

MARCO CIARDI*

Frederick Soddy: dalla chimica all'economia ecologica

Frederick Soddy: from chemistry to ecological economics

Summary – Frederick Soddy was awarded the Nobel Prize for 1921 for his work on radioactive changes and his theory about chemically identical elements with different atomic weights, which he called isotopes. The next year Soddy published *Cartesian Economics: the Bearing of Physical Science upon State Stewardship*, one of the most important text in the history of ecological economics. The present article aims to show that the relationships between Italy and Great Britain chemistry, and in particular between Stanislao Cannizzaro, William Ramsay, and Giacomo Ciamician, had influenced Soddy's ideas on energy and economics.

Key words: Soddy, chemistry, ecological economics, Cannizzaro, Ramsay, Ciamician.

1. Soddy, l'energia atomica e la critica all'economia classica

L'economia ecologica è una disciplina che nasce intorno agli anni '70 del Novecento, ponendosi in radicale contrasto con i principi fondanti e i meccanismi di funzionamento dell'economia classica e neoclassica [20]. Una delle tesi fondamentali di questo nuovo approccio ai problemi economici ed ecologici è che l'economia tradizionale sia, sostanzialmente, irrazionale, dal momento che essa non tiene conto di due acquisizioni scientifiche essenziali, il rapporto individuo-ambiente, così come si è venuto a definire a partire dall'Ottocento, in relazione allo sviluppo del concetto di evoluzione e, soprattutto, il secondo principio della termodinamica [9]. Non a caso, uno degli atti di nascita dell'economia ecologica viene individuato nell'opera di Nicholas Georgescu-Roegen, *The Entropy Law and the Economic Process* (1971) [2]. Hermann Daly, uno dei fondatori dell'economia ecologica, ha di recente riassunto in maniera ineccepibile lo stato della questione:

La maggior parte degli economisti non ritiene che gli Stati Uniti e le altre nazioni sviluppate si stiano dirigendo verso una crescita antieconomica. In gran parte ignorano la questione della sostenibilità, e credono che, visto che la crescita ci ha

* Università di Bologna, Dipartimento di Filosofia. E-mail: marco.ciardi@unibo.it

portato tanto lontano, potremo andare avanti all'infinito. Eppure il problema della sostenibilità ha una storia antica. A differenza di altri economisti classici, John Stuart Mill, lo prese in considerazione già nel 1848 nel famoso capitolo 'Dello stato stazionario' dei suoi *Principi di economia politica* (...). L'approccio moderno ha origine dal lavoro svolto negli anni Sessanta e Settanta da Kenneth Boulding, Ernst Schumacher e Nicolas-Georgescu Roegen, ed è sostenuto dai cosiddetti economisti ecologici e, in parte, anche da quel settore dell'economia contemporanea nota come economia delle risorse e dell'ambiente. Ma nel complesso la corrente economica oggi dominante (detta anche neoclassica) ritiene che la sostenibilità sia una moda passeggera, ed è ossessivamente votata alla crescita. Eppure i fatti sono semplici e incontestabili: la biosfera è finita, non cresce, è chiusa (con l'eccezione del costante apporto di energia dal Sole), ed è regolata dalle leggi della termodinamica. Qualunque sottosistema, come l'economia, a un certo punto deve smettere di crescere e adattarsi a un equilibrio dinamico, simile a uno stato stazionario. Il tasso delle nascite deve essere uguale a quello delle morti, e il tasso di produzione dei beni di consumo deve essere uguale al tasso di deprezzamento [13].

Naturalmente, come ha scritto Juan-Martinez Alíer, «vi è una lunga storia di interazioni tra lo studio dell'energia in rapporto all'ecologia umana e la teoria economica» e numerosi sono stati gli autori che si sono occupati «delle relazioni tra la teoria economica e lo studio dei flussi di energia nelle società umane» [20, p. 21]. Fra questi autori, un posto di particolare rilievo spetta a Frederick Soddy, premio Nobel per la chimica nel 1921 per gli studi sulla chimica delle sostanze radioattive e le ricerche sugli isotopi. Infatti, come ha sottolineato Hermann Daly, «Soddy ha anticipato le intuizioni fondamentali di Georgescu-Roegen e di Boulding a proposito della relazione tra economia e termodinamica» [12, p. 255].

Negli anni '20 del Novecento, Soddy pubblicò almeno due testi fondamentali per l'analisi e la gestione del complesso rapporto esistente tra economia, energia e ambiente: *Cartesian Economics. The bearing of physical science upon state stewardship* (1922) e *Wealth, Virtual Wealth and Debt: the Solution of the Economic Paradox* (1926).

