

Teresa Celestino

Liceo "E. Majorana" (LT)

✉ teresa@teresacelestino.net

Decifrare la chimica invisibile: un excursus storico-epistemologico dai tubi di Crookes alla radioattività

RIASSUNTO Il periodo a cavallo tra gli ultimi decenni dell'Ottocento e i primi del Novecento fu caratterizzato da una scienza estremamente vivace, alla base di nuove aree disciplinari nel campo della fisica e della chimica. Nello stesso tempo, il linguaggio scientifico attraversò una fase di grande rinnovamento. Centrale è stato il ruolo della scoperta della radioattività, le cui premesse storiche sono dunque estremamente importanti per gli studenti della scuola secondaria. Questa fase di grande progresso generò euforia collettiva, curiosità per i fenomeni paranormali e un certo alone di misticismo, di cui sono testimonianza spettacoli teatrali e cinematografici, notizie sui medium e strane commistioni scientifico-teosofiche.

ABSTRACT The period between the last decades of the 19th century and the beginning of the 20th was characterized by extremely lively science, underpinning new subject areas in physics and chemistry. At the same time, the language of science went through a phase of great renewal. Central was the role of the discovery of radioactivity, the historical background of which is therefore extremely important for secondary school students. This phase of great progress generated collective euphoria, curiosity about paranormal phenomena and a certain aura of mysticism, as proved by theatre and film shows, reports about mediums and strange scientific-theosophical admixtures.

PAROLE CHIAVE William Crookes, paranormale, radioattività, teosofia

1. Linguaggio e decifrazione dei segni

La scoperta della radioattività si colloca in un periodo storico particolarmente ricco di "segni" da decifrare, relativi alla natura e all'azione delle particelle subatomiche. Gli studi sui raggi X e l'identificazione dell'elettrone sono stati estremamente preziosi per

comprendere i fenomeni radioattivi, promuovendo il progressivo delinearsi di nuovi domini disciplinari: la fisica nucleare e la radiochimica.

Il periodo maggiormente significativo per la triade raggi X – elettrone – radioattività si estende dal 1895 al 1903. Il 1895 è infatti l'anno della scoperta dei raggi X ad opera di Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923), mentre nel 1903 Ernest Rutherford (1871-1937) e Frederick Soddy (1877-1956) pubblicano l'articolo "*Radioactive Change*" [1], una tappa fondamentale per l'impostazione delle successive linee di ricerca sulla natura degli elementi radioattivi e delle radiazioni da essi originate. Nel mezzo troviamo: la scoperta dell'elettrone (1897) ad opera di Joseph John Thomson (1856-1940), per la cui realizzazione le ricerche di William Crookes (1832-1919) sin dai primi anni '70 del secolo XIX hanno assunto un ruolo assai rilevante; lo studio di quelli che nel 1896 sono inizialmente denominati "raggi uranici" da Antoine Henri Becquerel (1852-1908), alla cui indagine contribuiscono in maniera determinante i coniugi Marya Skłodowska (1867-1934) e Pierre Curie (1859-1906).

Nel cuore dello stesso arco temporale si situano alcune tappe particolarmente importanti per la Chimica, rappresentate dai punti della seguente cronologia:

- 1895 – W. Röntgen scopre i raggi X
- 1896 – H. Becquerel nota che l'esposizione alla luce solare non è necessaria per produrre i raggi uranici, e conclude che essi sono causati dall'uranio
- 1897 – M. Curie inizia a lavorare sui raggi di Becquerel e Thomson scopre l'elettrone
- 1898 – M. Curie scopre la radioattività del torio (aprile); M. e P. Curie scoprono il polonio e coniano il termine "radioattività" (luglio); M. e P. Curie e



Fig. 1

Gustave Bémont (1857-1932) annunciano la scoperta del radio (dicembre)

- 1899 – André-Louis Debierne (1874-1949) scopre l'attinio
- 1902 – M. Curie isola 120 mg di cloruro di radio (marzo) e misura il peso atomico del radio (luglio)
- 1903 – Rutherford e Soddy provano che la radioattività è causata da variazioni a livello subatomico e implica trasformazioni spontanee di atomi di un elemento in atomi di un altro elemento

Questo è ovviamente un quadro estremamente semplificato del panorama scientifico di quegli anni, funzionale a una trattazione indirizzata agli studenti del secondo biennio di un liceo.

In questi anni i veloci cambiamenti del linguaggio scientifico vanno di pari passo con la progressiva decifrazione dei dati sperimentali, presupponendo un suo ruolo attivo all'interno della dinamica dello stesso processo di scoperta: il linguaggio e gli atti conoscitivi si sviluppano in un rapporto di casualità reciproca. In sostanza, il linguaggio non si limita a una funzione descrittiva, ma concorre attivamente a far emergere i nuovi prodotti della conoscenza (Figura 1).

Il luogo ermeneutico di tale interdipendenza di linguaggio e scoperta è distante dalla prospettiva neopositivistica: il momento dell'introduzione di una nuova ipotesi non è più rigidamente separato dalla sua validazione sperimentale. Al contrario, assumono rilevanza le "intuizioni creative" di Bergson e gli "elementi irrazionali" che Popper riteneva insiti nelle fasi iniziali di tutte le scoperte scientifiche [2]. Aspetti oggi sicuramente considerati al di fuori della scienza hanno condizionato l'attività di ricerca di quegli anni, nel corso dei quali non pochi studiosi sono stati coinvolti nell'indagine su presunti fenomeni paranormali. A tal fine prenderemo in particolare considerazione, in relazione alla proposta di un percorso didattico, i seguenti punti in ordine temporale:

- aspetti peculiari del contributo preliminare di

Crookes, senza trascurare qualche ombra circa i suoi rapporti con il paranormale;

- alcune congetture elaborate sulla natura dei raggi scoperti da Röntgen;
- lo studio dei fenomeni radioattivi ad opera dei coniugi Curie e di Becquerel, con particolare riferimento al determinante ruolo delle procedure della Chimica nella definizione delle linee di ricerca.

