

VINCENZO CIOCI*

**Frederick Soddy, un chimico
alle frontiere della conoscenza,
fra Fisica, Economia, Matematica ed Ecologia**

Frederick Soddy, a chemist at the frontiers of knowledge, among Physics, Economics, Mathematics and Ecology

Summary – 1921 Nobel Prize in Chemistry, Soddy can be considered the first atomic scientist ethically «responsible» because, after having understood that during the disintegration of radium enormous quantities of energy were released, he delivered lectures, published books and wrote articles for international scientific magazines and newspapers to inform public about the possible consequences of the atomic energy. After the First World War, he made a great effort to prevent the evil use of the technology, closely connected to its applications to war, analysing the deep causes of the conflicts and proposing a reorganization of the economy. In this work a new examination of the writings of the scientist is introduced, some of which preserved in the Bodleian Library of Oxford University and still unpublished, although already quoted by several authors, with the purpose to highlight the relevance of his position to the present day.

Key words: Soddy, atomic energy, responsibility of the scientists, transmutation, ecological economics

1. Soddy e la trasmutazione degli elementi

Frederick Soddy nacque il 2 settembre 1877 ad Eastbourne, in Inghilterra. Figlio di un mercante londinese, perse la madre all'età di 18 mesi. Venne educato secondo la tradizione calvinista, ma crescendo divenne uno spirito libero sia in ambito religioso che politico. Conservò un assoluto senso del dovere morale e della verità¹. Già all'età di 16 anni pubblicò il primo articolo scientifico, insieme con

* Gruppo di Didattica e Storia della Fisica dell'Università della Calabria. Dipartimento di Fisica. E-mail: vincenzocioci@libero.it

¹ [36, f. 34].

R.E. Hughes, sull'azione dell'ammoniaca sul diossido di carbonio gassoso². Nel 1895 ricevette una borsa di studio per trasferirsi al *Merton College* di Oxford. In quello stesso anno, concorrendo all'*Evans Prize Essay* scrisse che affrontare «il vasto campo di ricerca al confine fra la Chimica e la Fisica», avrebbe dato certamente frutti abbondanti³. Si laureò in Chimica nel 1898 alla *Honours School of Natural Science*, con Ramsay come esaminatore esterno.

Dopo aver tentato, senza successo, di ottenere la Cattedra di Chimica a Toronto, si trattenne in Canada, perché affascinato dai nuovissimi *MacDonald Laboratories* dell'Università McGill di Montreal, dove accettò, nel 1900, una posizione da assistente di laboratorio presso l'Istituto chimico. Il suo compito consisteva nel preparare e sovrintendere gli esperimenti e nel tenere un nuovo corso sull'analisi dei gas nonché seminari per i suoi studenti. In particolare Soddy preparò anche alcune lezioni sulla Storia della Chimica che sono conservate presso la *Bodleian Library*, alla *Oxford University*.

In uno di questi testi, non datato e presumibilmente dell'anno accademico 1899-1900, dal titolo *Lectures on the history of chemistry from earliest times*⁴, Soddy ripercorse la storia della Chimica sin dall'antico Egitto, e valutò con attenzione il periodo alchimistico, ritenendolo, però, di scarsa considerazione dal punto di vista dello sviluppo della scienza. Lo considerava piuttosto «il risultato di un'aberrazione», durante il quale «difficilmente ci fu un qualche reale avanzamento della conoscenza», soprattutto per il ricorso ad elementi mistici, all'inganno ed alla superstizione⁵. Analizzando il suo scritto successivo sullo stesso argomento, *Alchemy and Chemistry*⁶, balza agli occhi una tesi completamente diversa, secondo la quale «la Chimica è la scienza della composizione della materia, e l'Alchimia come la prima e più antica manifestazione della costituzione chimica della materia, forma il suo logico inizio»⁷. Cosa era accaduto di così rilevante da modificare il pensiero di Soddy sulla questione in modo così radicale? Nell'autunno del 1900 dopo circa sei mesi di permanenza a Montreal, Soddy aveva potuto incontrare per la prima volta Ernest Rutherford, docente di Fisica dello stesso Ateneo, e questi gli aveva proposto di collaborare con lui, portando la sua esperienza di chimico nello studio dell'emanazione gassosa della sostanza radioattiva Torio. Questa proposta era stata di un tale «stimolo mentale»⁸ per Soddy da influire sulla preparazione delle sue lezioni sperimentali e sui suoi seminari. A differenza di Rutherford, infatti, Soddy si era sempre posto il problema di inquadrare le sue ricerche in un contesto

² [18].

