel 1520 da Georgius Agricola (1494-1555) nel *De re metallica*, trattato di tecnica mineraria.

Una parte di radio è presente in 5 milioni di parti di pechblenda e il suo isolamento richiede elevati quantitativi di pechblenda e molto lavoro. L'estrazione avviene senza ventilazione e riscaldamento per quattro anni (1898-1902) lavorano senza sosta, nello sporco, mangiando nel magazzino senza interrompere le operazioni (11, 16). I coniugi si dividono il lavoro e Marie sceglie *"il mestiere dell'uomo"* (10) da lei descritto *"era un lavoro estenuante di trasporto dei contenitori, travaso dei liquidi e rimescolamento per ore, con un'asta di ferro, del materiale in ebollizione dentro un bacino di ghisa"* (11), la sera è distrutta dalla fatica. Pierre cerca di definire le proprietà del radio. Il lavoro però è troppo impegnativo, hanno bisogno di collaboratori, oltre l'aiuto intermittente di un ragazzo di laboratorio che li aiuta fuori dalle ore di

lavoro. Nel 1900 entra nel laboratorio un giovane chimico André Debierne (1874-1949), che scoprirà l'attinio e le succederà come direttore dell'Istituto del Radio nel 1935, e un giovane fisico Georges Sagnac (1869-1928) (11). Quarantacinque mesi dopo l'annuncio della scoperta del radio, Marie riesce ad estrarre un decigrammo di radio puro e a rilevarne il peso atomico. Nel 1902 l'invisibile elemento esiste ed è "spontaneamente luminoso", due milioni di volte più dell'uranio.

Per potersi sostenere economicamente i coniugi devono però impegnarsi anche nel lavoro di insegnamento. Marie diventa pendolare più giorni alla settimana alla Scuola Normale Superiore per giovani ragazze di Sèvres, vicino a Versailles, e Pierre a Parigi al Politecnico di fisica-chimica e scienze naturali (11). Due anni dopo si trasferiscono in un laboratorio a rue Cuvier ma sarà solo nel 1909, ormai sola, che Marie avrà un vero laboratorio grazie al direttore dell'Istituto Pasteur che avvia le terapie con il radio.

Marie nota sul quaderno anche la diminuzione del suo peso di settimana in settimana (sette chili). Diventa sempre più pallida e lo stesso fisico Georges Sagnac scrive preoccupato a Pierre Curie "*vedendo Madame Curie alla Società di Fisica, sono stato colpito dall'alterazione dei suoi tratti. So bene che è sovraccariata per l'elaborazione della tesi.....non mangiate quasi più.....cosa diventereste se M.me Curie perdesse la salute?*" (10).

Nel 1903 Marie ha una seconda gravidanza che però esita in un *aborto*, era una bimba in buone condizioni che lei desiderava ardentemente, anche la sorella Bronia perde il figlio di meningite tubercolare. Soffre di depressione e sonnambulismo, l'anno prima aveva perso il padre. Marie e Pierre hanno scritto trentadue comunicazioni scientifiche in cinque anni. Scrive Marie: "*a novembre ho avuto la febbre e poi la tosse. Il dottore dice che sono anemica. Non ho accompagnato Pierre a Londra per paura della fatica*" (10). I coniugi ricevono infatti da Lord Kelvin (1824-1907) la medaglia Davy ritirata da Pierre a Londra e, il mese seguente, l'Accademia delle scienze di Stoccolma comunica loro il premio Nobel per la fisica. Non hanno tempo per ritirare il premio ma soprattutto "*Madame Curie è stata malata questa estate e non è ancora ristabilita*" (10). All'età di 36 anni

Marie avrebbe solo bisogno di recuperare le forze ma nel nuovo anno si accorge di essere nuovamente in cinta, è stanca e depressa, chiede un congedo alla scuola di Sèvres che riprenderà a gennaio 1905. Il parto è difficile e interminabile ma nasce Ève e il doppio lavoro diventa ingestibile "*ho molto lavoro da fare per la casa, i bambini, le lezioni e il laboratorio, non so dove sbattere la testa*" (10). Dopo il mese di giugno 1905 arrivano gli aiuti di una collaboratrice domestica per le pulizie ed una cuoca ma, solo dopo 8 mesi, Pierre scrive "*soprattutto per mia moglie la vita è molto difficile visto che la casa e il laboratorio sono lontani l'uno dall'altro. In alcuni momenti il suo doppio lavoro è al di sopra delle sue forze*" (10). Il padre di Pierre Curie, Eugène, l'aiuterà nella crescita delle figlie e nella gestione del doppio lavoro fino alla sua morte nel 1910 (11).

GLI EFFETTI BIOLOGICI DEL RADIO. IL RADIO RAPPRESENTA UN RISCHIO PER LA SALUTE?