In questi testi Soddy sottolineava, in maniera esemplare, come «i principi e l'etica di tutte le convenzioni umane» non potessero «andare oltre quelli della termodinamica» [33, p. 9]. Eppure l'economia classica sembrava ignorare totalmente la necessità di fare riferimento a questo vincolo naturale, ponendo le sue basi in una sistema di «ricchezza virtuale», di origine esclusivamente matematica, privo di collegamento con la realtà delle cose. Il calcolo della «ricchezza reale», infatti, poteva essere soltanto quello che si atteneva rigorosamente alle indicazioni del secondo principio della termodinamica: «i debiti sono soggetti alle leggi della matematica piuttosto che a quelle della fisica. All'opposto della ricchezza, che è soggetta alle leggi della termodinamica, i debiti invecchiando non si decompongono. Al contrario essi crescono un tanto all'anno, secondo le ben note leggi matematiche dell'interesse semplice e composto» [34, p. 70]. L'idea che i comportamenti economici potessero essere gestiti soltanto sulla base di astratti modelli matematici e successi-

vamente applicati alla realtà aveva condotto gli economisti a risultati completamente falsi, se non ingannevoli: «un uomo con, per esempio, £ 20.000 investite al 5 per cento gode in perpetuo, senza dover lavorare, di un reddito di £ 1000 l'anno, e così i suoi eredi e successori. Consumando ricchezza in ogni giorno della loro vita, essi ne conservano la stessa quantità iniziale. Questa non è né fisica, né economia. Come tutti gli esempi del moto perpetuo che vengono citati è un inganno» [20, p. 185]. Per comprendere l'economia classica, in sostanza, più che alla fisica era necessario far ricorso alla psicologia: «La ricchezza virtuale di una comunità è una quantità di ricchezza non fisica, bensì immaginaria e negativa. Non obbedisce alle leggi di conservazione, ma è piuttosto di origine psicologica» [34, p. 295].

L'interesse di Soddy per le problematiche economiche rappresenta la logica conseguenza non soltanto dello sviluppo delle sue ricerche scientifiche, sempre più strettamente legate alle questioni energetiche, ma anche dell'agire in un contesto in cui questi temi sono ormai ampiamente noti e dibattuti.

Com'è noto Soddy, dopo essersi laureato in chimica ad Oxford nel 1898, avendo fra gli esaminatori esterni anche William Ramsay [14, p. 353], si trasferì in Canada dove ebbe l'occasione di studiare con Ernest Rutherford le trasformazioni della materia relative ai nuovi fenomeni della radioattività. Tali studi condussero i due scienziati alla scoperta della disgregazione degli atomi radioattivi e valsero a Rutherford il premio Nobel per la chimica nel 1908. Rientrato dal Canada, Soddy avviò quindi una collaborazione con William Ramsay. In breve tempo i due chimici scoprirono che l'elio era prodotto dall'emanazione del radio. In sostanza, «nel giro di due anni, in Canada e in Inghilterra, si era dimostrato che gli elementi si possono trasformare, cambiando la loro identità chimica, e che nel caso dell'elio potevano essere prodotti da altri elementi» [3, p. 69].

Tra il 1904 ed il 1909 Soddy pubblicò alcuni scritti di grande successo, come *Radioactivity: An Elementary Treatise from the Standpoint of the Disintegration Theory* (1904), e l'ancor più celebre *The Interpretation of Radium* (1909). In questi lavori Soddy, che probabilmente fu il primo ad utilizzare l'espressione «energia atomica», oltre ad occuparsi dello studio delle relazioni tra la massa atomica e la produzione di energia, [14, p. 359] iniziò anche a chiedersi se una simile energia avrebbe potuto essere una risorsa per l'economia, sostituendosi al carbone.

In Gran Bretagna il dibattito sulla disponibilità della fonte di energia che aveva dato il via alla rivoluzione industriale, il carbone, era già in atto dalla metà del XIX secolo. Numerosi scienziati ed economisti avevano cercato di far presente, alla comunità scientifica e all'opinione pubblica, che i combustibili fossili non costituivano una fonte di energia illimitata. William Stanley Jevons aveva duramente criticato l'atteggiamento della Gran Bretagna nei confronti dello sfruttamento del carbone, definendolo con termini quali «arrogante» e «folle» [18]. Concetto ribadito, ad esempio, da John Herschel: «Consumiamo le nostre energie e diamo fondo alla nostra vita nazionale a un tasso enorme e crescente per cui, quando, presto o tardi, verrà la resa dei conti, sarà un gran brutto giorno» [20, p. 225].

A queste critiche seguirono anche i primi dubbi sui principi in base ai quali era venuta sviluppandosi l'economia classica. Dubbi che furono esternati con forza e lucidità da uno degli intellettuali preferiti da Soddy, ovvero John Ruskin, in particolare nell'opera *Unto this last. Four Essays on the First Principles of Political Economy* (1860).

Il giudizio di Ruskin sull'economia classica era preciso e puntuale: «tra le illusioni che in diverse età hanno dominato le menti di grande masse del genere umano, la più strana forse – certamente la meno degna di fede – è quella cosiddetta scienza moderna dell'economia politica». Non a caso, Ruskin utilizzava l'espressione «cosiddetta», perché a suo avviso l'economia era tutto fuorché una disciplina scientifica; le sue basi, infatti, avevano la stessa consistenza «dell'alchimia, dell'astrologia, della magia e di altre siffatte credenze popolari». La spiegazione era semplice: l'economia tradizionale pretendeva di analizzare in maniera astratta, matematizzandoli, problemi estremamente complessi e impossibili da ridurre sulla base di calcoli astratti. Ruskin sottolineava come «questo sarebbe un metodo analitico perfettamente logico e riuscito, se gli elementi accidentali da introdursi in un secondo tempo», ovvero le dinamiche reali della società e della natura, «fossero della stessa natura delle forze esaminate»; purtroppo, invece, tali dinamiche alteravano inevitabilmente «l'essenza dell'oggetto in esame», perché esse operavano «non matematicamente, ma chimicamente, introducendo condizioni che rendono inutilizzabili tutte le nostre cognizioni presenti» [28, pp. 97-99].