³ [10 pp. 36-37].

⁴ Si veda in particolare [15].

⁵ [15, ff. 123, 119, 121].

⁶ [17].

⁷ [17, f. 178].

⁸ [10, p. 65].

storico e sociale. La possibilità che avvenisse la trasformazione di un elemento chimico in un altro aveva, probabilmente, indotto Soddy a ritenere che la trasmutazione dovesse essere il fine ultimo dello studio della Chimica. Nella parte finale dello scritto si legge infatti:

L'esistenza di una fase atomica nella materia è incontestabile, ma questo in alcun modo esonera il chimico dalla necessità di penetrare più in profondità. La costituzione della materia è il campo della Chimica e poco invero può essere conosciuto di questa costituzione finché la trasmutazione verrà realizzata. Questo è oggi, come è sempre stato, il reale scopo della Chimica...⁹

Vi sono comunque delle incertezze sulla datazione di questo documento¹⁰. Dopo un'attenta analisi dei contenuti ritengo di poter concludere che almeno una parte dello scritto sia conseguenza della riflessione di Soddy successiva ad un dibattito pubblico fra lo scienziato e Rutherford organizzato dalla *McGill Physical Society* che ebbe luogo il 28 marzo 1901 sul tema «L'esistenza di corpi più piccoli degli atomi». La scoperta dell'elettrone ad opera di Thomson nel 1897 e le osservazioni astronomiche spettroscopiche di Norman Lockyer, che aveva ipotizzato la dissociazione e la formazione degli elementi chimici all'interno delle stelle, avevano posto il problema della divisibilità dell'atomo. Di fronte a queste nuove evidenze sperimentali e alle nuove tesi sostenute da Rutherford nel corso del meeting, Soddy fu chiamato a difendere la teoria chimica dell'atomo. Sebbene rispettoso nei confronti del più maturo docente, rispose con una tale decisione da lasciare il segno nel suo interlocutore:

Mi sono deliberatamente trattenuto dal prendere in considerazione il nuovo lavoro che ha fatto sorgere la discussione fra di noi. Il professor Rutherford mi ha insegnato quel poco che conosco al riguardo e non posso presumere di criticarlo a priori ... in ogni caso, sono sicuro che i chimici conserveranno la convinzione e il rispetto per gli atomi come concrete e permanenti identità, se non immutabili, certamente non ancora trasmutate¹¹.

Il tono della risposta di Soddy è indicativo del rapporto che di lì a breve si sarebbe stabilito fra i due scienziati, praticamente alla pari. Sebbene di Rutherford fosse stata l'idea originaria e la ricerca si svolgesse presso il suo avanzatissimo laboratorio, Soddy non solo prese parte attivamente al lavoro sperimentale, nel quale la Chimica svolgeva un ruolo davvero rilevante, ma partecipò con perizia anche alla redazione dei nove articoli, frutto della collaborazione scientifica fra i due.

Subito dopo il convegno, Rutherford e Soddy cominciarono a preparare l'esperimento e iniziarono concretamente le ricerche nell'ottobre del 1901. Per studiare l'emanazione del torio, Soddy inserì nel flusso di gas proveniente dal torio, fra questo e la camera ad ionizzazione utilizzata per rilevare la radioattività, uno dopo

⁹ [17, f. 194].

¹⁰ [38, p. 42; 12, p. 31 e particolarmente 14, pp. 167-168, nota 18 pp. 183-184].

¹¹ [16, ff. 235-236].

l'altro, potenti reagenti chimici. L'emanazione passava attraverso di essi senza subire alcuna alterazione. Lo scienziato comprese che il Torio si stava trasformando spontaneamente in un gas inerte della famiglia dell'Argon. Qualche anno più tardi, nel 1903, insieme a William Ramsay, all'*University College* di Londra, Soddy dimostrò la produzione di Elio dall'emanazione del Radio. Queste furono le prime, chiare, prove sperimentali della formazione diretta di un elemento chimico noto da un altro. La natura si era dimostrata il grande alchimista che trasformava un elemento in un altro, indicando all'uomo la strada da seguire per fare altrettanto e Soddy era «stato scelto fra i chimici di tutti i tempi per scoprire la trasmutazione naturale»¹².