Scrive Marie: "*Quando si fanno degli studi sulle sostanze fortemente radioattive bisogna prendere delle precauzioni particolari se si vuole continuare a fare delle misure delicate. I diversi oggetti impiegati nel laboratorio di chimica e quelli che servono per gli esperimenti di fisica non tardano ad essere tutti radioattivi e ad agire su delle placche fotografiche attraverso delle carte nere. La polvere, l'aria, l'ambiente, i vestiti sono radioattivi. L'aria dell'ambiente è conduttrice. Nel laboratorio dove lavoriamo, il male è arrivato allo stato acuto e non possiamo più avere un apparecchio ben isolato*" (10).

Nel 1900, Pierre, dopo aver letto gli articoli di Otto Walkhoff (1860-1934) e Friedrich Giesel (1852-1927) sugli effetti distruttivi del radio sull'epidermide, si accorge di alcune lesioni sulla pelle molto simili a quelli di una ustione (16). Decide lui stesso di svolgere un esperimento per verificare gli effetti del radio sulla cute "*...M.me Curie trasportando in un piccolo tubo sigillato qualche centigrammo di materia molto attiva ha avuto ferite analoghe, anche se il piccolo tubo era chiuso in un contenitore metallico fine*". "*Le mani hanno una tendenza generale alla desquamazione, le estremità delle dita che hanno tenuto i tubi o le capsule contenenti prodotti molto attivi diventano dure e a volte molto dolorose, per uno di noi l'infiammazione dell'estremità delle dita è durata una*

quindicina di giorni ed è terminata con la caduta della pelle, ma la sensibilità dolorosa non è ancora completamente scomparsa all'inizio dei due mesi". Lo stesso Henri Becquerel, viaggiando da Londra a Parigi con un tubo contenente cloruro di radio, scopre una ferita sul torace ed è contrariato dallo scoprire questo spiacevole effetto "Questo radium, lo amo, ma ce l'ho con lui" (1901). Scriveranno insieme di questi effetti sottolineando anche che nessun effetto sulla pelle veniva rilevato se il tubo con il radio era racchiuso in un cilindro di piombo (2). Pierre decide di collaborare con i medici Charles Jacques Bouchard (1837-1915) (allievo di Jean Martin Charcot) e Victor Balthazard (1872-1950) con i quali condivide uno studio sperimentale sugli effetti del radio nel quale viene osservata una leucopenia (3).

Il radio, distruggendo cellule, può essere utilizzato in terapia, si chiamerà *Curieterapia*. Qualche anno dopo vengono iniziati trials clinici per trattare il lupus eritematoso e il cancro della cervice. Il successo delle applicazioni mediche rappresenta una grande soddisfazione per Marie, tuttavia Pierre sottolinea, nella lettura per la consegna del Nobel 1903, l'importanza degli effetti biologici delle radiazioni e che il radio può diventare una sostanza pericolosa: "Le radiazioni del Radium sono state utilizzate nel trattamento di alcune malattie (lupus, cancro, malattie nervose). In certi casi la loro azione può diventare pericolosa. Se per alcune ore si lascia nella tasca una scatola di legno o di cartone contenente una piccola ampolla di vetro con diversi centigrammi di sali di radio, non si sente assolutamente niente. Quindici giorni dopo un rossore apparirà sull'epidermide e successivamente una ulcera che sarà molto difficile da curare. Un'azione più prolungata potrebbe portare alla paralisi e alla morte. Il Radium deve essere trasportato in una spessa scatola di piombo.... Si può anche pensare che il Radium possa diventare molto pericoloso in mani criminali..." (13).

Nel 1904 l'industriale francese Émile Armet de Lisle (1853-1928) costruisce a Nogent sur Marne la prima fabbrica francese (General Radium Production Company) per il commercio del radio a scopo terapeutico. Una rivista di supporto è necessaria e nasce così la rivista *Le Radium* diretta da J. Danne (11). Il radio acquista un valore commerciale e diventa una delle sostanze più care del mondo: un grammo vale 750.000 franchi.

Nell'aprile 1906, Pierre 48 anni, affaticato fisicamente e con dolori osteo-articolari diffusi (*NdA, probabili effetti del radio*), muore investito da una carrozza (10, 11). In sua sostituzione, per la prima volta, viene concesso ad una donna un posto di insegnamento nella Facoltà di Scienze di Parigi (11).

Marie è sola con Eugène Curie e le due figlie: "Il suo sguardo fissa il vuoto, ha delle crisi di disperazione e la notte delle vere tempeste emotive, le sue mani cominciano ad agitarsi di un tic: le dita nervose, irritate dalle numerose ferite del radio, sbattono le une contro le altre, in un movimento ossessivo e incontrollabile" (10).