Queste tappe saranno esaminate anche dal punto di vista del cambiamento linguistico che le ha accompagnate. Si accennerà infine al proliferare di fantasiose nonché discutibili teorie di stampo teosofico a tema chimico, nate sull'onda di una grande – e spiazzante – effervescenza scientifica di quel periodo.

2. William Crookes: frequenzioni "paranormali" di un ricercatore indipendente

La rivista *La Chimica nella Scuola* ha già dato spazio al rapporto tra alcuni scienziati e il paranormale [3]. In particolare, è stato approfondito il ruolo scientifico e la personalità di William Crookes [4].

Nei libri di testo Crookes è citato quasi esclusivamente in relazione allo studio dei fenomeni di scarica attraverso i gas rarefatti. Come sappiamo, Crookes utilizzò un tubo di vetro nel quale erano saldati due elettrodi metallici: un elettrodo, il catodo, collegato al polo negativo di un generatore di corrente; l'altro, l'anodo, al polo positivo. Quando la differenza di potenziale applicata agli elettrodi era molto elevata (circa 10.000 V) e il tubo conteneva un gas a pressione molto bassa, si verificava una scarica elettrica; nello stesso tempo, sulla parete di vetro di fronte al catodo (sulla quale era posto uno schermo al fosforo) si notava una fluorescenza che scompariva al cessare della scarica (Figura 2). Pertanto, durante la scarica elettrica il fascio di raggi – poi denominati "raggi catodici" – partiva dal catodo colpendo la parte opposta del tubo.

Dopo una serie di esperimenti, nel 1897 Thomson concluse che i raggi catodici non erano altro che flussi di elettroni. Crookes aveva già documentato che: si propagavano in linea retta (colpendo un ostacolo come la croce di Malta ne proiettavano l'ombra sulla parete opposta); avevano natura corpuscolare (provocavano la rotazione di un mulinello a palette di mica inserito nel tubo lungo il loro cammino); la direzione del loro tragitto era deviata da un campo magnetico. In seguito alla messa a punto di pompe da vuoto molto più efficienti di quelle a disposizione di Crookes, Thomson dimostrò che le

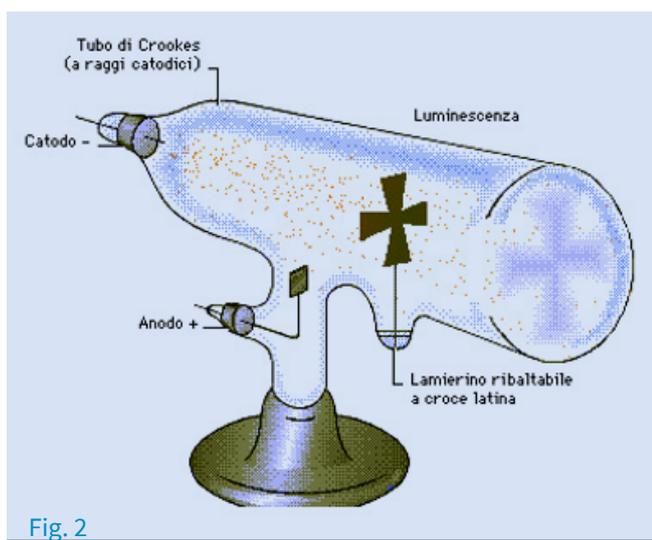


Fig. 2

particelle costituenti tali raggi erano caratterizzate da una carica negativa: passando tra due piastre di metallo cariche, esse si dirigevano verso la piastra carica positivamente. Riuscì inoltre a determinarne il rapporto carica/massa.

Le supposizioni poi rivelatesi errate sulla natura dei raggi catodici furono particolarmente suggestive [2]: fisici come G. H. Wiedemann (1826-1899) e P. E. A. von Lenard (1862-1947) si proponevano di interpretare i raggi catodici all'interno delle teorie ondulatorie, mentre G. A. J. Jaumann (1863-1924) parlava di "perturbazioni longitudinali dell'etere". Crookes ipotizzava l'esistenza di un "quarto stato della materia" [4], talvolta sconfinando in tentativi di spiegazione non proprio conformi all'ortodossia scientifica.

Privo di una collocazione accademica ma autore di molti articoli scientifici (tra i quali uno sulla scoperta e l'isolamento del tallio), William Crookes era a tutti gli effetti un "ricercatore indipendente"; tale posizione, sebbene gli garantisse una certa libertà, rendeva la sua reputazione particolarmente vulnerabile, soprattutto in relazione agli studi sul mondo invisibile. In epoca vittoriana l'euforia per gli sviluppi delle telecomunicazioni aveva infatti acceso l'interesse per il paranormale (si pensi al telegrafo senza fili). Non solo Crookes, ma molti altri esponenti del mondo scientifico erano in contatto con medium e partecipavano a sedute spiritiche. Non erano degli ingenui: al contrario, erano perfettamente consapevoli della presenza di ciarlatani e imbrogliatori nell'ambiente dello spiritismo; tuttavia ne erano attratti e incuriositi. Alcuni strumenti ideati da Crookes (in particolare tubi a scarica e mulinelli a luce) erano in qualche modo correlati all'indagine di presunte "forze psichiche", contribuendo in qualche modo a delineare quella che oggi chiamiamo parapsicologia. Forse Crookes fu spinto a partecipare alle sedute spiritiche

anche dalla speranza di contattare uno dei suoi fratelli morto durante una spedizione a Cuba per posare un cavo del telegrafo [5]. Dapprima si lasciò ammaliare da un famoso medium britannico, Daniel Douglas Home (1833-1886) [6], che sottopose a una serie di "controlli". Successivamente, pur consapevole del fatto che lo studio dei "fenomeni psichici" gli avrebbe creato non pochi problemi nell'ambiente scientifico, cominciò a frequentare la medium Florence Cook (1856-1904), allora appena sedicenne [6]. Florence Cook era diventata famosa per la sua presunta capacità di materializzare, dopo essere caduta in trance, uno spirito di nome Katie King. Si narra che Crookes passeggiasse tenendo il braccio a Katie King, notando come ella fosse "concreta come la signorina Cook stessa" [5]. Lo stesso Crookes fotografò più volte Katie King e Florence Cook insieme, ma (chissà perché!) uno dei due visi era sempre oscurato (come nella figura 3, nella quale compare anche lo scienziato). I ripetuti e presunti fallimenti di Crookes, incapace di cogliere entrambi i visi nonostante le sue ben note doti di fotografo, contribuirono all'accusa di complicità volontaria con la Cook (definitivamente smascherata nel 1880, quando i quotidiani riferirono di uno spettatore che l'aveva sorpresa a cambiarsi per assumere le sembianze di Katie King [5]).



