
Eunice Foote, *Circostanze che influiscono sul calore dei raggi del sole* (1856)

Traduzione e cura di

Bruna Bianchi

Eunice Foote, madre della climatologia?

Il 23 agosto 1856 ad Albany, alla decima assemblea annua della American Association for the Advancement of Science (AAAS), il fisico Joseph Henry, primo segretario della Smithsonian Institution, lesse lo scritto di Eunice Newton Foote *Circumstances Affecting the Heat of the Sun's Rays* che qui presentiamo in traduzione italiana. Gli esperimenti descritti dimostravano per la prima volta la capacità dell'anidride carbonica e del vapore acqueo di assorbire il calore del sole e di causare cambiamenti climatici a livello planetario.

La AAAS era stata l'unica società scientifica ad aver ammesso tra i suoi aderenti due donne: l'astrologa Maria Mitchell e la botanica Almira Phelps; esse avevano il diritto di parola, ma Eunice Foote, che non faceva parte dell'associazione, non poté presentare di persona i risultati delle sue ricerche. Dopo averne dato lettura, Joseph Henry, pur complimentandosi con l'autrice, affermò di non riuscire a cogliere le implicazioni degli esperimenti. Così, lo scritto non fu incluso negli atti e i resoconti apparsi sui quotidiani si limitarono per lo più a riportare le osservazioni e le perplessità di Joseph Henry. Lo scritto di Foote fu pubblicato nel novembre del 1856 sull' "American Journal of Science and Arts", ma già nel settembre, era apparso un articolo non firmato, poco più di un trafiletto, su "Scientific American" dal titolo *Scientific Ladies – Experiments with Condensed Gases* che riconosceva la rilevanza dello studio di Foote per la storia del clima e al contempo dimostrava che i suoi esperimenti si inserivano all'interno del dibattito scientifico dell'epoca sulle ere geologiche:

I nostri assidui lettori ricorderanno che numerosi articoli di diversi autori sono apparsi nell'ultimo volume di "Scientific American" sul calore solare sulla superficie terrestre. La questione fu introdotta da William Partridge, di Birghampton il quale sostenne che la densità dell'atmosfera, e non l'angolazione dei raggi del sole, era la principale ragione della temperatura più elevata in pianura rispetto alle cime delle montagne. Questa opinione fu contrastata da altri collaboratori, ma nessuno di loro sostenne le proprie opinioni con esperimenti pratici per decidere la questione; siamo lieti di affermare che questo è stato fatto da una donna. [...]

Quelli che credono che un tempo la terra fosse una sfera ardente, attribuiscono il grande calore atmosferico all'elevata temperatura della terra, ma gli esperimenti della signora Foote lo attribuiscono a una causa più razionale e lasciano i Plutonisti con un fragile fondamento per la loro teoria.

L'anonimo articolista concludeva:

Le colonne del "Scientific American" sono state in più occasioni onorate da articoli di donne su argomenti scientifici che darebbero prestigio a uomini della più elevata reputazione scientifica. Gli esperimenti della signora Foote offrono prove abbondanti dell'abilità delle donne di affrontare qualsiasi argomento con originalità e precisione (Scientific Ladies, p. 5).

Nonostante queste parole di elogio, da allora il contributo di Eunice Foote fu a lungo ignorato fino a che, nel 2011, il geologo Raymond Sorenson lo riscoprì e ne segnalò l'importanza per la storia della climatologia. Oggi, di fronte alla drammaticità del cambiamento climatico, la figura di Eunice Foote sta suscitando un crescente interesse; numerosi articoli e saggi a lei dedicati sono apparsi in rete e sulle riviste scientifiche, ma poco ancora si conosce della sua vita, della sua formazione e del suo attivismo. In attesa dell'uscita della monografia a cura dello studioso di storia della tecnologia John Perlin, *Science Knows no Gender*, alcuni importanti elementi biografici si possono trarre dallo studio di Judith Wellman, *The Road to Seneca Falls* (Wellman 2004, pp. 203-205; 223).

Nata a Goshen nel Connecticut in una famiglia benestante, Eunice Newton (1819-1888) studiò al Troy Female Seminary e frequentò il college di scienze dove apprese i fondamenti della chimica e, attraverso gli scritti di Almira Hart Lincoln Phelps, della botanica. Nel 1841 sposò Elisha Foote (1809-1883), giudice, matematico e inventore, anch'egli interessato allo studio dei gas. Amica della suffragista Elizabeth Cady Stanton, nel 1848 Foote fu tra le organizzatrici del Congresso di Seneca Falls, tra le prime firmatarie, insieme al marito, della *Dichiarazione dei sentimenti* approvata in quella occasione, nonché curatrice degli atti del Congresso che rappresentò l'atto di fondazione del movimento suffragista americano e della sua convergenza con l'abolizionismo.