Nel novembre 1911, durante la prima Conferenza Internazionale di fisica Solvay di Bruxelles, Ernest Rutherford (1871-1937) scrive alla moglie: "Madame Curie era lì. Appariva molto pallida e stanca e molto più vecchia rispetto alla sua età. Lavora troppo duramente per la sua salute" (16, 34). Nel mese di dicembre le viene annunciato il secondo Nobel, dopo la fisica, la chimica, Marie ha 44 anni. Dopo pochi giorni dall'annuncio, viene coinvolta in uno scandalo legato alla notizia su tutti i giornali della sua relazione con il fisico sposato Paul Langevin (1872-1946) e diventa "la straniera" in terra francese (33). Nel 1912 è grave, viene ricoverata in ospedale morente per problemi renali (*NdA, forse dalla nefrotossicità dell'uranio*) (1). Viene sottoposta a intervento chirurgico renale combatte contro la febbre e dolori renali (10, 16). Fortemente provata dalla violenza morale parigina, viene aiutata anche dalla matematica inglese Hertha Ayrton (1854-1923) che la ospita in Inghilterra. Qui viene in contatto con il movimento per i diritti delle donne e la sua leader Emmeline Pankhurst (1858-1928) testimoniata dalla firma per richiederne la scarcerazione (32).

Nel 1914 viene istituito a Parigi l'Istituto del radio ma Marie sceglie di sospendere la ricerca scientifica per aiutare feriti e medici della prima guerra mondiale. Sua compagna sarà la figlia Irène di soli 17 anni (1897-1956), che morirà di leucemia da radiazioni a 59 anni, con la quale si esporrà alle radiazioni X per effettuare controlli radiografici dei feriti senza alcuna protezione (30, 33).

Nel 1913, un anno prima, al Congresso sulle Malattie da lavoro di Roma, Aristide Busi (1874-1939) presenta i rischi del "rongtenologo" colui che effettua radiografie e radioterapie (4). Alla fine dell'ottocento

in Italia si erano già evidenziate le malattie da lavoro nei primi lavoratori (rongtenologi) esposti presso l'Ospedale Ca' Granda di Milano (9). Busi cita il collega Hesse (1910) che descrive 26 casi di carcinoma da raggi X in medici e tra questi E. Wilson morto di radiodermite. La *"latenza di queste lesioni è tanto minore quanto più grande fu la dose assorbita....le lesioni più importanti e più note sono quelle della cute (depilazioni, radiodermi fino a ulcerazioni dolorosissime su cui possono svolgersi tumori maligni, atrofia dei testicoli e delle ovaie, le lesioni degli organi formatori di sangue"*. Riporta la sua personale formula sanguigna alterata (leucopenia) insieme a quella del suo tecnico (*"in-serviente"*) e la necessità del rivestimento di torace, addome, mani e occhi con materiale impermeabile ai raggi X e la separazione della camera di esecuzione con uscio e finestra rivestiti di piombo.

Solo nel 1920, in una lettera alla sorella Bronia, Marie ipotizza gli effetti del radio sulla sua salute: *"I miei più grandi problemi vengono dai miei occhi e dalle mie orecchie (NdA, acufeni fortissimi)...."Forse il radio è per qualche motivo in questi problemi, ma non si potrebbe affermarlo con certezza"*. Subisce ripetute operazioni agli occhi nel 1923 e 1924 e nel 1929. Si esercita a portare gli occhiali e riesce, con la tenacia che la contraddistingue, a riprendere a lavorare (10).

PRIMO VIAGGIO IN AMERICA 11 MAGGIO-28 GIUGNO 1921

Nel 1920 una giornalista americana, Marie Mattingly Meloney (1878-1943), si reca a Parigi per intervistare la scienziata e scopre che M.me Curie non ha radio per le sue ricerche, lo dona per i trattamenti medici. Mrs Meloney, al suo ritorno, decide per una raccolta fondi nazionale tra le donne americane. Vengono così raccolti, con il "Marie Curie Radium Fund", centomila dollari necessari per un grammo di radio. La scienziata, superando stanchezza e timidezza, vuole esprimere il suo ringraziamento più profondo, e all'età di 54 anni, accetta l'invito di recarsi negli USA. Pianifica il viaggio insieme alle figlie e parte a bordo della Olympic, gemella del Titanic. Viaggia a New York, Washington, Philadelphia, Pittsburg, Chicago e Boston. A Washington, il presidente americano Warren G. Harding le consegna un cofanetto con un'imitazione del radio. Il radio

autentico rimane in fabbrica, troppo prezioso e rischioso portarlo alla Casa Bianca. Quel grammo di Radio era stato estratto a Pittsburgh nella fabbrica *Standard Chemical Company and Radium Company* fondata nel 1911 dai fratelli Flanery (25, 29). Il 26 e 27 maggio 1921 Marie visita le fabbriche di estrazione del radio di Canonsburg e Oakland. La carnottite (vanadato idrato di uranio e potassio) era estratta nel Colorado e poi trasportata a Canonsburg per il processamento. Nella miniera lavoravano 200 minatori e ad Oakland 150 operai e 15 tecnici. La fabbrica funzionerà fino a quando non verrà scoperto il giacimento di uranio di Shinkholobe (Congo), molto più ricco di uranio. Quell'uranio della Union Minière du Haut Katanga, raffinato in Belgio, sarà la base dello sviluppo del Progetto Manhattan per la costruzione della bomba nucleare americana sganciata su Hiroshima il 6 agosto e Nagasaki il 9 agosto 1945 durante la seconda guerra mondiale.