Fig. 3

Nonostante ciò, Crookes difese sempre le affermazioni degli spiritisti, dimostrando come anche fisici e chimici facessero ricorso a entità che non potevano essere viste: gli atomi e le molecole non erano forse creature dell'immaginazione come gli spiriti? Vari studi hanno approfondito l'atteggiamento ambiguo di Crookes nei confronti dei medium [5]. Come se non bastasse, nel 1883 Crookes entrò in contatto con Elena Petrovna Blavatsky (1831-1891) [7], fondatrice della Società Teosofica su cui ritorneremo nell'ultima parte di questo lavoro.

3. I misteriosi raggi X

“Qual è dunque la natura di questi fenomeni meravigliosi e misteriosi? Qualunque cosa essi siano si è in presenza di un agente nuovo, tanto nuovo quanto lo era l'elettricità nei tempi di Gilbert o il galvanismo nei tempi di Volta. [...]. È necessario rifiutare la gran quantità di teorie fantasiose che la stampa quotidiana ha riportato. Potrebbero essere fuorvianti”. [2]

Così Jules-Henry Poincaré (1854-1912) parlava delle scoperte di Röntgen su particolari “raggi”, associati alla lettera “X” in quanto di origine sconosciuta. I libri di testo di Chimica si soffermano raramente sulla scoperta dei raggi X; si tratta di una grave mancanza, dal momento che lo studio della causa dei raggi X ha aperto un varco determinante per l'indagine sui fenomeni radioattivi. L'alone misterioso di tali raggi facilitò il proliferare di varie congetture sovrannaturali, insieme a una buona dose di umorismo. Ad esempio, prendendo spunto dalla radiografia della mano della moglie di Röntgen, nel cortometraggio “The X-Ray Fiend” diretto nel 1927 da G. A. Smith (1864-1959), una coppia di fidanzati intenti a flirtare era improvvisamente ridotta a un duo di scheletri sotto l'effetto di una cinepresa a raggi X (Figura 4).

Nel 1896 Röntgen scriveva: “Risulta, da un gran numero di studi, che i punti del tubo a scarica dove la

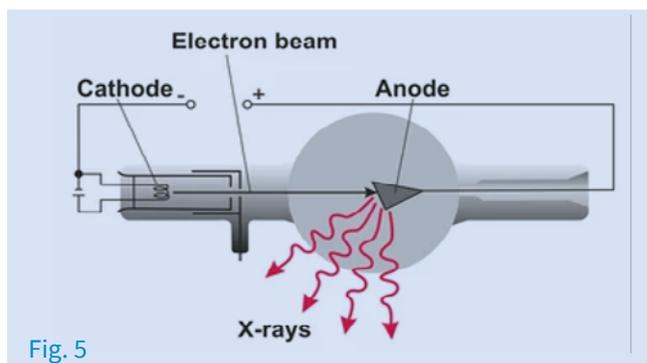


Fig. 5

fosforescenza appare più brillante, sono la sede principale dalla quale i raggi X nascono e si propagano in tutte le direzioni. Ciò significa che i raggi X partono dalla regione in cui i raggi catodici colpiscono il vetro. Se con l'aiuto di una calamita si spostano i raggi catodici all'interno del tubo, si vedranno infatti partire i raggi X da un nuovo punto, ossia dall'estremità dei raggi catodici.” [2]

Oggi sappiamo che nei tubi a raggi X si utilizza la radiazione emessa da cariche frenate. Un catodo emette elettroni che vengono opportunamente concentrati. Con una tensione tra anodo e catodo di circa 30.000 V, gli elettroni sono accelerati fino a una velocità di 100.000 km/s; al momento dell'urto contro l'anodo essi subiscono una forte decelerazione. La “radiazione di frenata” così ottenuta (detta *Bremsstrahlung*), la cui lunghezza d'onda è compresa tra 10^{-14} m e 10^{-9} m è perpendicolare alla direzione dell'accelerazione, quindi esce lateralmente dal tubo (Figura 5).

All'epoca di Röntgen, il modo e i contesti in cui furono usati i termini “raggio” e “radiazione” instaurarono collegamenti fitti e non sempre chiari fra la dimensione semantica e quella relativa agli oggetti di indagine. Il chiarimento del meccanismo di origine dei raggi X ha contribuito alla distinzione dei termini “radiazione” e “raggio”, spesso usati in modo intercambiabile: la radiazione rappresenta l'emissione e la propagazione di energia sotto forma di onde elettromagnetiche o particelle elementari; il raggio indica invece la direzione di tale propagazione. In particolare, la valenza semantica del termine “radiazione” cambiò attraverso le ricerche di Thomson sui raggi catodici, quando fu accettata l'idea che determinate particelle potessero passare attraverso fogli metallici.

Data la concomitanza tra la fluorescenza del tubo di vetro e l'emissione di raggi X, Poincaré suppose che fosse il vetro a emetterli diventando fluorescente; lo scienziato si chiese allora se tutti i corpi



Fig. 4

che emettevano fluorescenza potessero originare raggi X (oltre ad altri tipi di radiazione) qualunque fosse la causa del fenomeno luminoso. In questo modo i fenomeni non sarebbero più stati interpretati in relazione a una causa elettrica. Tre ricercatori si occuparono di verificare l'ipotesi di Poincaré: Charles Henry (1859-1926), Gaston-Henri Niewenglowski (1871-1906?) e Henri Becquerel. Inizialmente l'ipotesi di Poincaré sembrava confermata, ma le ricerche di Becquerel andarono oltre, individuando un fenomeno non riconducibile ad alcunché di noto [2].