La collaborazione fra Rutherford e Soddy portò rapidamente alla completa interpretazione dei fenomeni radioattivi come processi naturali di disintegrazione spontanea atomica e non molecolare. Tra il 1902 e il 1903, i due scienziati pubblicarono una serie di articoli di fondamentale importanza che descrivevano la teoria generale della radioattività con le relative leggi¹³. Mentre per indicare il decadimento radioattivo e il conseguente mutamento di un elemento in un altro, Soddy avrebbe usato il termine «trasmutazione» già adoperato dagli alchimisti, Rutherford non era d'accordo poiché temeva una possibile reazione negativa della comunità degli scienziati¹⁴; nei loro lavori scientifici adoperarono perciò il termine più generico «trasformazione».

Rutherford ottenne il premio Nobel per la Chimica del 1908, per le ricerche sulla disintegrazione degli elementi e sulla chimica delle sostanze radioattive, sebbene il chimico del team fosse Soddy. Questi ebbe il giusto riconoscimento soltanto con il Nobel del 1921, «per il suo contributo alla conoscenza della chimica delle sostanze radioattive e per le sue ricerche sull'origine e la natura degli isotopi». Nel 1913, infatti, aveva riscontrato che certi elementi esistono in due o più forme con differenti pesi atomici ma sono indistinguibili chimicamente. Tra il 1911 ed il 1913, inoltre, aveva formulato la *Legge dello spostamento radioattivo*, la quale si riferisce al fatto che l'emissione di una particella α da un elemento sposta questo indietro di due posti nella tavola periodica, mentre l'emissione di una particella β lo situa in avanti di una posizione. Il suo nome alla Accademia reale svedese delle scienze era stato proposto da Rutherford (e sostenuto da Thomson), quasi a voler ripagare il debito contratto con Soddy in occasione del premio Nobel del 1908.

2. La scoperta dell'energia atomica

Nel 1903, Rutherford e Soddy stimarono l'energia totale rilasciata durante la disintegrazione radioattiva di un grammo di radio. Essi riscontrarono che a parità di massa viene liberata molta più energia (fino ad un milione di volte) di quanta venga

¹² [10, p. 83].

¹³ Fra questi lavori occorre ricordare [19; 20; 23].

¹⁴ [10, pp. 83-84].

prodotta in qualsiasi reazione chimica conosciuta¹⁵. Mentre sono rimaste famose le considerazioni di Rutherford che parlava di discorsi «al chiaro di luna» riguardo alle possibili applicazioni pratiche dell'energia atomica, a Soddy si deve certamente il merito di aver individuato per primo l'importanza dell'enorme quantità di energia latente nell'atomo soprattutto in relazione alle sue possibili utilizzazioni. Tornato a Londra nel 1903, e poi a Glasgow come assistente dal 1904 al 1913, Soddy si fece divulgatore delle recenti scoperte, riferendo in particolare dell'energia inesauribile associata alla radioattività¹⁶. In un articolo pubblicato su *Contemporary Review*, nel maggio del 1903, usò per la prima volta il termine *atomic energy* e asserì che la radioattività ci avrebbe indotto a considerare la materia inanimata «non solo come massa, ma anche come riserva d'energia» e «il pianeta in cui viviamo ... come un deposito pieno di esplosivo in attesa soltanto del detonatore adatto»¹⁷. Sul *Times Literature Supplement* del 17 luglio trattò delle possibili applicazioni pratiche del radio, partendo da quelle mediche, sottolineando che se un giorno fosse possibile accelerare la velocità delle trasformazioni radioattive a nostro piacimento, si potrebbero risolvere i problemi legati all'esaurimento delle risorse energetiche: soltanto «un'oncia di radio sarebbe sufficiente ad azionare un vagone motore di 50 cavalli vapore alla velocità di 50 miglia all'ora intorno al mondo»¹⁸.

Nel 1909 pubblicò la sua opera più nota e diffusa, *The interpretation of radium*¹⁹. Il volume fu tradotto anche in Russo ed ebbe due successive edizioni, nel 1912 e nel 1920. Nel frattempo ottenne la sua prima cattedra universitaria, quale Professore di Chimica, all'Università di Aberdeen, nel 1914, dove rimase durante tutta la Prima guerra mondiale.

Particolarmente nella prima edizione del testo, Soddy sottolineò la possibilità di immani catastrofi, conseguenze dell'uso sconsiderato dell'energia atomica. Se ciò accadesse, dei grandi traguardi raggiunti dalla scienza non rimarrebbero che vaghi ricordi che potrebbero, al passare dei secoli, determinare dei miti. A simili eventi, probabilmente già accaduti, secondo lo scienziato, potrebbero essere collegati i racconti dell'Ascesa e della Caduta dell'uomo presenti pure nelle tradizioni religiose. Soddy era quasi certo che un giorno la scienza sarebbe riuscita ad accelerare le trasformazioni radioattive allo stesso modo in cui ciò avviene nel sole e nelle stelle ovvero a realizzare artificialmente la trasmutazione. E chi poteva negare che ciò non fosse già avvenuto nella storia del mondo?²⁰ Il volume, comunque, esprimeva

¹⁵ [23, pp. 576-591].