Alla Carnegie Hall di New York, Marie partecipa all'evento in suo onore organizzato dall'Associazione dei College femminili. Tra le associazioni l'International Federation of University Women American Committee con 35 donne tra le quali due donne medico: il medico del lavoro Alice Hamilton (1869-1970) e Florence R. Sabin (1871-1953) (17). Entrambe elaborano un breve discorso in suo onore. Il "caso" del radio e dei suoi effetti ancora non era stato denunciato, al contrario, numerosi ospedali americani lo utilizzavano per la Curieterapia (11).

Solo nel 1922 Marie viene eletta membro dell'Accademia di medicina, Pierre era stato eletto nel 1905. Nel febbraio 1925 fa parte della commissione dell'Accademia di Medicina francese che decide di raccomandare l'uso di schermi protettivi piombati e di test periodici del sangue in soggetti che lavorano nella preparazione dei radioelementi a livello industriale (22).

IL CASO DELLE RAGAZZE DEL RADIO

Tra il 1922 e il 1924 nel New Jersey, nove operaie, della fabbrica *United States Radium Corporation*, iniziano a morire di: necrosi della mandibola detta "mandibola da radio" (radium jaw) molto simile a quella dell'intossicazione da fosforo delle operaie (5), fratture ossee, infezioni dentali, anemia, ver-

ranno chiamate le “ragazze del radio” (radium girls) (7, 20, 31). La direzione aziendale attribuisce alla scarsa igiene dentale, all'isteria collettiva, alla sifilide (8) la malattia ma uno studio viene commissionato al medico Cecil Drinker (1887-1956) del programma di igiene industriale di Harvard. Lo studio, dopo un'analisi del pennello da un punto di vista batteriologico, dello zinco, del rame, contenuti nella pittura, si concentra sul radio. La letteratura sulla produzione del radio e il suo utilizzo clinico mostra effetti sull'apparato genitale, pelle e sangue ma anche casi di necrosi del mascellare in pazienti trattati per cancro del cavo orale (6). Il radio viene ritenuto responsabile della “nuova” malattia ma l'azienda non vuole pubblicare i risultati, prende tempo, diffonde risultati falsi e commissiona un secondo studio al tossicologo F.B. Flinn dell'analogo programma per la Columbia University. Le conclusioni dello studio sono opposte a quelle precedenti e le ragazze tranquillizzate! Katherine Wiley, della Lega dei consumatori del New Jersey, chiede l'aiuto di Florence Kelley (1859-1932), la “impatient crusader” responsabile nazionale della Lega, e di Alice Hamilton (8, 36). Un nuovo studio inizia solo dopo la prima autopsia eseguita dal Dr Harrison Martland (1833-1954) che rileva sostanze radioattive nello scheletro (26). Si tratta dell'operaia italiana Amelia Maggia (1896-1922) che muore a 26 anni, muoiono successivamente anche le sue due sorelle Quinta e Albina (27).

Il 21 luglio 1925 il medico Andrew Mc Bride (1869-?) del Dipartimento del lavoro dello stato del New Jersey scrive a Marie Curie presso l'Istituto del radio (14): “*Cara Signora, le scrivo questa lettera per conoscere se avete avuto casi di avvelenamento riportati nel vostro dipartimento di lavoratori impiegati nella pittura dei quadranti degli orologi o altri articoli con composti di vernice luminosa a base di solfuro di zinco addizionato a piccole quantità di radio o mesotorio.... Noi abbiamo esperti medici che hanno pensato che il materiale radioattivo sia stato responsabile di 5 morti in una fabbrica e un caso grave di malattia. Questi casi si manifestano pesantemente con necrosi delle ossa mascellari accompagnati da anemia perniciosa. Inoltre un chimico impiegato in una delle nostre fabbriche produttrici di vernice radioattiva, è morto di anemia perniciosa che le autorità mediche competenti hanno di-*

chiarato essere dovuta a lunga esposizione continuativa a radio. Cinque dei casi mortali che sono stati riportati a questo Dipartimento sono donne che sono state impiegate nell'applicazione di composti di vernice luminosa per quadranti di orologi o altri oggetti metallici per un periodo da 3 a 7 anni.Apprezzeremmo la vostra cooperazione attraverso qualsiasi informazione voi poteste fornirci su tale materia. Grazie. Firmato Andrew F. Mc Bride (Commissario del lavoro).