4. La radioattività: una Chimica dell'invisibile

Becquerel aveva individuato alcuni minerali fosforescenti contenenti uranio: dopo aver sistemato una lamina di minerale su una lastra fotografica ricoperta da due fogli di cartone nero, espose alla luce solare. Annotava in seguito che questi minerali emettevano radiazioni che, come i raggi X, attraversavano i corpi opachi alla luce ordinaria (il cartone) e riducevano i sali d'argento (impressionando una pellicola fotografica). Tuttavia, si accorse che i corpi fosforescenti contenenti uranio emettevano radiazioni anche se non esposti alla luce solare; inoltre mostravano proprietà fisiche diverse dai raggi X. Furono quindi denominati "raggi uranici". Quando Marie Curie scelse di studiarli per la sua tesi di dottorato [8, 9], ne sfruttò le proprietà elettriche utilizzando uno strumento costruito dal marito Pierre e da suo fratello, il mineralogista Paul-Jacques Curie (1856-1941): un elettrometro a quadranti [9, 10] basato sulla capacità delle sostanze che emettevano raggi uranici di rendere conduttrice l'aria attraverso la formazione di specie cariche (ioni). La figura 6 mostra una schematizzazione dell'elettrometro: una coppia di quadranti è collegata sia a un condensatore (nel quale è posta la sostanza in esame) sia a un quarzo piezoelettrico (capace di polarizzarsi elettricamente, e quindi di condurre corrente, in seguito a una deformazione meccanica - in questo caso resa possibile da un peso ad esso agganciato). I coniugi Curie e in particolare Marie, abilissima come nessun altro nel difficile uso dell'elettrometro [11], misuravano il tempo impiegato dagli ioni prodotti dalla sostanza a neutralizzare la carica elettrica generata dal quarzo.

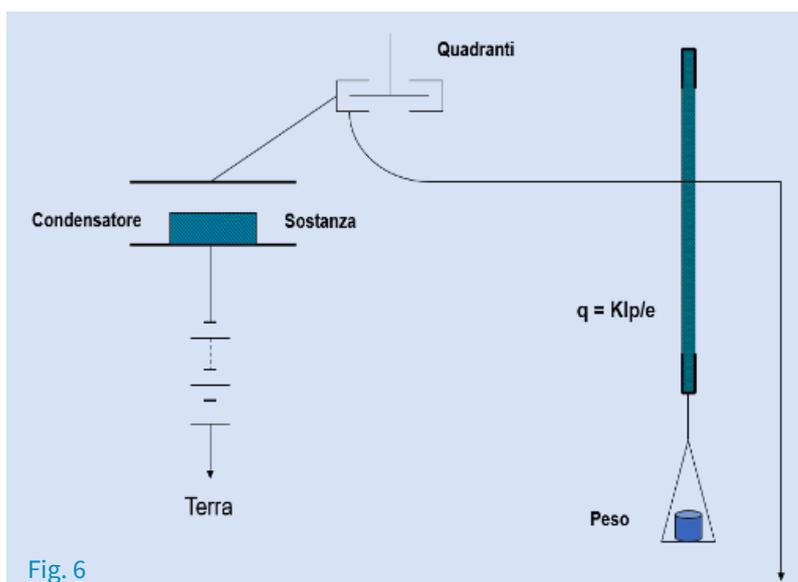


Fig. 6

In tal modo ottenevano una misura della corrente di ionizzazione, che conduceva a misurare la particolare "attività" della sostanza in esame.

La chimica degli elementi radioattivi introduceva idee nuove e determinava una scissura sempre più profonda tra conoscenza comune e conoscenza scientifica. Le bilance, simbolo della chimica di Lavoisier, venivano messe da parte per fare spazio agli elettrometri (Figura 7), secondo il fisico J. W. S. Rayleigh (1842-1919) "progettati dal diavolo" per la loro estrema difficoltà di utilizzo [11].

Sicuramente quella che sarà denominata "radiochimica" portò con sé una serie di cambiamenti, di cui le misure con l'elettrometro non furono che l'inizio: non solo l'apparato teorico, ma anche la difficoltà di reperimento dei materiali e le esigue quantità risultanti dall'isolamento delle sostanze pure portarono il chimico britannico Arthur Smithells (1860-1939) a lamentare il fatto che "con la radioattività si stesse creando, in relazione al ponderabile, una chimica di fantasmi", anche per il divario tra "la grandissima riduzione delle quantità dei materiali

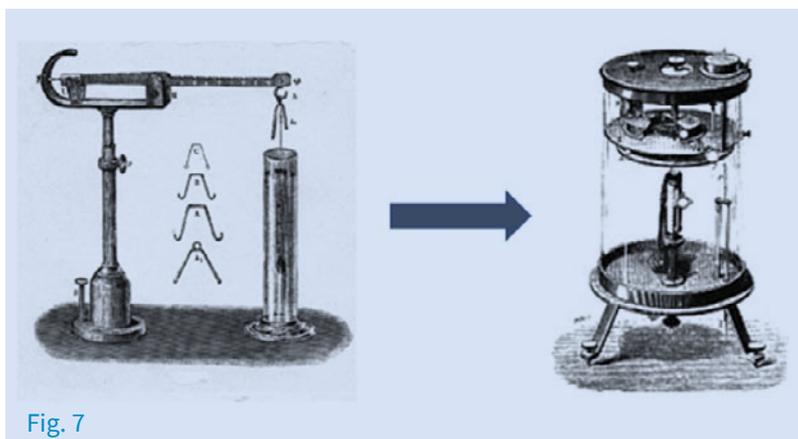


Fig. 7

sperimentali” e “l’esubranza di speculazioni matematiche del tipo più sconcertante” [2, 12]. Tuttavia, pur comprendendo il contesto al quale Smithells si riferiva, non si può negare che gli inizi della radiochimica siano stati assolutamente radicati nel paradigma epistemologico proprio della Chimica, soprattutto per merito dei Curie. Infatti, mentre Becquerel procedette rimanendo ancorato ai metodi della fisica nell’indagare la natura dei raggi uranici, Curie e collaboratori condussero le loro ricerche con una eccezionale padronanza delle tecniche sperimentali della Chimica classica e con grande consapevolezza del modo di procedere dei chimici. Il premio Nobel per la Chimica conferito a Marie Curie nel 1911 (dopo quello nel 1903 per la Fisica condiviso con Pierre Curie e Antoine Becquerel) ne fu il riconoscimento.