Com'è noto, [29, 37] gli studi di Ruskin sull'economia sono strettamente legati alle sue ricerche sulla storia dell'arte, che hanno nella cultura italiana un di punto di riferimento privilegiato. In questo periodo, tuttavia, stretti legami fra la cultura italiana e quella inglese non si intrecciano soltanto sul piano letterario ed artistico, ma anche su quello scientifico. E dalle relazioni fra la comunità chimica italiana e quella inglese, tra la fine dell'Ottocento e l'inizio del Novecento, Soddy potrebbe aver tratto utili elementi per la sua riflessione sulle questioni energetiche.

2. Cannizzaro, Ramsay e Ciamician

Quando nel 1887 William Ramsay, allora docente di chimica presso lo University College di Bristol ebbe l'occasione di concorrere alla cattedra dello University College di Londra, lasciata libera da Alexander Williamson, scrisse a Stanislao Cannizzaro chiedendogli una lettera di referenze per il concorso [22]. È l'inizio di un rapporto, di stima e di amicizia, destinato a svilupparsi nel tempo. Per Ramsay, Cannizzaro (fra i due ci sono 26 anni di differenza) rappresenterà sempre un punto di riferimento («mio caro maestro», lo chiamerà nelle lettere) e una delle autorità della chimica a livello mondiale.

Fra i numerosi allievi di Cannizzaro, un ruolo di primo piano fu ricoperto da Giacomo Ciamician, [7] che frequentò il suo laboratorio a Roma dal 1880 al 1887, quando vinse la cattedra di chimica presso l'Università di Padova, proprio nello stesso anno in cui Ramsay ottenne l'insegnamento a Londra. Anche il rapporto fra Canniz-

zaro e Ciamician fu duraturo e costante ed ebbe modo di intrecciarsi, a più riprese, con quello fra il maestro e William Ramsay, del quale era pressoché coetaneo, essendo Ciamician, nato nel 1857, soltanto cinque anni più giovane del collega inglese.

Ciamician e Ramsay si incontrarono a Londra nel 1902, [1] proprio mentre il chimico inglese, appena reduce dalle clamorosa scoperta dell'argon e degli altri gas nobili, [36] stava per avviare la sua collaborazione con Soddy. L'anno successivo, in un discorso letto il 7 novembre, in occasione dell'inaugurazione dell'anno accademico dell'Università di Bologna, *I problemi chimici del nuovo secolo*, Ciamician non avrebbe esitato a mettere in evidenza le ricerche di Ramsay:

Le delicate misure di Lord Rayleigh accennavano a qualche cosa di misterioso nell'azoto dell'aria e subito la incomparabile abilità sperimentale di Sir William Ramsay ne trovò la cagione nella presenza di nuovi elementi atmosferici. Così egli scoprì l'Argo e dopo questo altri quattro suoi simili, un intero gruppo naturale di corpi semplici che, a differenza di tutti gli altri, sarebbero sempre, in tutte le condizioni, privi di ogni effetto chimico e però perfettamente indifferenti. Fra essi, l'Elio, il meraviglioso, che gli astrofisici coll'analisi spettrale avevano supposto esistere nell'atmosfera solare, prima che Ramsay lo ritrovasse nella nostra [7, p. 91].

A questo proposito Ciamician segnalava come importanti indagini sulle nuove sostanze fossero condotte, proprio in quel periodo, da un altro dei più famosi allievi di Cannizzaro, l'amico e cognato Raffaello Nasini: «Quali misteri si nascondono ancora nelle emanazioni gassose dei vulcani terrestri, di cui il Nasini ha intrapreso lo studio?» [7, p. 91]. Nasini aveva deciso, dopo la scoperta dei gas nobili, di svolgere una serie di ricerche per tentare di individuare se i nuovi elementi fossero presenti nella composizione chimica dei soffioni di Larderello, effettuando due spedizioni scientifiche, la prima nel 1895, la seconda nel 1904 [4, 8]. Dello svolgimento di queste ricerche, Ciamician dava conto, praticamente in tempo reale, in una nota apposta all'edizione del 1905 de *I problemi chimici*: «Il prof. Nasini ha intrapreso lo studio delle emanazioni terrestri italiane e ha scoperto in queste la presenza dell'argo e dell'elio» [7, p. 91].

Pur segnalando come l'ipotesi della disintegrazione atomica dovesse essere per il momento accolta con la «massima riserva», Ciamician sottolineava come «la serie delle scoperte» di Ramsay non fosse ancora finita: «secondo quest'ultimo autore l'emanazione del radio sarebbe un gaz della famiglia dell'argo che, dopo qualche tempo, si trasformerebbe in elio» [7, p. 92].