Pochi giorni dopo, il 5 agosto risponde Léonie Razet (1884-1950), segretaria di Marie Curie intelligente e dolce (10): “*Al momento attuale non abbiamo avuto conoscenza di casi mortali avvenuti nelle officine nell'impiego di vernice luminosa a base di solfuro di zinco e di prodotto radioattivo. Se Madame Curie avrà delle informazioni sulla questione che vi interessa, non mancherò di inviarvele a partire dal suo ritorno dalle vacanze alla fine del mese di settembre. Certa di essere conforme al suo desiderio vi invio allegato un articolo dei Dottori Weil e Lacassagne su un caso di anemia e un caso di leucemia mortali che potrebbero interessarvi...*” (14).

L'articolo di Prosper Émile Weil (1873-1963) e Antoine Lacassagne (1884-1971) (19) esplicita per medici e manipolatori di raggi X e sostanze radioattive i rischi professionali per lesioni al midollo osseo descrivendo la morte di due ingegneri chimici di 40 e 34 anni esposti in una fabbrica di radio (*NdA probabile Nogent-sur-Marne*).

Passano ancora due anni e l'azienda non accetta il nesso di causa-effetto. Cinque operaie però decidono di fare causa: Grace Fryer (1899-1933), Katherine R. Schaub (1902-1933), Albina Larice (1896-1946); Quinta Mc Donald (1900-1929), Edna Hussman (1901-1939). L'azienda decide per un risarcimento nel giugno 1928 e evita il processo (7, 18, 28).

Da Berlino il 15 febbraio 1928 la fisica austriaca Lise Meitner (1878-1968), dal 1926 professoressa di fisica nucleare sperimentale all'Università di Berlino, chiede a Marie notizie “...dell'articolo apparso su *Science News Letter* volume 14 gennaio 1928 alla pag. 26 relativamente alle precauzioni da prendere contro le radiazioni del radio” (15).

Madame Curie da Parigi il 25 febbraio 1928 risponde alla collega che non conosce l'articolo citato e che non ha pubblicato nessun lavoro dettagliato sulle precauzioni contro le radiazioni del radio. “*Ab-*

biamo, ben inteso, prestato attenzione a questa questione così importante e...elaborato numerosi dispositivi di protezione per i nostri lavoratori... Sarebbe certamente utile un giorno raccogliere tutto in una pubblicazione e in questo caso non mancherò di inviarvela ” (15). Le scienziate si incontreranno a Parigi nell'aprile 1930 su richiesta della Meitner (15) e successivamente nel Congresso Solvay di Bruxelles del 1933 dove si ritroveranno con la figlia Irène Curie e Frédéric Joliot (1900-1958), coniugi premi Nobel per la chimica nel 1935.

Nel dicembre 1928 a Washington Alice Hamilton organizza, dopo quella del 1925 per l'eliminazione del piombo tetraetile dalla benzina, una Conferenza nazionale sul radio. E' la prima oratrice e chiede di conoscere *“...se utilizzando il radium nell'industria stiamo utilizzando qualcosa che non può essere reso scevro da danni al lavoratore”* e *“se le dovute precauzioni potrebbero prevenire danni”* (36). I rappresentanti dell'industria ritengono il radio sicuro se le lavoratrici smettessero di portare i pennelli alla bocca ma gli esperti medici non sono d'accordo ritenendo il rischio radioattivo comune a tutti i lavoratori esposti. *Ethelberg Stewart (1857-1936), della commissione sulle statistiche del lavoro, sostiene che il radio non è mai sicuro e che un'indagine epidemiologica è necessaria. Due risoluzioni vengono approvate: una degli industriali per raccomandazioni agli individui ipersuscettibili e metodi di protezione e un'altra a favore di uno studio sulla salute di tutte le lavoratrici e lavoratori che avevano mai lavorato con quadranti luminosi. Katherine Wiley non è però soddisfatta dei risultati della conferenza. Scrive a Florence Kelley che le risoluzioni sono inutili “quite useless” e negative “white wash” e non capisce come Alice Hamilton possa essere soddisfatta. La Hamilton argomenta nelle lettere alla Kelley che considera positivamente le buone intenzioni delle parti in causa e che la migliore arma contro la malattia professionale è la pubblicità del caso. La vera forza è il non avere conflitti di interesse “disinterestedness”. La crisi economica e la disoccupazione riducono tuttavia l'interesse verso il riconoscimento della malattia professionale (36).*

Nell'ottobre 1929, Marie parte nuovamente, senza figlie, per New York. Mrs Meloney, aveva organizzato una nuova raccolta di fondi per un secondo gram-

mo di radio, per la creazione dell'Istituto del Radio a Varsavia. Marie viene ospitata per diversi giorni alla Casa Bianca dal presidente americano Herbert Hoover. Relatrice ad invito della Società Americana per il controllo del Cancro interviene sul caso delle ragazze. Sottolinea la nocività del radio in mani inesperte (*“untrained hands”*) e suggerisce procedure di sicurezza perché il radio, una volta entrato nel corpo, non può essere distrutto o ridotti i suoi effetti. Solo la prevenzione dalla contaminazione poteva salvarle (27). Nel 1932 viene inaugurato a Varsavia l'Istituto dove sono ammessi i malati per la Curieterapia.