Secondo Luigi Cerruti [12], l’epistemologia dei chimici è caratterizzata dalla determinazione delle strutture molecolari e da quattro principali direttrici di indagine sulle sostanze:

1. attività combinatoria sperimentale
2. classificazione
3. definizione e ricerca della purezza
4. determinazione di costanti

In particolare, la classificazione delle sostanze è assolutamente necessaria per padroneggiare una grande mole di dati empirici e identifica “un tratto ‘debole’ dell’epistemologia chimica, che distingue tuttora, e nettamente, la chimica dalla fisica” [12]. Esaminiamo come l’indagine dei Curie si mosse secondo tutti e quattro i criteri elencati.

4.1 Classificazione

In un primo tempo Marie Curie procedette catalogando varie sostanze in relazione alla loro attività, trovando che il torio mostrava, in maggior misura, lo stesso tipo di attività dell’uranio. In riferimento a ciò il fisico e storico della fisica G. E. M. Jauncey (1888-1947) osservò come fosse “sbalorditivo che

nel 1896 e nel 1897 nessuno avesse pensato di verificare le proprietà radioattive del torio, che era, in quel tempo, [dopo l’uranio] l’elemento di peso atomico più elevato” [13]. Inoltre, dalle misure ottenute su vari campioni, in parte elencate nella Tabella 1 [14, 15], emerse chiaramente un’attività della pechblenda superiore a quella dell’uranio.

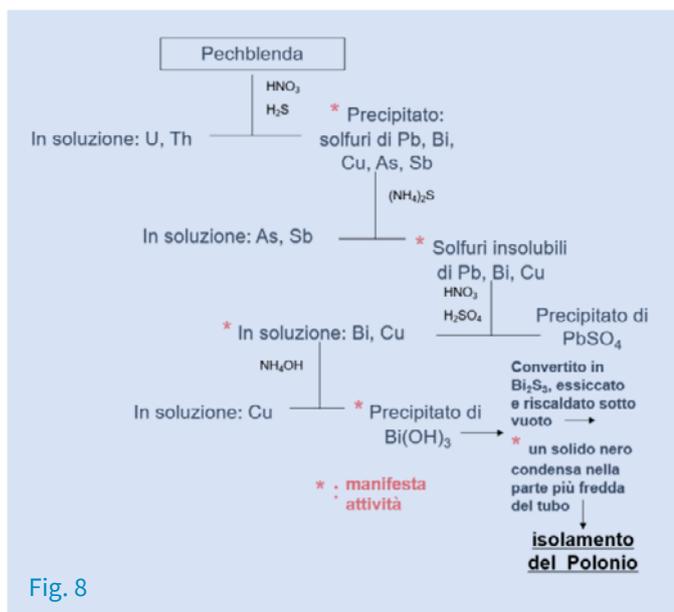
In seguito a queste osservazioni, Marie Curie suppose l’esistenza di un nuovo elemento: un’ipotesi figlia di un approccio “chimico” al problema di portata straordinaria, se si pensa al contesto referenziale della fosforescenza cui erano agganciati i raggi uranici. Rutherford suppose che l’aumento dell’attività riscontrato nella pechblenda e nella calcolite potesse dipendere dal loro stato di suddivisione e non dalla presenza di un nuovo elemento; riportava inoltre l’esempio del fosforo, la cui attività fosforescente dipendeva dal suo stato chimico. La replica di Marie Curie non si fece attendere: secondo la scienziata, proprio la diversità di comportamento tra il fosforo bianco e il fosforo rosso (quest’ultimo non fosforescente) lasciava presagire una marcata diversità tra la loro fosforescenza e l’attività di uranio e torio [2]. Questo fu un passaggio fondamentale per condurre all’ipotesi rivoluzionaria dell’attività rilevata con l’elettrometro come *proprietà atomica*: interpretata alla stregua di altre caratteristiche dell’atomo, quali il suo peso o le sue linee spettrali.

4.2 Attività combinatoria sperimentale, definizione e ricerca della purezza

Il carattere di Marie Curie, determinato fino all’ossessione nel perseguire i suoi obiettivi [11], fu decisivo nel portare a completamento l’isolamento di pochi milligrammi di nuovi elementi puri (polonio, attinio, radio) partendo da tonnellate di pechblenda [9, 15] e procedendo tramite successive precipitazioni frazionate (Figure 8, 9 e 10). Gli schemi raffigurati, di grande valenza didattica, possono essere illustrati agli studenti alla luce di semplici separazioni di solidi effettuati in laboratorio [16]; al di là delle differenze abissali relative alla difficoltà di esecuzione, l’insegnante può mostrare come il principio guida rimanga invariato: si sfruttano le diverse proprietà chimico-fisiche dei componenti di una miscela per realizzarne progressivamente la separazione, monitorando l’intensità di una determinata proprietà fisica – il colore di un determinato solido ad esempio, o ... la radioattività. Ovviamente queste lunghe ed estenuanti procedure sperimentali comportarono attività combinatoria: sia per realizzare opportune reazioni i cui prodotti fossero di volta in volta identificabili

Sostanza	Corrente, picaA
Uranio metallico carburato	<u>24</u>
Ossido di uranio U ₂ O ₅ (nero)	27
Ossido di uranio U ₃ O ₈ (nero)	18
Sali uranici di Na, K, NH ₄ (gialli)	12
UO ₂ (NO ₃) ₂ (giallo); U(SO ₄) ₂ (verde)	7
Calcolite artificiale (fosfato di U e Cu)	<u>9</u>
Calcolite naturale	<u>52</u>
Pechblenda (U ₃ O ₈ di varia provenienza)	16, 67 , 83

Tab. 1. Caratteristiche chimico-fisiche dell’acido malico



e separabili, sia allo scopo di caratterizzare chimicamente gli elementi ottenuti con elevato grado di purezza. Leggere inoltre alcuni passi di questa impresa epica scritti dalla stessa Marie Curie è senza dubbio di grande impatto emotivo per un adolescente.