Proprio in quegli anni Ciamician aveva ripreso, con Paolo Silber, le indagini sull'azione chimica della luce, dopo averle avviate a Roma nel laboratorio di Cannizzaro, sviluppando tutta una serie di riflessioni sulle questioni energetiche del tempo, che non esitò ad affrontare nel discorso del 1903:

Del resto anche per altre ragioni apparisce evidente che la civiltà moderna non deve appoggiarsi sopra una sola sorgente d'energia: il carbon fossile. Esso non rappresenta che un'infinitesima parte dell'energia solare, che la terra ha ricevuto nelle passate epoche geologiche e che queste hanno accumulato e conservato alla nostra [7, pp. 107-108].

Le parole di Ciamician richiamano alla mente quelle pronunciate da Clausius nel 1885 in uno scritto intitolato *Über die Energievorräthe der Natur und ihre Verwerthung zum Nutzen der Menschheit*:

Dovremmo separare con assoluta chiarezza il possibile dall'impossibile. Non si può creare energia senza uso di energia. La riserva di energia potenziale contenuta nei giacimenti di carbone deve la sua origine a quell'energia che il Sole ci inviò sotto forma di calore irradiante, necessario per il sostentamento delle piante, per periodi lunghissimi prima dell'esistenza del genere umano [10, p. 112].

Le ricerche di Clausius erano ben conosciute da Ciamician e occupano un posto importante nella sua descrizione degli sviluppi della scienza fra Otto e Novecento, dal momento che la termodinamica, ricongiungendo «la chimica alla fisica» e determinando «nel campo di confine una nuova fioritura», si era rivelata una disciplina fondamentale:

Il contenuto dell'energia dell'universo non può essere variato nella sua quantità. Ma le trasformazioni dell'energia sono soggette a un'altra ben determinata legge, che passa comunemente col nome di secondo principio della termodinamica, perché riguarda in prima linea le reciproche relazioni fra il calore e il lavoro [7, p. 83].

Clausius aveva sottolineato, sempre nel 1885, come i sistemi idroelettrici rappresentassero un modo più razionale di utilizzare l'energia solare rispetto a quelli basati sull'impiego del carbone: «l'energia solare ci viene offerta, da un lato, sotto forma di materia che può essere ossidata e che si è venuta formando grazie alla crescita delle piante e, dall'altro, sotto forma di movimento dell'acqua, che può produrre tanta energia da permettere di sostituire grandi miniere di carbone con cadute d'acqua» [10, p. 113]. Un'analisi pienamente condivisa da Ciamician, secondo il quale lo sviluppo dell'industria idroelettrica rappresentava soltanto il primo passo verso una corretta utilizzazione delle fonti energetiche «solari», in modo tale da porre fine all'era del carbone:

L'industria ha già incominciato, grazie alla elettrotecnica, a valersi, con la utilizzazione su larga scala delle forze idrauliche, anche dell'energia solare attuale, ma questa va per il resto quasi completamente dispersa e soltanto le piante sono in grado di immagazzinarne una piccolissima porzione. Il problema dell'impiego dell'energia raggiante del sole si impone e s'imporrà anche maggiormente in seguito, per cui l'agricoltura avrà sempre un valore economico di prim'ordine [7, p. 108].

Molti di questi temi saranno, di lì a poco, presenti anche nelle riflessioni di Soddy sulle questioni energetiche. Ciò non può non far pensare alle strette relazioni intercorse in quegli anni fra Ramsay, Cannizzaro, Ciamician ed altri membri della comunità chimica italiana, fra i quali Emanuele Paternò¹.

¹ Su Ciamician e Paternò si vedano naturalmente anche gli articoli di Massimo Giunta – Daniela Taccone (Ciamician) e Franco Calascibetta (Paternò) contenuti in questo volume.

3. I Congressi Internazionali di Chimica Applicata e George Beilby

Una importante occasione di incontro fu fornita in questo periodo dai Congressi Internazionali di Chimica Applicata, che si svolgevano con cadenza triennale.

Nel 1906, dal 23 aprile al 6 maggio, Roma fu sede del sesto convegno, che vide Paternò nelle vesti di Presidente, mentre Ciamician e Nasini furono inseriti nella lista dei Vicepresidenti, dirigendo rispettivamente le sezioni di *Industria dei prodotti organici* e di *Chimica fisica e Elettrochimica*. Cannizzaro, invece, che il 13 luglio seguente avrebbe festeggiato il suo 80° compleanno, ricoprì il ruolo di Presidente onorario [11].

Ramsay (che nel frattempo aveva vinto il premio Nobel nel 1904, ricevendo anche l'appoggio, tra gli altri, di Ciamician) [7, p. 31], insieme ad Henry Roscoe, arrivò a Roma almeno una settimana prima del convegno, come risulta da una lettera scritta il 19 aprile, in cui il chimico inglese ringrazia Cannizzaro per l'invito a cena rivolto a lui e al collega (e signora) per quella sera [1].