¹⁶ In una lettera indirizzata ad Harold Hartley del 22 maggio 1953, conservata presso la Bodleian Library [34], Soddy elenca tutte le sue prime comunicazioni al riguardo. Per maggiori dettagli si veda [5].

¹⁷ [21, pp. 708-720].

¹⁸ [22, pp. 225-226].

¹⁹ [24].

²⁰ [24, pp. 230-234]. Nell'esperienza di Soddy, le conoscenze non scientifiche, la storia, la letteratura, i miti, i contributi dell'immaginario, hanno giocato un ruolo importante sia nello svi-

una grande fiducia nelle potenzialità della scienza e dell'energia atomica. Se fosse stato possibile utilizzarla, l'umanità avrebbe potuto «trasformare il deserto, disgelare i poli, fare dell'intera Terra un paradiso terrestre ... esplorare lo spazio ed emigrare verso mondi più ospitali»²¹. L'undicesimo capitolo di questo libro fu fonte d'ispirazione per Herbert George Wells per il suo romanzo di fantascienza *The world set free*²², che, a sua volta, avrebbe influenzato le scelte di Leo Szilard e Franco Rasetti nei confronti della bomba atomica²³. Nel 1926, Soddy espresse il suo apprezzamento a Wells per la «vivacità d'ingegno e l'intuito» che aveva mostrato nell'analizzare le possibili conseguenze della scoperta dell'energia atomica²⁴. La lettura del romanzo e ancor più i disastri della Prima guerra mondiale (con la trasformazione di numerosi processi tecnologici in dispositivi bellici) convinsero lo scienziato a spendere tutte le sue energie (come diversi fisici nucleari molti anni dopo di lui) per mettere in guardia l'umanità dai possibili effetti devastanti della scienza fisica.

3. Soddy e la riforma dell'economia

Nel 1919, Soddy fu nominato Professore di Chimica fisica ed inorganica all'Università di Oxford incarico che ricoprì fino al 1936, anno in cui rinunciò alla cattedra all'età di soli 59 anni, pochi mesi dopo la morte della moglie.

Successivamente alla Prima Guerra Mondiale, Soddy cominciò a chiedersi perché fino a quel momento il progresso della Scienza si fosse dimostrato più una «maledizione» che una «benedizione» per l'umanità e perché i beni prodotti grazie al progresso scientifico non fossero distribuiti all'intera società. Trovò la risposta in due parole, «cattivo denaro»:

Negli anni 1920-24 feci risalire la rovina della civilizzazione scientifica al corrotto sistema monetario il quale ebbe origine nello stesso periodo ed è stato da allora l'arma usata deliberatamente per frustrarla e preservare le più antiche civilizzazioni fondate sulla schiavitù²⁵.

Soddy era sinceramente convinto delle grandi potenzialità della scienza ma si rese conto che, senza una riorganizzazione dell'economia, queste non avrebbero potuto in alcun modo concretizzarsi. I risultati dei suoi studi in questo ambito si possono considerare una sintesi fra due tipi di teorie economiche, una che si riferisce a tematiche prettamente scientifiche quali le leggi della conservazione dell'ener-

luppo dell'analisi scientifica che nella previsione delle possibili conseguenze sociali della scienza. Si veda [14].

²¹ [24, p. 244].

²² [39].

²³ [3; 4].

²⁴ [30, p. 28].

²⁵ [36, ff. 45-46].

gia e della crescita dell'entropia, l'altra basata su argomenti di ordine morale secondo la tradizione di John Ruskin. In *Cartesian Economics* (1922), Soddy sottolinea di essere giunto a conclusioni simili a quelle di Ruskin sebbene il suo pensiero sia derivato dai principi della termodinamica piuttosto che da quelli dell'etica. Il punto di partenza di Soddy è la concezione della conoscenza di Cartesio finalizzata al conseguimento della signoria e della padronanza dell'uomo sulla natura e, di conseguenza, al perfezionamento della vita umana. Secondo Soddy, però, l'enorme progresso della scienza moderna non ha prodotto come sperato un reale avanzamento della qualità della vita dell'uomo. È questo il problema che si propone di affrontare e che riassume in questo interrogativo: «Come vive l'uomo?». La risposta è «Grazie al sole». L'energia del sole, infatti, è all'origine di tutte le altre forme di energia e anche della vita sulla Terra. Per Soddy, gli stessi mezzi di sussistenza dell'uomo derivano, grazie all'agricoltura, dall'energia solare immagazzinata nelle piante. È quest'attenzione all'agricoltura come attività primaria dell'uomo e alle fonti energetiche rinnovabili che ha fatto guardare a Soddy come ad un «economista ecologico»²⁶.