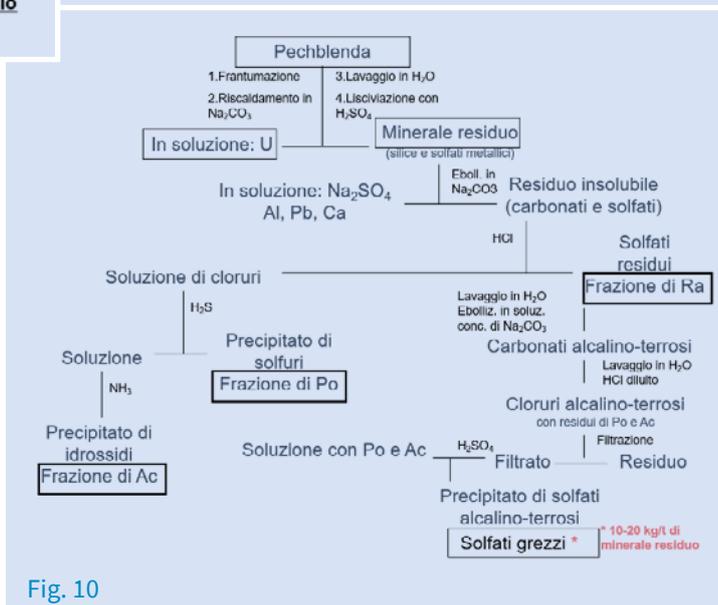
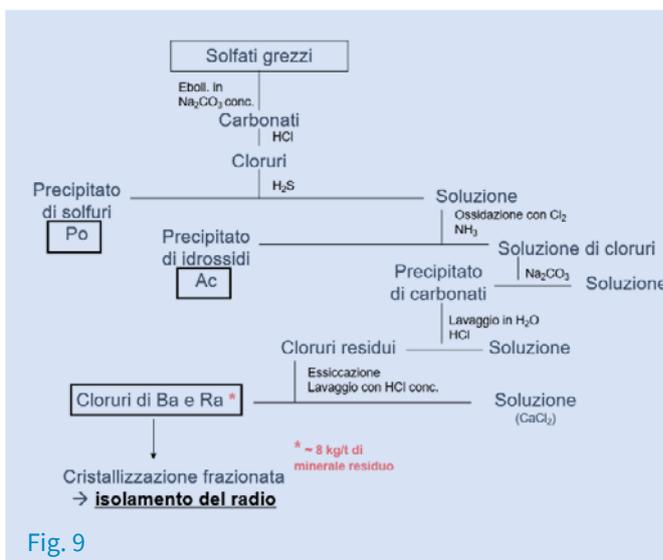
4.3 Determinazione di costanti

La determinazione del peso atomico di polonio (209 u), radio (226 u) e attinio (227 u) – e la loro conseguente collocazione nella tavola periodica – fornì la prova definitiva dell'attività come proprietà atomica, non come modalità di restituzione dell'energia catturata dall'atomo all'esterno. Il percorso può essere brevemente sintetizzato tramite la sequenza:

Misure tramite il metodo elettrico → Prime osservazioni e deduzioni → Impostazione del programma di ricerca → Scoperta di nuovi elementi → Conferma dell'ipotesi secondo la quale la radioattività è una proprietà atomica

L'unità di misura della radioattività è connessa ad un fenomeno ad essa strettamente legato: la disintegrazione dell'atomo.

Dopo la scoperta del radio, il percorso di ricerca fu suggellato anche da un punto di vista linguistico: i "raggi uranici", inizialmente assimilati a un "tipo invisibile di fosforescenza", furono successivamente indicati con il termine "radioattività", definita come la proprietà di alcuni elementi di emettere radiazioni in grado di attraversare corpi opachi alla luce ordinaria. Solo successivamente la radioattività cominciò ad essere associata alla disintegrazione atomica causata dall'espulsione di particelle dotate di massa, che può essere accompagnata dall'emissione di ra-



diazioni di elevata energia. Questo comportava la trasformazione di un elemento in un altro, constatazione che riportò in auge il termine "trasmutazione", il cui uso andò scemando probabilmente per la comprensibile necessità di evitare un linguaggio equivoco. Lo dimostra l'esclamazione del giovane Soddy in un laboratorio di fisica della McGill University in Quebec: "È trasmutazione: il torio si sta disintegrando e trasmutando in gas argon!", alla quale seguì la risposta di Rutherford: "Per carità, Soddy, non chiamarla trasmutazione. Altrimenti ci tagliamo la testa come alchimisti" [17].

Per unità di misura della radioattività dapprima venne adottato il curie (simbolo Ci), equivalente all'attività di un grammo dell'isotopo radio-226. Successivamente il curie è stato sostituito dal becquerel (Bq) nel Sistema Internazionale: 1 Ci = 37 GBq. Un Bq, misurato in s^{-1} , è definito come l'attività di un radionuclide che ha un decadimento al secondo.

5. Chimica occulta

L'euforia collettiva che seguì l'isolamento del radio generò comportamenti a dir poco imprudenti: l'elemento entrò a far parte di numerosi preparati farmaceutici e cosmetici, mentre l'acqua radioattiva gonfiò le casse di molte stazioni termali. Come per i raggi X, si assistette a una grande spettacolarizzazione: balletti teatrali erano eseguiti da danzatrici abbigliate con costumi resi fosforescenti da una tintura a base di radio, producendo suggestive figure luminose su un palcoscenico buio.