Il 28 aprile Ramsay tenne la prima delle quattro conferenze plenarie previste all'interno dei convegni. L'argomento scelto è particolarmente significativo: *L'épuration des eaux d'égout* [25]. Fra le molte altre cose, nella sua conferenza Ramsay toccò da vicino il problema delle fonti di energia, parlando della crescita costante della popolazione sulla Terra, o del problema degli scarti industriali delle fabbriche vicine alle città.

Nel corso del convegno Ciamician presentò, assieme a Silber, la comunicazione dal titolo *Sull'azione idrolizzante della luce*. Nasini, invece, fornì un'ampia e dettagliata descrizione dell'industria dell'acido borico e degli impianti termoelettrici di Larderello [4, 8], organizzando anche una gita agli stabilimenti il 6 maggio, in chiusura del convegno [11, pp. 165-167].

Dalla documentazione ufficiale non risulta che Soddy abbia partecipato al convegno. Tuttavia a Roma era sicuramente presente il suo futuro suocero, George Beilby, in qualità di rappresentante della Society of Chemical Industry di Londra, [11, p. 296] e molto probabilmente fu accompagnato dallo stesso Soddy.

Soddy aveva conosciuto Beilby, che viveva a Glasgow, nel 1902. Le relazioni con la famiglia Beilby divennero sempre più strette dal momento in cui, nel 1904, Soddy iniziò ad insegnare presso l'Università di Glasgow [21, pp. 45-63]. Beilby influenzò significativamente l'interesse di Soddy nei confronti delle questioni energetiche. Come direttore del Fuel Research Board, infatti, egli dovette anche occuparsi del reperimento di fonti alternative al carbone. Tutta la famiglia Beilby era molto attiva dal punto di vista culturale. Sia la moglie di Beilby, Emma, che la figlia Winifred, si occuparono attivamente dei diritti delle donne, sia sotto il profilo politico che educativo, e ricoprirono un ruolo importante all'interno della Glasgow Society for Women's Suffrage. Oltre a questi interessi, Soddy ebbe modo di condividere con la famiglia Beilby anche la passione per i viaggi e per la montagna, muovendosi regolarmente, a partire dal 1905, sia per periodi di vacanze insieme a loro,

sia in occasione di incontri o convegni, come quello di Roma del 1906 [21, p. 59]. Non molto tempo dopo il convegno, nel settembre del 1906, Winifred Beilby e Frederick Soddy annunciarono il loro fidanzamento; si sarebbero sposati il 27 marzo 1908.

Dopo il convegno si svolse anche una fitta corrispondenza tra Cannizzaro e Ramsay, in cui lo scienziato inglese mise a conoscenza Cannizzaro, in via confidenziale, delle sue esperienze relative all'azione dell'emanazione su soluzioni concentrate di un sale di rame [22, 23]. Quindi, nel 1907, per la precisione il 26 agosto, Ramsay venne nominato socio straniero dell'Accademia dei Lincei.

A Roma si decise anche che il successivo congresso avrebbe dovuto tenersi a Londra [11, pp. 158-163]. L'incontro si svolse dal 27 maggio al 2 giugno 1909. L'incarico di presidente onorario andò ad Henry Roscoe, mentre William Ramsay fu il presidente effettivo [16].

Nel suo discorso introduttivo Ramsay non mancò di tributare, ancora una volta, i massimi onori alla figura di Cannizzaro, «world-renowed», i cui lavori avevano prodotto, «quasi esattamente 50 anni fa, una rivoluzione nel pensiero chimico, rendendo chiaro, ciò che di fatto era oscuro e involuto». E infine aggiunse: «Ci rende felici sapere che il Professor Cannizzaro, seppur impossibilitato a prendere parte al Convegno, è forte e sta bene, ed è nel pieno possesso di tutte le sue facultà» [16, p. 13].

A Londra furono presenti sia Ciamician che Paternò, che tenne la seconda delle conferenze plenarie sul tema *I nuovi orizzonti della sintesi in chimica organica*, soffermandosi anche sul tema della fotochimica:

Nell'azione della luce solare è ormai accertato che il chimico possiede un mezzo per quanto finora poco utilizzato, altrettanto importante, per compiere delle sintesi in chimica organica. Lo studio dell'azione della luce sui corpi organici risale alle origini della chimica; ma negli ultimi anni sono stati ampiamente studiati i processi di ossidazione e di riduzione reciproca che la luce determina agendo sul miscuglio di due o più sostanze. Anche taluni notevoli casi di sintesi sono stati osservati [24, pp. 40-41].

Proprio in quell'anno Paternò avrebbe pubblicato sulla «Gazzetta Chimica Italiana» un'ampia storia delle ricerche svolte fino a quel momento nell'ambito della fotochimica, partendo dalle pionieristiche indagini di Iacopo Bartolomeo Beccheri per giungere agli studi di Ciamician e Silber, inquadrati nel contesto internazionale dell'epoca [7, pp. 58-59].