Ruskin aveva parlato della ricchezza come un flusso, come «lo scorrere dei fiumi al mare ... [che] non può essere proibita da leggi umane». Vi è una forte consonanza con la visione di Soddy, per il quale «La vita dipende, istante per istante, da un continuo flusso di energia e quindi la ricchezza ha le caratteristiche di un flusso piuttosto che di un accumulo»²⁷. Punto centrale del pensiero economico di Soddy è l'analogia fra energia e ricchezza la quale, come la prima, deve essere sottoposta alla legge dell'entropia. Soltanto per brevi periodi di tempo il flusso dell'energia può essere imbrigliato in beni materiali ma questi poi si deteriorano, come le case che vanno in rovina o i raccolti che marciscono. Allo stesso modo si va contro le leggi della termodinamica se si ritiene che il solo possesso della moneta possa produrre una rendita. Di Ruskin, Soddy apprezza pure la distinzione che questi opera tra gli interessi dell'individuo e quelli della comunità («quello che una persona ha, un altro non può averlo»)²⁸, il che gli permette di comprendere perché la scienza con tutto il suo progresso sia incapace di migliorare le condizioni degli uomini. Difatti, mentre il profitto della comunità «può ottenersi soltanto mediante produzione o scoperta, e non con lo scambio»²⁹, l'arricchimento del singolo comporta un accresciuto potere sulla vita ed il lavoro dei molti, angustiando le loro esistenze. La soluzione che dà Soddy a questo problema è una limitazione del potere dei creditori, «mettendo a freno il demone del debito che si maschera da ricchezza»³⁰.

²⁶ [1; 11].

²⁷ [13, p. 87; 28, p. 28].

²⁸ [13, p. 177; 28, p. 14].

²⁹ [13, pp. 141-142; 28, p. 15].

³⁰ [28, p. 32].

Soddy sviluppa questo concetto nel saggio successivo, *The inversion of science* (1924), nel quale cerca di dare soluzione al problema dell'inversione della funzione della scienza. Questo evento nefasto ha luogo perché le scoperte e le invenzioni scientifiche sono pervertite a fini di guerra e distruzione. Guerre che si rendono indispensabili per evitare la disoccupazione quando non vi è abbastanza denaro per vendere i prodotti in patria e si devono conquistare nuovi mercati³¹. Il rimedio che Soddy suggerisce, al fine di ripristinare il livello d'acquisto, è l'abolizione dell'interesse sul debito e quindi la riforma del sistema delle banche le quali, non potendo riportare alcun profitto, non possono che essere nazionalizzate. La sua proposta più rilevante fu forse quella di correggere l'ingiusto sistema monetario, collegando il potere di acquisto del denaro ad un indice prefissato e alla ricchezza reale. Sebbene anche H.G. Wells avesse sostenuto in *The world set free* che il Governo mondiale avrebbe fissato «un certo numero di unità di energia come valore di una sovrana d'oro», impegnandosi «a consegnare energia su richiesta, quale pagamento per ogni sovrana presentata»³², Soddy non propose una teoria energetica del valore della moneta dichiarando di non condividere la proposta dei Tecnocratici (ai quali si deve la grande diffusione delle sue idee negli USA durante la depressione del 1929) di sostituire il denaro con «certificati energetici»³³.

Con *Wealth, Virtual Wealth and Debt, The solution of the economic paradox*³⁴ (1926) il pensiero economico di Soddy raccolse un discreto interesse ma non tale da incidere sulla società³⁵. Rispetto agli scritti precedenti, Soddy elabora il nuovo concetto di ricchezza virtuale, relativo al ruolo del denaro rispetto alla comunità. «Il denaro è una nuova forma di debito nazionale, di proprietà dell'individuo e dovuto dalla comunità, scambiabile a domanda con beni e servizi per trasferimento ad un altro individuo». L'insieme di questo debito, da lui chiamato «ricchezza virtuale della comunità», non è una grandezza fisica reale ma è una «quantità di ricchezza negativa immaginaria»³⁶. Le banche, secondo Soddy, hanno alterato il ruolo del denaro, trasformandolo da mezzo di scambio a debito che matura interessi. La ricchezza acquisita da un mutuatario non è ceduta dalle banche che erogano il pre-

³¹ Come Keynes, Soddy ritiene che la causa dei conflitti vada ricercata nell'indebitamento internazionale quando non vi sono possibilità di rimborso, ma a differenza di questi non considera il capitale come una quantità fissa di ricchezza (che deve anzi incrementarsi mediante interesse composto) «in pericolo di essere prematuramente consumato in guerra» [28, p. 29].