A maggio del 1934 Marie Curie è ricoverata per febbre. I medici pensano ad una ripresa dell'antica tubercolosi e la obbligano ad un ricovero nel sanatorio di Sancellemoz nel sud della Francia. Il professor Roch di Ginevra osserva gli esami del sangue che presentano globuli bianchi e rossi in rapida caduta: è anemia perniziosa aplastica. Marie muore dopo le tante malattie affrontate e l'anemia persistente. Nella tabella 1 sono riassunte quelle principali identificate nello studio. In quell'anno almeno 22 delle ragazze del radio del New Jersey sono decedute. Dopo sofferenze inenarrabili, le ragazze una ad una perdono la vita (7, 31). Nella tabella 2 sono riassunte le cause principali della morte di undici di loro identificate dallo studio.

Altre ragazze di una fabbrica dell'Illinois (Ottawa) si ammalano (18) così come quelle della Waterbury Clock Company nel Connecticut (39) e tante altre/i i cui nomi e storie aspettano di essere riconosciuti.

Il 21 giugno del 1934 l'International Labour Office (ILO) aggiorna la lista delle malattie professionali e inserisce l'esposizione a: *radium e altre sostanze radioattive; raggi X*. La Nuova lista entrerà in vigore nel 1936 (23). Nel 1937 la malattia da radio entra nel sistema di riconoscimento delle malattie professionali in cinque stati USA (31) ma, solo durante la seconda guerra mondiale, sarà stabilito il primo limite massimo tollerabile per il corpo in 0.1 microcurie.

La storia parallela di Marie e delle ragazze del radio mostra le carenze e i ritardi nella applicazione delle conoscenze scientifiche per pregiudizi, conflitti di interesse, incompetenza e assenza di prevenzione. Queste, oggi come ieri (18), sono le cause di molte morti e malattie prevenibili delle donne, malattie

Tabella 1 - Principali malattie da lavoro di Marie Sklodowska Curie (1867-1934)**Table 1** - *Main work-related diseases of Marie Sklodowska Curie (1867-1934)*

Anno	Età	Esposizione	Malattia
1895	28	Solventi estrazione metalli	Dermatite irritativa
1897	30	Ambiente umido, freddo, sporco Allattamento	Tubercolosi
1900	33	Estrazione del radio dalla pechblenda	Radiodermite Aborto non volontario
1912	45	Violenza morale (mobbing) Esposizione alle radiazioni del radio	Depressione Intervento chirurgico renale
1920	53	Esposizione alle radiazioni del radio e ai raggi X	Cataratta bilaterale
1924	57	Esposizione alle radiazioni del radio e ai raggi X	Lesioni del nervo acustico
1932	65	Infortunio nel laboratorio	Frattura del polso
1934	67	Esposizione alle radiazioni del radio e ai raggi X	Anemia aplastica

Tabella 2 - Principali cause di morte da lavoro di alcune "ragazze del radio" esposte alla pittura al radio dei quadranti luminosi di orologi nel New Jersey (1922-1946)**Table 2** - *Main work-related deaths of some "radium girls" exposed to radium painting watch dials in New Jersey (1922-1946)*

Anno	Età alla morte	Nome	Malattia
1922	26	Amelia Maggia	Necrosi mandibola
1923	21	Irene Rudolph	Necrosi mandibola, Anemia
1923	23	Helen Quinlan	Necrosi mandibola, Anemia, polmonite
1925	24	Margaret Carlough	Necrosi mandibola
1925	36	Sarah Carlough Meillefer	Anemia acuta
1929	29	Quinta Maggia Mc Donald	Sarcoma
1931	31	Irene Corby La Porte	Sarcoma della pelvi, tre aborti non volontari
1933	34	Grace Fryer	Necrosi mandibola
1933	31	Katherine R. Schaub	Necrosi mandibola
1939	38	Edna Hussmann	Sarcoma del femore
1946	50	Albina Maggia Larice	Sarcoma del femore, due bimbi nati morti

che, spesso non riconosciute, aspettano di avere un nome per essere denunciate.

NON È STATO DICHIARATO ALCUN POTENZIALE CONFLITTO DI INTERESSE IN RELAZIONE ALLE MATERIE TRATTATE NELL'ARTICOLO.