Cannizzaro morì a Roma il 10 maggio 1910. L'anno seguente William Ramsay, eletto presidente della British Association for the Advancement of Science, nel discorso inaugurale della 80ª riunione, che si tenne a Portsmouth dal 30 agosto al 6 settembre 1911, non mancò di ricordare, per l'ennesima volta, l'importanza dell'opera di Cannizzaro per lo sviluppo della chimica [26, p. 293]. Nella stessa occasione, Ramsay non esitò anche a toccare la questione dell'esaurimento del carbon fossile in Inghilterra, andando ad esaminare alcuni dei più delicati problemi relativi

alle fonti di energia. Secondo la sua analisi, che dimostrava una sicura conoscenza dei temi trattati, l'Inghilterra aveva scarse possibilità di utilizzare l'energia solare; al tempo stesso egli giudicava una «follia» la possibilità di ricorrere all'energia atomica [26, p. 302].

Di parere diverso era in questi anni Frederick Soddy, che aveva individuato nelle potenzialità energetiche insite nella disgregazione atomica una delle possibili soluzioni al problema energetico in un futuro non troppo lontano.

Dalla lettura di *The Interpretation of Radium* (1909), in particolare «l'undicesimo capitolo di quel libro» [21, pp. 67-68] trasse ispirazione Herbert George Wells per la stesura di uno dei suoi più celebri romanzi *The World Set Free* (1914), in cui egli predice la scoperta dell'energia atomica:

Il problema che era già stato affrontato all'inizio del ventesimo secolo da scienziati come Ramsay, Rutherford e Soddy, il problema di indurre la radioattività negli elementi più pesanti e di sfruttare così l'energia interna degli atomi, fu risolto da Holstein, grazie ad una prodigiosa combinazione di induzione, intuizione e fortuna, già nell'anno 1933. Dalla prima scoperta della radioattività al momento in cui venne soggiogata e sfruttata per i fini dell'umanità trascorse poco più di un quarto di secolo [39, p. 238].

Prima di Wells, tuttavia, l'opera di Soddy aveva già attirato l'attenzione di un profondo e attento conoscitore della letteratura scientifica del suo tempo quale fu Giacomo Ciamician:

La trasmutazione atomica è stata oggetto recentemente d'un brillante discorso di Federico Soddy dal punto di vista dell'imponente fenomeno energetico ch'essa rappresenta: se all'uomo sarà dato realizzare un simile sogno, di giovare cioè dell'energia interna degli atomi, la sua potenza sorpasserà di gran lunga i limiti che ora gli sono assegnati [7, p. 138].

Questo brano è tratto dalla celebre conferenza tenuta da Ciamician all'VIII Convegno Internazionale di Chimica Applicata, che si tenne a Washington e New York dal 4 al 14 settembre del 1912, dal titolo *La fotochimica dell'avvenire*. In apertura della conferenza, Ciamician ricordava come l'opportunità per trattare un tema così generale gli fosse stata offerta proprio dal «magnifico discorso» tenuto l'anno precedente da William Ramsay alla riunione della British Association [7, p. 135].

L'intervento di Ciamician, oltre ad essere pubblicato su «Science» (così come era accaduto per la conferenza di Ramsay), uscì, in quello stesso anno, sul secondo numero di «Scientia», la rivista fondata nel 1907 da Eugenio Rignano e Federico Enriques, e pubblicata a Bologna dalla casa editrice Zanichelli [19]. È interessante notare come nel primo fascicolo del 1912 fosse stato pubblicato un articolo inedito di Soddy, *Transmutation: the vital problem of the future*. Nell'articolo Soddy non solo sviluppava i temi già affrontati in *The Interpretation of Radium*, ma dava l'avvio alle sue riflessioni critiche sui principi dell'economia classica, ritenendo un qualsiasi «economista» incapace di concepire come «sinonimi» la «ricchezza e l'energia disponibile» [31, p. 200].

Il tema dell'incapacità degli economisti di valutare gli effettivi costi delle materie prime utilizzate per produrre energia veniva da Soddy ampiamente sviluppato, sempre nel 1912, in un altro dei suoi celebri lavori di divulgazione scientifica, *Matter and Energy*: «il costo di vendita del carbone non ha più alcuna relazione con il suo reale valore». Eliminando i parametri ecologici ed ambientali dalle loro astrazioni matematiche, gli economisti ritenevano utile valutare, relativamente al carbone, soltanto «il costo del trasporto dal posto dove viene prodotto al luogo dove viene utilizzato»; dunque «nessun pensiero è rivolto a quale è l'effettivo costo del carbone per la natura» [32, p. 36].

Nel suo lavoro Soddy dimostrava di aver ben presente le tematiche che si erano sviluppate tra la fine dell'Ottocento e l'inizio del Novecento in relazione alla questione energetica, incluse quelle concernenti «l'energia del Sole»:

Una parte di questa viene perduta, un'altra parte produce, attraverso l'evaporazione degli oceani e la pioggia, il 'carbone bianco' o energia idroelettrica, che è sempre più impiegata per scopi pratici; un'altra parte ancora è stata accumulata nei tempi passati nelle foreste del carbonifero e, sotto forma di carbone, fornisce la principale riserva utilizzata attualmente [32, p. 248].