³² [39, p. 220].

³³ [31, p. iv].

³⁴ [30]. Il paradosso economico cui il titolo del libro si riferisce è che la scienza non ha cancellato le povertà e le degradanti condizioni di vita in un mondo tecnicamente capace di creare, se non abbondanza, almeno sufficienza di beni per tutti.

³⁵ Grazie all'influenza dei Tecnocratici il pensiero di Soddy (in particolare il suo sistema di riserva bancaria del cento per cento) fu preso seriamente in considerazione da un gruppo di economisti dell'Università di Chicago e dal professor Irving Fisher di Yale. [12, p. 195].

³⁶ [30, p. 295].

stito (non intaccando riserve reali di ricchezza), ma grava su tutta la comunità che soffre della riduzione del potere di acquisto della moneta.

Nonostante Soddy avesse anticipato le condizioni in cui effettivamente avvenne la grande depressione del 1929, le sue teorie non incontrarono tra i contemporanei, né fra i suoi colleghi né fra gli economisti, il favore sperato. L'unico successo fu ottenuto nel 1931 quando il Governo inglese abolì il *gold standard* come criterio per il valore della sterlina, in seguito soprattutto all'impegno di John Maynard Keynes. Non si sa bene se quest'ultimo abbia conosciuto Soddy, ma apprezzò l'operato di Gesel che aveva codiviso con Soddy l'impegno nel *Social Credit Movement*.

Nella sua autobiografia Soddy espresse il proprio rammarico perché il soggetto del sistema economico, «a meno che sia trattato dagli esperti riconosciuti», era «proibito in questo Paese». Ha affidato però alle future generazioni il compito di studiare le sue pubblicazioni³⁷.

Gli studi di Soddy sono stati citati, recentemente, per interpretare e dare soluzione all'attuale crisi economica³⁸. Le sue teorie, inoltre, hanno incontrato il favore di studiosi attenti alle relazioni fra economia e salvaguardia dell'ambiente, i quali hanno messo in evidenza, nel suo pensiero, una critica di grande peso alle «economie della crescita»³⁹.

4. *Scienza e società*

Nel 1920 Soddy rifiutò l'invito del Ministero della guerra britannico di prendere parte ad una commissione di studio per lo sviluppo, al massimo grado, degli aspetti offensivi e difensivi della guerra chimica. Riteneva, inoltre, che le Università e gli scienziati avrebbero dovuto esprimere il loro parere come istituzioni organizzate per indicare «lo scopo per il quale la scienza deve essere usata nella società», esercitando una qualche forma di controllo sull'uso delle loro ricerche⁴⁰.

Si dedicò anche a problemi matematici come il calcolo delle soluzioni delle equazioni cubiche (realizzando anche un dispositivo meccanico che le avrebbe risolte automaticamente), la somma delle serie armoniche infinite, le circonferenze mutuamente tangenti, ecc. I suoi lavori furono apprezzati da Coxeter e da Oldknow che portò alle estreme deduzioni le idee di Soddy, traducendole in applicazioni all'elaboratore elettronico⁴¹.

Nel 1938 pubblicò una lettera su *Nature* affinché si costituisse una nuova sorta di *Royal Society*, per approfondire i rapporti fra ricerca scientifica e società, una

³⁷ [36, f. 45].

³⁸ [7].

³⁹ [1; 11].

⁴⁰ [27].

⁴¹ [12, pp. 157-158].

«Crociata dei Civilizzatori Scientifici» che di fronte alle imminenti catastrofi non considerassero queste inevitabili o impossibili da prevenire per la scienza⁴².