BIBLIOGRAFIA

1. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR): Toxicological Profile for Uranium (Update). Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services, Atlanta, GA, 2013

2. Becquerel H, Curie P: Action physiologique des rayons du radium. *Comptes rendus des Séances de l'Academie des Sciences*, 1901; 6: 1289-1291
3. Bouchard CH, Curie P, Balthazard V: Action physiologique de l'émanation du radium. *Comptes Rendus des Séances de l'Academie des Sciences* 1904; 88: 1384-1387
4. Busi A: Dermatiti di origine professionale. Difese da praticarsi in un gabinetto di Rongtenologia. In *Atti del IV Congresso di Malattie da lavoro* (a cura di Aristide Ranelletti). Roma 8-11 giugno 1913, Roma: Tipografia Editrice Nazionale, 1913: 319-322
5. Carnevale F, Baldasseroni A: Mal da lavoro. Storia della salute dei lavoratori. Bari: Editori Laterza, 1999
6. Castle WB, Drinker RK, Drinker C: Necrosis of the jaw in wokers employed in applying a luminous paint containing radium. *Jnl Ind Hyg* 1925; 8: 371-384
7. Clark C: Physicians, reformers and occupational disease: the discovery of radium poisoning. *Women Health* 1987; 12: 147-167
8. Cloutier RJ: Florence Kelley and the radium dial painters. *Health Physics* 1980; 39: 711-716
9. Cosmacini G: *Biografia della Ca' Granda. Uomini e idee dell'Ospedale Maggiore di Milano*. Bari: Editore Laterza, 2001
10. Curie E: *Madame Curie*. (Prima Edizione 1937). Paris: Editions Folio, Gallimard, 1981
11. Curie M: *Pierre Curie* (Prima edizione 1923). Paris: Editions Odile Jacob, 1996
12. Curie M, Curie P, Bémont G: Sur une nouvelle substance fortement radioactive contenue dans la pechblende. *Comptes rendus des Séances de l'Academie des Sciences*, 1898; 127: 1215
13. Curie P: Nobel lecture, 6 giugno 1903 "Radioactive substances, especially radium". disponibile online all'indirizzo: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1903/pierre-curie-lecture.pdf (ultimo accesso 22-8-2016)
14. Curie Pierre et Marie Papiers. LXXIX. Gallicalabs.bnf.fr. Lettera di Andrew Mc Bride M.D. a Madame Marie Curie (21 luglio 1925) e risposta di Léonie Razet (5 agosto 1925)
15. Curie Pierre et Marie Papiers. LXXIX. Gallicalabs.bnf.fr. Lettera di Lise Meitner a Madame P. Curie (13 febbraio 1928) e risposta di M. Curie (25 febbraio 1928).
16. De Hevesy GC: Marie Curie and her contemporaries. The Becquerel-Curie memorial lecture. *J Nucl Med* 1925, 25: 116-131
17. Des Jardins J: American memories of Madame Curie. Prisms on the Gendered Culture of Science. In Chiu MH, Gilmer PJ, Treagust DF (eds): *Celebrating the 100th Anniversary of Madame Marie Sklodowska Curie's Nobel*. Rotterdam: Sense Publishers, 2011. disponibile on line all'indirizzo: <https://www.sensepublishers.com/media/141-celebrating-the-100th-anniversary-of-madame-marie-sklodowska-curies-nobel-prize-in-chemistry.pdf> (ultimo accesso 22-8-2016).
18. DeVille KA, Steiner ME: New Jersey Radium Dial workers and the dynamic of occupational disease litigation in the early twentieth century. *Missouri Law Review*. 1977; 62: 1-35. disponibile on line all'indirizzo: <http://scholarship.law.missouri.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3322&context=mlr> (ultimo accesso 22-8-2016).
19. Emile-Weil P, Lacassagne A: Anémie pernicieuse et leucémie myéloïde mortelles provoquées par la manipulation de substances radioactives. *Bull Acad Med* 1925; 93: 237-241
20. Gunderman RB, Gonda AS: Radium girls. *Radiology*. 2015; 274: 314-318
21. Hammer WJ: Radium, and other radio-active substances: polonium, actinium, and thorium. With a consideration of phosphorescent and fluorescent substances, the properties and applications of selenium, and the treatment of disease by the ultra-violet light. New York: D. Van Nostrand Company, 1903
22. Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire (IRSN). Fiche n. 1. disponibile on line all'indirizzo: <http://www.paratonnerres-radioactifs.fr/wp-content/uploads/2011/09/IRSN-radium-et-utilisations.pdf> (ultimo accesso 22-8-2016)
23. International Labour Office: *Workmen's Compensation (Occupational Diseases) Convention (Revised)*, 1934 (No. 42). Adoption: Geneva, 18th ILC session (21 Jun 1934) (Entry into force: 17 Jun 1936). disponibile on line all'indirizzo: https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_INSTRUMENT_ID:312187 (ultimo accesso 22-8-2016)
24. Kunz GF: Radium and its wonders. *Review of Review* 1903; 28: 585-592
25. Lubenau J O: A brief history of standard chemical company. disponibile on line all'indirizzo: <http://www.orau.org/ptp/collection/miscellaneous/photoalbum/sscinfo.pdf> (ultimo accesso 22-8-2016)
26. Martland HS, Conlon P, Knep PJ: Some unrecognized dangers in the use and handling of radioactive substances: with especial reference to the storage of insoluble products of radium and mesothorium in the reticulo-endothelial system. *JAMA* 1925; 85: 1769-1776
27. Milne C: Marie Curie, ethics and research. In Chiu MH, Gilmer PJ, Treagust DF (eds): *Celebrating the 100th Anniversary of Madame Marie Sklodowska Curie's Nobel*. Rotterdam: Sense Publishers, 2011. disponibile on line all'indirizzo: <https://www.sensepublishers.com/media/141-celebrating-the-100th-anniversary-of-madame-marie-sklodowska-curies-nobel>