L'epopea dei Curie, in gran parte caratterizzata dalla concretezza dell'universo chimico, non smorzò certo l'attrazione per l'invisibile. Gli stessi Marie e Pierre conoscevano dei medium, e se il recente film *Radioactive*¹ evidenzia un certo scetticismo di lei, è anche vero che non si sottraeva alle sedute spiritiche proposte dal marito. Lo stesso linguaggio degli scienziati era a tratti "degno di un praticante rinascimentale di magia naturale" [5], come dimostrano le parole di Pierre Curie in occasione del conferimento del premio Nobel [18]: "Possiamo quindi porci il problema se l'umanità trarrà beneficio dall'apprendere i segreti della Natura, se sia pronta per giovarsene o se invece questa conoscenza non sia dannosa."

Qualche anno più tardi Soddy, richiamandosi al mito della pietra filosofale, osservava che questo racchiudeva due aspetti allegorici – l'elisir di lunga vita e le trasmutazioni dei metalli – direttamente correlati alle trasformazioni nucleari, viste come una fonte inesauribile di energia [19].

Tale revival del mito alchemico, considerato nei suoi aspetti premonitori degli sviluppi tecnologici resi possibili dalle ricerche in corso, ebbe come effetto collaterale la produzione di un libro a dir poco bizzarro come *"Occult chemistry"* (1908) [21], scritto da un improbabile duo di teosofi: Annie Besant (1847-1933), un'intraprendente attivista che succedette alla Blavatsky, e Charles Webster Leadbeater (1854-1934), un libertino più volte accusato di pedofilia [5]. Entrambi sostenevano di poter "vedere" gli atomi – composti da particelle chiamate "anu" a loro volta costituite di "etere" – grazie a tecniche di meditazione. Del radio, secondo gli autori di forma tetraedrica, erano riportate tre tavole che ne descrivevano alcune parti (Figure 11, 12 e 13) [20].

Il decadimento radioattivo era dovuto alla sfera centrale dell'elemento, la quale ruoterebbe a velocità talmente alta da formare un vortice che aspira par-

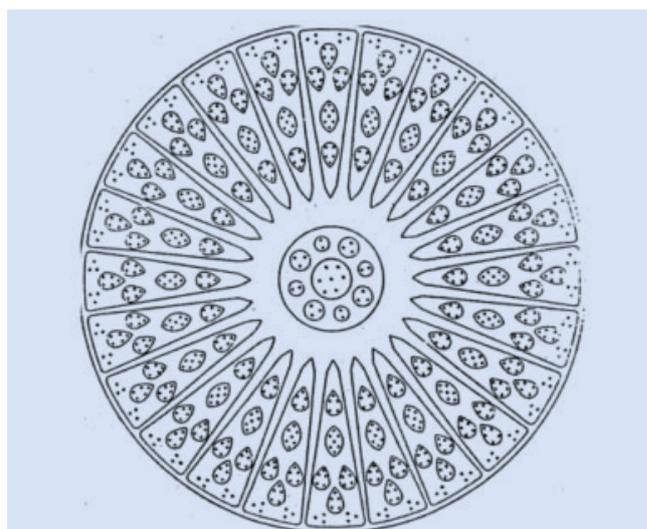


Fig. 11 TAV. XXII - Radio

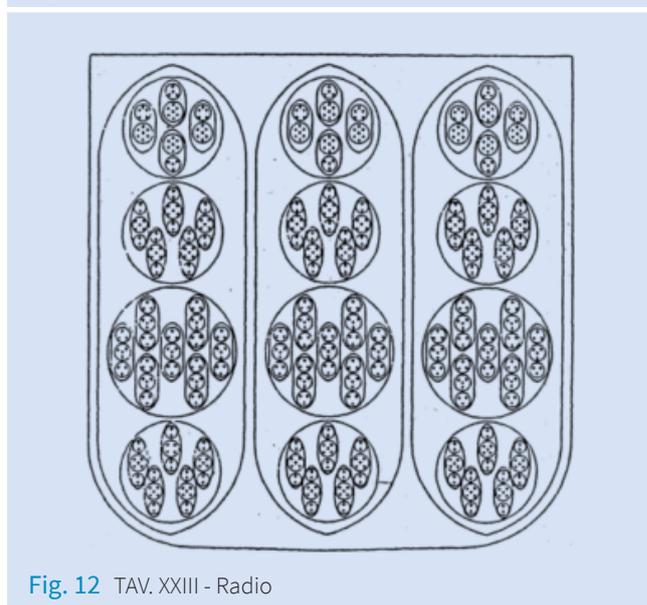


Fig. 12 TAV. XXIII - Radio

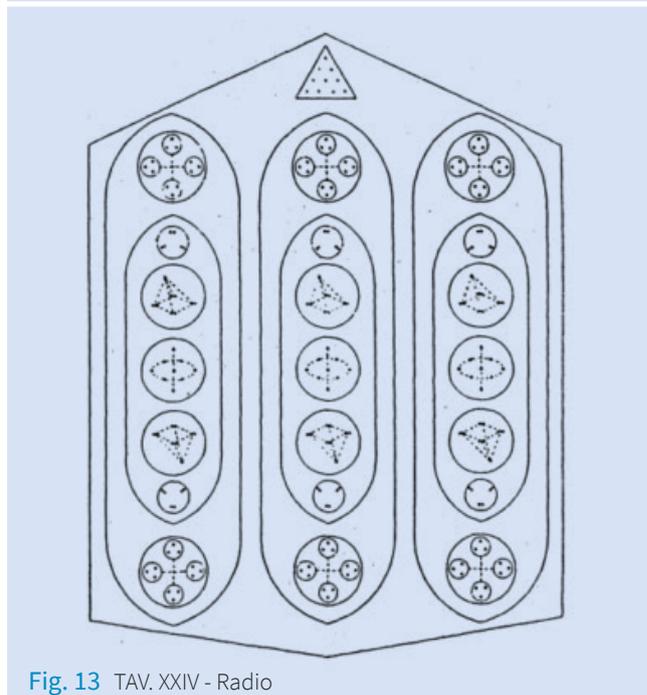


Fig. 13 TAV. XXIV - Radio

¹ *Radioactive*, regia di Marjane Satrapi; casa di produzione: StudioCanal, Working Title Films, Pioneer Stalking Films, Shoebox Films, 2019.