Dopo lo scoppio della bomba apprese con costernazione che le sue peggiori previsioni si erano avverate, ma con rinnovato vigore ed una grande consapevolezza della mutata condizione del mondo, riprese a scrivere e a pubblicare. Su *Cavalcade*, il 18 agosto del 1945, asserì che il lancio delle bombe si sarebbe rivelato un «boomerang» che avrebbe portato l'umanità a scegliere tra la fine di tutte le guerre o l'annientamento per effetto di un «primo colpo» devastante. Ritornò sul ruolo fondamentale che dovrebbero svolgere le Società scientifiche, dichiarando che «se gli uomini di scienza fossero stati resi responsabili verso la comunità ... dell'uso sociale delle scoperte e delle invenzioni» la storia dell'umanità sarebbe stata certamente diversa. D'altro canto, però, ribadì che, per come sono attualmente strutturate, queste non possono considerarsi «del tutto idonee per tali responsabilità»⁴³. La sua idea era quella di un'autorità internazionale forte che colleghi le istituzioni scientifiche di tutto il mondo e costringa gli scienziati, come i medici, a rispettare un codice etico «stabilito per loro protezione e guida», imponendo «un giuramento che non permetta di prestarsi a lavori di guerra e ... che abbia un potere adeguato a negare i mezzi» per eseguire ricerche belliche⁴⁴.

Nel 1954 criticò «l'approccio moralistico al problema di prevenire la guerra» tenuto, ad esempio, da Einstein⁴⁵. Soddy reputava importante, invece, risolvere le cause che determinano lo scoppio dei conflitti. Ritornò perciò, fino alla fine, sulla sua proposta di riforma dell'Economia che soltanto oggi si sta cominciando ad apprezzare appieno.

Morì a Brighton in Inghilterra, il 22 settembre 1956.

Soddy è stato un esempio luminoso di uomo di scienza che non si è limitato ad un solo campo del sapere, ma, spinto da profonde motivazioni etiche, ha affrontato le più importanti questioni in modo interdisciplinare, o meglio transdisciplinare, per rendere conto della complessità del reale, sperimentando «che il confine fra soggetti connessi è di solito il campo più fruttuoso per nuove scoperte»⁴⁶.

Ringraziamenti

Ringrazio Colin Harris per i preziosi consigli e per l'aiuto prestato al reperimento degli scritti inediti di Soddy e la *Bodleian Library, Oxford University*, proprietaria di questi, per il permesso di citarli, riportarli e parafrasarli.

⁴² [32].

⁴³ [33].

⁴⁴ [34, p. 128].

⁴⁵ [37, f. 120].

⁴⁶ [30, p. 9].

BIBLIOGRAFIA

- [1] Bramwell A., 1989. *Ecology in the 20th Century. A History*, Yale University Press, New Haven.
- [2] Ciardi M., 2007. Frederick Soddy: dalla chimica all'economia ecologica. In *Rendiconti della Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL*, Memorie di Scienze Fisiche e Naturali, serie V, vol. XXXI, p. II, t. II, 2007. *Atti del XII Convegno Nazionale di Storia e Fondamenti della Chimica* (Calascibetta F., Cerruti L., ed.), Firenze, 19-22 settembre 2007, pp. 499-510.
- [3] Cioci V., 2007. Storia e confronto di tre diverse posizioni di fisici contro la bomba atomica. In: *L'eredità di Fermi, Majorana e altri temi. Atti del XXIV Congresso Nazionale della Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia (SISFA)* (Leone M., Preziosi B., Robotti N., ed.), Napoli-Avellino, 3-5 giugno 2004, Bibliopolis, Napoli, pp. 211-215.
- [4] Cioci V., 2008a. Science fiction e realtà: La liberazione del mondo di H.G. Wells e il suo influsso sugli scienziati atomici. In: *Atti del VI Convegno di comunicazione della Scienza* (Pitrelli N., Ramani D., Sturloni G., ed.), Forlì, 29 novembre - 1 dicembre 2007, Polimetrica, Monza, pp. 97-102.
- [5] Cioci V., 2008b. Frederick Soddy e la Scoperta dell'Energia Atomica. In: *Atti del XXVIII Congresso Nazionale della Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia (SISFA)*, Bergamo, 25-28 Giugno 2008, in corso di pubblicazione.
- [6] Davies M., 1992. Frederick Soddy: The scientist as prophet. *Annals of Science*, 49, 4, pp. 351-367.
- [7] Daly H., 1980. The Economic Thought of Frederick Soddy. *History of Political Economy*, 12, 4, pp. 469-488.
- [8] Daly H., Green T., 2008. The Crisis, *AdBusters*, 19 November.
- [9] Foley G., 1981. *The Energy Question*, Penguin, Harmondsworth.
- [10] Howorth M., 1958. *Pioneer Research on the Atom: Rutherford and Soddy in a glorious chapter of science: The Life Story of Frederick Soddy*. New World Publications, London.
- [11] Martinez-Halier J., Schlupman K., 1987. *Ecological Economics: Energy, Environment and Society*, Basil Blackwell, Oxford.
- [12] Merricks L., 1996. *The World Made New: Frederick Soddy, Science, Politics, and Environment*, Oxford University Press.
- [13] Ruskin J., 1908. *Le fonti della ricchezza (Unto this last)*. Traduzione italiana a cura di Amendola G., Voghera editore, Roma.
- [14] Sclove R.E., 1989. From Alchemy to Atomic War: Frederick Soddy's Technology Assessment of Atomic Energy, 1900-1915. *Science, Technology & Human Values*, 14, 2, pp. 163-194.
- [15] Soddy F., n.d.a Lectures on the history of chemistry from earliest times. (Lecture II). In: *Professor Frederick Soddy Papers*, Bodleian Library, Oxford, MS. Eng. misc. b. 179, ff. 116-123.
- [16] Soddy F., n.d.b Chemical evidence of the indivisibility of the atom. In: *Professor Frederick Soddy Papers*, Bodleian Library, Oxford, MS. Eng. misc. b. 179, ff. 210-241.
- [17] Soddy F., n.d.c Alchemy and chemistry. In: *Professor Frederick Soddy Papers*, Bodleian Library, Oxford, MS. Eng. misc. b. 179, ff. 176-194.
- [18] Soddy F., Hughes R., 1894. The action of Dried Ammonia on Dried Carbon Dioxide Gas. *Chemical News*, 22 March.
- [19] Soddy F., Rutherford E., 1902a. The cause and nature of radioactivity, Parts I and II. *Philosophical Magazine*, ser. 6, vol. IV, 1902, pp. 370-396, 569-585.
- [20] Soddy F., Rutherford E., 1902b. The Radioactivity of Thorium Compounds, Parts I and II. *Transactions of Journal of the Chemical Society*, vol. LXXXI, 1902, pp. 837-860, 837-851
- [21] Soddy F., 1903a. Some Recent Advances in Radioactivity. *Contemporary Review*, May, pp. 708-720.