Era del tutto evidente, secondo Soddy, che – così come aveva proposto Ciamician – se si fosse riusciti ad utilizzare direttamente l'energia proveniente dal Sole, gran parte dei problemi energetici dell'umanità, anche quella del futuro, avrebbero potuto essere facilmente risolti: «si potrebbe supporre che una utilizzazione quasi illimitata [di energia] sarebbe possibile, pur crescendo la domanda, utilizzando il calore diretto del Sole». Soddy, tuttavia, almeno in questo momento, non riteneva praticabile lo sviluppo di una tecnologia adeguata, tale da permettere lo sfruttamento di questa energia «grazie alla costruzione di macchine funzionanti» [32, p. 249]. In sostanza, le maggiori speranze andavano risposte nello sfruttamento dell'energia atomica.

Dopo la Prima Guerra Mondiale, Soddy avrebbe cambiato radicalmente il suo giudizio [35, p. 259]. La possibile utilizzazione dell'energia proveniente dalla disintegrazione atomica, una volta vista come fondamentale risorsa energetica, diventata, nel 1926, inevitabilmente, una minaccia per l'umanità:

Se la scoperta avvenisse domani, non c'è un solo paese che non si lancerebbe anima e corpo nella corsa per applicarla a scopi militari, esattamente come sta avvenendo oggi con la guerra chimica resa possibile dallo sviluppo di nuovi armi a base di gas tossici [34, p. 28].

Riassunto – Frederick Soddy vinse il premio Nobel per la chimica nel 1921 per gli studi sulla chimica delle sostanze radioattive e le ricerche sugli isotopi. L'anno seguente Soddy pubblicò *Cartesian Economics: the Bearing of Physical Science upon State Stewardship*, uno dei testi più importanti nella storia dell'economia ecologica. Il presente articolo intende mostrare come le relazioni tra la chimica italiana e quella britannica, e in particolare tra Stanislao Cannizzaro, William Ramsay e Giacomo Ciamician possano aver influenzato le idee di Soddy sull'energia e l'economia.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Archivio storico dell'Accademia Nazionale delle Scienze detta dei LX. *Lettere di Giacomo Ciamician e William Ramsay a Stanislao Cannizzaro*.
- [2] M. Bonaiuti, 2001. *La teoria bioeconomica. La 'nuova economia' di Nicholas Georgescu-Roegen*. Roma, Carocci.
- [3] L. Cerruti, 2003. *Bella e potente. La chimica del Novecento fra scienza e società*, Roma, Editori Riuniti.
- [4] L. Cerruti, 2005. Scienza, industria, estetica. In: M. Ciardi, R. Cataldi. A cura di: *Il calore della Terra. Contributo alla storia della geotermia in Italia*, Pisa, Edizioni ETS, 276-292.
- [5] G. Ciamician, 1912a. The Photochemistry of the Future. *Science*, 36, n. 926, 385-416.
- [6] G. Ciamician, 1912b. La fotochimica dell'avvenire. *Scientia*, 12, 348-363.
- [7] G. Ciamician, 2007. *Chimica, filosofia, energia. Conferenze e discorsi*, a cura di M. Ciardi e S. Linguerrì, Bologna, Bononia University Press.
- [8] M. Ciardi, 2005. Da Florestano de Larderel a Piero Ginori Conti: Ferdinando Raynaud e il primo esperimento di energia geotermoelettrica. In: M. Ciardi, R. Cataldi. A cura di: *Il calore della Terra. Contributo alla storia della geotermia in Italia*, Pisa, ETS, 247-275.
- [9] M. Ciardi, 2006. La scienza moderna e l'unità della natura: dall'alchimia all'ecologia. *Aperture*, 21, 52-67.
- [10] R. Clausius, 1991. *Über die Energievorräthe der Natur und ihre Verwerthung zum Nutzen der Menschheit*, Bonn, Verlag von Max Cohen & Sohn, 1885; trad. it. Sulle riserve di energia in natura e sulla loro valorizzazione per il bene dell'umanità. In: J. Martinez-Alier (con K. Schlüpmann), *Economia ecologica. Energia, ambiente, società* (1987), Milano, Garzanti, pp. 111-113.
- [11] Congresso internazionale di chimica applicata, 1907. *Atti del VI Congresso internazionale di chimica applicata, Roma, 26 aprile-3 maggio 1906*, compilati a cura del prof. Emanuele Paternò e del prof. Vittorio Villavecchia. *Primo volume: Organizzazione e svolgimento del Congresso, resoconto delle sezioni I e II*, Roma, Tipografia nazionale di G. Bertero.
- [12] H. Daly, 2001. Il pensiero economico di Frederick Soddy. In: Id., *Oltre la crescita. L'economia dello sviluppo sostenibile* (1996), Torino, Edizioni di Comunità, 239-260.
- [13] H. Daly, 2005. L'economia in un mondo pieno. *Le Scienze*, 447, 112-119.
- [14] M. Davies, 1992. Frederick Soddy: the scientist as prophet. *Annals of Science*, 49, 351-367.
- [15] N. Georgescu-Roegen, 2003. *Bioeconomia. Verso un'altra economia ecologicamente e socialmente sostenibile*, a cura di M. Bonaiuti, Torino, Bollati Boringhieri.
- [16] International congress of applied chemistry, 1910. *Seventh International congress of applied chemistry, London, May 27th to June 2nd, 1909. Organisation of the Congress: general meetings*, edited by W. Ramsay and W. Macnab, London, Patridge & Cooper.
- [17] International congress of applied chemistry, 1913. *Original communications Eight International congress of applied chemistry, Washington and New York, September 4 to 13, 1912*, Concord, The Rumford Press, 29 voll.
- [18] W.S. Jevons, 1866. *The Coal Question. An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal-Mines* (1865), London, Macmillan. Second edition, revised.
- [19] S. Linguerrì, 2005. A cura di: *La grande festa della scienza. Eugenio Rignano e Federigo Enriques. Lettere*, Milano, Franco Angeli.
- [20] J. Martinez-Alier (con K. Schlüpmann), 1991. *Economia ecologica. Energia, ambiente, società* (1987), Milano, Garzanti.
- [21] L. Merricks, 1996. *The World Made New. Frederick Soddy, Science, Politics, and Environment*, Oxford, Oxford University Press.