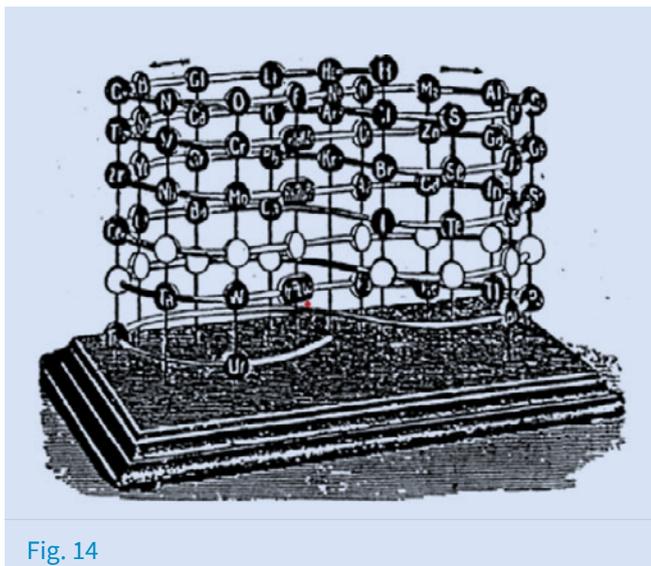


Fig. 14

ticelle dall'esterno poi lanciate fuori. Questo farebbe del radio un "vortice di energia creativa" (!). È evidente l'appartenenza dell'opera a un sottogenere di occultismo impregnato di elementi alchemici. Nel testo si sottolinea la collaborazione di William Crookes, menzionato ben 12 volte. Crookes avrebbe infatti fornito un diagramma di raggruppamento degli elementi che li raffigura disposti in successive "figure a otto" indicate come "lemniscate" (Figura 14).

I legami con la Società Teosofica non impedirono allo scienziato di rivestire la carica di Presidente della Royal Society di Londra dal 1913 al 1915.

6. Conclusioni

Un approccio storico-epistemologico dà senso e spessore culturale ai contenuti disciplinari, evidenziando come il tono spesso freddo dei libri di testo celi non solo la grande passione, ma anche le stranezze di coloro che si sono dedicati alla ricerca. La sequenza qui presentata è solo una fra le tante già disponibili sulla radiochimica, argomento di cruciale importanza per la sua fertilità didattica e per la sua intrinseca interdisciplinarietà. Questo breve excursus vuole solo fornire alcuni spunti – tra i moltissimi possibili – per un percorso storico che includa elementi non scientifici: analizzare anche il ruolo di aspetti oggi generalmente considerati irrazionali fornisce una chiave di lettura di tendenze sia passate che in corso, aiutando a interpretare lo spirito anti-scientifico oggi dominante in alcuni ambienti. ■

Riferimenti

- [1] E. Rutherford, F. Soddy, *Lond. Edinb. Dubl. Phil. Mag.*, 1903, **5**, 576-591.
 [2] G. Bruzzaniti, *Dal segno al nucleo. Saggio sulle origini della fisica nucleare*, Bollati Boringhieri, Torino, 1993.
 [3] S. Fuso, *Chim. Sc.*, 2007, **1**, 8-12.

- [4] G. P. Lolli, *Chim. Sc.*, 2007, **1**, 23-27.
 [5] P. Ball, *L'invisibile. Il fascino pericoloso di quel che non si vede*, Le Scienze, Roma, 2019.
 [6] M. Polidoro, *Viaggio tra gli spiriti*, SugarCo, Milano, 1995.
 [7] V. Vezzani, *Enciclopedia Italiana*, Treccani, Roma, 1930. https://www.treccani.it/enciclopedia/elena-petrovna-blavatsky_%28Enciclopedia-Italiana%29/ (ultima consultazione: 19/05/2022).
 [8] M. Curie, *Radioactive substances*, Dover Publications, Inc., Mineola, New York, 2002.
 [9] R. L. Wolke, *J. Chem. Educ.*, 1988, **65**, 561-573.
 [10] F. Turco, L. Cerruti., *Chim. Sc.*, 2000, **5**, 143-148.
 [11] B. Goldsmith, *Genio ossessivo. Il mondo interiore di Marie Curie*, Codice edizioni srl, Torino, 2006.
 [12] L. Cerruti, *Bella e potente. La Chimica dagli inizi del Novecento ai giorni nostri*, Editori Riuniti Univ. Press, Roma, 2016.
 [13] G. E. M. Jauncey, *Am. J. Phys.*, 1946, **14**, 226-241.
 [14] F. Turco, *Chim. Sc.*, 2000, **4**, 111-116.
 [15] H. F. Walton, *J. Chem. Educ.*, 1992, **69**, 10-15.
 [16] P. Cancellieri, E. Torracca, A. Turchi, in *Il laboratorio di scienze nella scuola media*, a cura di S. Caravita, G. Marucci, L. Kustermann, E. Torracca, Provveditorato agli Studi di Roma – Ufficio Studi e Programmazione, Roma, 1987, 55-71.
 [17] T. J. Trenn, *The self-splitting atom: the history of the Rutherford-Soddy collaboration*, Taylor and Francis, Londra, 1977.
 [18] P. Curie, Nobel Lecture, 6 giugno 1905. <https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/pierre-curie-lecture.pdf> (ultima consultazione: 19/05/2022).
 [19] F. Soddy, *The interpretation of radium, and the structure of the atom*. Murray, Londra, 1920. <https://archive.org/details/interpretationof00sodduoft/page/78/mode/2up> (ultima consultazione in data 19/05/2022).
 [20] A. Besant, C. W. Leadbeater, *Chimica occulta: osservazione degli elementi chimici tramite la chiaroveggenza*, traduzione di M. L. Kirby, Edizioni Gnosi, Torino, 1921. <https://www.famigliafideus.com/wp-content/uploads/2019/08/CHIMICA-OCULTA-C.W.-Leadbeater.pdf> (ultima consultazione: 19/05/2022).