- [22] Soddy F., 1903b. Possible future applications of radium. *Times Literature Supplement*, July 17, pp. 225-226.
- [23] Soddy F., Rutherford E., 1903. Radioactive Change. *Philosophical Magazine*, May, ser. 6, 5, pp. 576-591.
- [24] Soddy F., 1909. *The Interpretation of Radium*. G.P. Putnam's Sons, New York, John Murray, London.
- [25] Soddy F., 1912. *Matter and Energy*. Henry Holt and Company, New York, Williams and Norgate, London.
- [26] Soddy F., 1913. Science on the Road to Revolutionize all Existence. *New York Times*, Magazine section, part. 6, Sept. 28, p. 6.
- [27] Soddy F., 1920. Chemical Warfare, the Universities, and Scientific Workers. *Nature*, 106, 4 November, p. 310.
- [28] Soddy F., 1922. *Cartesian Economics. The Bearing of Physical Science upon State Stewardship*, Henderson, London.
- [29] Soddy F., 1924. *The Inversion of Science and a Scheme of Scientific Reformation*, Henderson, London.
- [30] Soddy F., 1926. *Wealth, Virtual Wealth and Debt, The solution of the economic paradox*, George Allen & Unwin Ltd, London.
- [31] Soddy F., 1933. *Wealth, Virtual Wealth and Debt, The solution of the economic paradox*, George Allen & Unwin Ltd, London, 2nd edition.
- [32] Soddy F., 1938. Social Relations of Science. *Nature*, vol. CXXI, 30 April 1938, pp. 784-785.
- [33] Soddy F., 1945. The Moving Finger Writes ... *Cavalcade*, 18 August, pp. 8-9.
- [34] Soddy F., 1949. *The Story of Atomic Energy*, Nova Atlantis, London.
- [35] Soddy F., 1953. Correspondence with Sir Harold Hartley. In: *Professor Frederick Soddy Papers*, Bodleian Library, Oxford, MS Eng Misc b189, ff. 281-285.
- [36] Soddy F., 1953. Extracts from «Personal Records». In: *Professor Frederick Soddy Papers*, Bodleian Library, Oxford, MS. Eng. Misc. b. 170, ff. 32-47.
- [37] Soddy F., 1954. Is the deterioration of the climate due to the radioactive pollution of the atmosphere? In: *Professor Frederick Soddy Papers*, Bodleian Library, Oxford, MS. Eng. misc. b. 180. fols. 120-123
- [38] Treen T.J., 1977. *The Self-Splitting Atom: The History of the Rutherford Soddy Collaboration*, Taylor and Francis, London.
- [39] Wells H.G., 1914. *The World Set Free. A Story of Mankind*, Macmillan and Co., London.