- [22] A. Mieli, 1926a. Corrispondenti stranieri di Stanislao Cannizzaro. In: *Stanislao Cannizzaro. Scritti vari e lettere inedite nel centenario della nascita*. Roma, Tip. «Leonardo Da Vinci», 353-359.
- [23] A. Mieli, 1926b. La trasformazione del rame in litio. Lettere di William Ramsay a Stanislao Cannizzaro. *Archivio di storia della scienza*, 7, 83-86.
- [24] E. Paternò, 1909a. I nuovi orizzonti della sintesi in chimica organica. In: *International congress of applied chemistry, London, May 27th to June 2nd, 1909. Organisation of the Congress: general meetings*, edited by W. Ramsay and W. Macnab, London, Patridge & Cooper, 37-43.
- [25] W. Ramsay, 1907. L'épuration des eaux d'égout. In: *Atti del VI Congresso internazionale di chimica applicata, Roma, 26 aprile-3 maggio 1906*, compilati a cura del prof. Emanuele Paternò e del prof. Vittorio Villavecchia. *Primo volume: Organizzazione e svolgimento del Congresso, resoconto delle sezioni I e II*, Roma, Tipografia nazionale di G. Bertero. 47-59.
- [26] W. Ramsay, 1911. Address of the President of the British Association for the Advancement of Science. *Science*, 34, n. 871, 289-304.
- [27] W. Ramsay, 1913. *Chimica e chimici. Saggi storici e critici. Traduzione autorizzata sulla seconda edizione inglese della dott.ssa Clara Giua Lollini, con aggiunto un capitolo originale della traduttrice su Stanislao Cannizzaro*. Milano-Palermo-Napoli, Remo Sandron Editore.
- [28] J. Ruskin, 1946. *I diritti del lavoro (Unto this last)*, a cura di F. Villani, Bari, Laterza.
- [29] J. Ruskin, 1991. *Economia politica dell'arte*, Torino, Bollati Boringhieri, 1991.
- [30] F. Soddy, 1909. *The Interpretation of Radium: Being the substance of six free experimental lectures delivered at the University of Glasgow, 1908*, London, John Murray.
- [31] F. Soddy, 1912a. Transmutation: the vital problem of the future. *Scientia*, 11, 186-202.
- [32] F. Soddy, 1912b. *Matter and Energy*, London, Williams & Norgate.
- [33] F. Soddy, 1922. *Cartesian Economics: the Bearing of Physical Science upon State Stewardship*, London, Henderson.
- [34] F. Soddy, 1926. *Wealth, Virtual Wealth and Debt: the Solution of the Economic Paradox*, London, Allen and Unwin.
- [35] *Frederick Soddy, 1877-1956*. In: *The British Journal for the History of Science*, 12, 245-288, 1979 (L. Badash, The Suicidal Success of Radiochemistry; M.I. Freedman, Frederick Soddy and the Practical Significance of Radioactive Matter; T.J. Trenn, The Central Role of Energy in Soddy's Holistic and Critical Approach to Nuclear Science, Economics, and Social Responsibility; A.D. Cruickshank, Soddy at Oxford).
- [36] F. Turco, L. Cerruti 2005. 'The facts were too much for us'. Rayleigh, Ramsay e la scoperta dell'argo. In: L. Cerruti, F. Turco. A cura di: *Atti dell'XI Convegno Nazionale di Storia e Fondamenti della Chimica (Torino, 21-24 settembre 2005)*, Roma, Accademia Nazionale delle Scienze, 243-259.
- [37] F. Villani, 1946. Studio introduttivo. In: J. Ruskin, *I diritti del lavoro (Unto this last)*, Bari, Laterza, 3-86.
- [38] K.D. Watson, 1995. The Chemist as Export: the consulting career of Sir William Ramsay. *Ambix*, 42, 143-159.
- [39] H.G. Wells, 1981. La liberazione del mondo (1914). In: *La guerra nell'aria e altre avventure di fantascienza*, a cura di F. Ferrara, Milano, Mursia.