- dame-marie-skłodowska-curies-nobel-prize-in-chemistry.pdf (ultimo accesso 22-8-2016)
28. Moore K: The Radium Girls. They paid with their lives. Their final fight was for justice. Great Britain: Simon & Schuster, 2016
 29. Mould RF: Marie and Pierre Curie and radium: history, mystery, and discovery. *Med Phys* 1999; 26: 1766-1772
 30. Mould RF: The discovery of radium in 1898 by Maria Skłodowska-Curie (1867-1934) and Pierre Curie (1859-1906) with commentary on their life and times. *Br J Radiol* 1998; 71: 1229-1254
 31. Nugent A: The power to define a new disease: epidemiological politics and radium poisoning. In David Rosner and Gerald Markowitz (eds): *Dying for work. Workers' Safety and health in twentieth century America*. United States of America: Indiana University Press, 1987: 177-191
 32. Pankhurst H: Mrs. Pankhurst's own story. 1915. disponibile on line all'indirizzo: <http://www.gutenberg.org/files/34856/34856-h/34856-h.htm> (ultimo accesso 22-8-2016).
 33. Radvanyi P: I Curie. La premiata famiglia Nobel. *Le Scienze*. Edizione italiana di Scientific American. Anno V n. 25. Milano: Le Scienze SpA, 2002
 34. Rutherford E: Obituary of M.me Curie. *Nature* 1934; 134: 90-91
 35. Salerno S: Women, work and health between the nineteenth and twentieth centuries from a national and international perspective. *Med Lav* 2014; 105: 435-444
 36. Sichermann B.: Alice Hamilton. A life in letters. University of Illinois: Press, 2003
 37. Skłodowska Curie M.me: Rayons émis par les composés d'uranium. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 1898; 126: 1101
 38. The Louisiana purchase exposition: comprising the history of the Louisiana territory, the story of the Louisiana purchase and a full account of the great exposition, embracing the participation of the States and Nations of the world, and other events of the St. Louis world's fair of 1904, compiled from official sources; pag. 627. disponibile on line all'indirizzo: <http://cdm.sos.mo.gov/cdm/ref/collection/muellis/id/5362> (ultimo accesso 22-8-2016)
 39. Waterbury's radium girls. disponibile on line all'indirizzo: <http://connecticuthistory.org/waterburys-radium-girls/> (ultimo accesso 22-8-2016)

| LETTERE IN REDAZIONE

^{la} **Medicina del Lavoro**

Med Lav 2017; 108, 1: 79

Una riflessione sulla scelta dei Medici Competenti

Illustre e caro Direttore,

nella mattina dell'ultima giornata del 79° Congresso SIMLII di Roma, si è tenuta una sessione sulla Sorveglianza Sanitaria davvero di grande interesse e con relazioni qualificate e stimolanti. Per ragioni di tempo non ho potuto esprimere una mia riflessione che di seguito riporto. Penso che noi dovremmo chiederle perché la nostra disciplina sia l'unica di quelle mediche per la quale la qualità non paghi. Se una persona - mi lasci passare una evidente provocazione - ha necessità di andare da un ...callista, si informa su quale sia

il migliore. Nel nostro caso, quando il datore di lavoro deve assumere il Medico Competente, si informa, nella stragrande maggioranza dei casi, su chi costa meno. Questo, a mio avviso è il problema di cui bisogna capire le motivazioni e a cui cercare di dare una risposta per invertire la tendenza.

La ringrazio dell'ospitalità.

Filippo Cassano

Dipartimento Interdisciplinare di Medicina
Università di Bari

E-mail: filippo.cassano@uniba.it