Dopo il suo secondo saggio su temi di fisica (*On a New Source of Electrical Excitation*) apparso nel 1857, Eunice Foote abbandonò gli studi scientifici e si dedicò esclusivamente alla causa suffragista. Non è improbabile che la difficoltà di avere voce negli ambienti scientifici l'avessero convinta della priorità dell'impegno per i diritti delle donne (Shapiro 2021). Fino al 1889 i suoi scritti di fisica sarebbero rimasti gli unici apparsi negli Stati Uniti a firma di una donna (Ortiz-Jackson 2020, p. 2).

Eunice Foote e John Tyndal

Per oltre 150 anni il merito di aver dimostrato sperimentalmente l'effetto serra è stato attribuito al fisico irlandese ed esploratore delle Alpi John Tyndall (1822-1893), in particolare per lo scritto pubblicato nel 1861, cinque dopo gli esperimenti di Eunice Foote, *The Bakerian Lecture: On the Absorption and Radiation of Heat by Gases and Vapours, and on the Physical Connexion of Radiation, Absorption, and Conduction*. In questo saggio le poche righe riguardanti il clima, sono osservazioni

a latere; egli infatti non nutriva un particolare interesse per la questione climatica sulla quale dopo il 1861 non tornò più. “Siamo noi, non lui, ha scritto Roland Jackson, che lo abbiamo retrospettivamente considerato il fondatore della scienza climatica” (2019, p. 115).

A tutt’oggi non c’è alcuna prova che Tyndal conoscesse lo scritto di Eunice Foote e si può ragionevolmente supporre, come osserva Roland Jackson, che egli, che aveva una scarsa considerazione della creatività femminile in ambito scientifico, se si fosse imbattuto nello scritto di una donna su temi di fisica, sarebbe rapidamente passato oltre (*ivi*, p. 117).

Una tale disattenzione, comune forse a molti lettori delle pubblicazioni scientifiche, non può sorprendere se si pensa alla svalutazione delle donne in ogni ambito degli studi, alla loro invisibilità dovuta alla difficoltà di accedere ai gradi elevati dell’istruzione, alla loro esclusione dalla maggior parte delle associazioni scientifiche, alla mancanza di mezzi per effettuare le proprie ricerche.

Le attrezzature con cui Eunice Foote condusse i suoi esperimenti erano molto semplici – cilindri di vetro e termometri – e non consentivano rilevazioni precise. Come ammise lei stessa illustrando i suoi esperimenti: “Non avevo alcuno strumento a portata di mano per misurare il grado di condensazione o di rarefazione” (Foote 1856, p. 382).

Le strumentazioni di cui disponeva John Tyndall, al contrario, erano assai più sofisticate e gli permisero di utilizzare radiazioni infrarosse a onde lunghe (da un cubo di Leslie a 100°C) e di fornire una dettagliata spiegazione fisica di ciò che noi oggi chiamiamo effetto serra, ovvero del fatto che la CO₂ può assorbire e riflettere le radiazioni infrarosse (Jackson 2019, pp. 106 e 109). Questi limiti, tuttavia, nulla tolgono all’importanza e all’originalità delle ricerche di Eunice Foote. Hanno scritto Joseph Ortiz, studioso di climatologia, e Roland Jackson, studioso di storia ed etica della scienza:

Sia chiaro: Foote non ha esplicitamente teorizzato o indagato ciò che noi ora chiamiamo effetto serra. Se i dati da lei raccolti nel 1856 non offrono una misura diretta e piena del naturale effetto serra, essi offrono una misura del riscaldamento che risulta a livello molecolare a causa dell’assorbimento e della radiazione del calore dei gas, inclusi quelli che noi oggi conosciamo come gas serra – anidride carbonica e acqua – nella atmosfera sperimentale (Ortiz-Jackson 2020, p. 5).

Oltre ad avere a disposizione strumentazioni più sofisticate, Tyndall aveva ben maggiori possibilità condividere e far conoscere le sue ricerche. Egli si era formato nelle più prestigiose università europee e, conseguito il dottorato all’Università di Marburg, aveva collaborato a Berlino e Londra con i più noti fisici dell’epoca e poté quindi ad avvalersi dei suoi contatti e della sua stessa notorietà per assicurarsi che le sue pubblicazioni ricevessero attenzione a livello internazionale (Jackson 2018). Al contrario, gli esperimenti di Foote, del tutto estranea all’ambiente accademico, ebbero scarsa risonanza sulla stampa tanto negli Stati Uniti che in Europa ad eccezione di alcuni brevi riassunti che, tuttavia, non riportarono le sue profetiche conclusioni sul rapporto tra CO₂ e mutamenti del clima.

Ciò che sorprende in questa storia di invisibilità e svalutazione dell’ingegno femminile, così simile a quella di tante altre donne, è l’originalità delle loro realiz-

zazioni, la creatività che hanno saputo esprimere nonostante la forza dell'esclusione, delle discriminazioni e dei pregiudizi.

Bibliografia

Coyaud Sylvie, *Eunice Newton Foote*, Enciclopedia delle donne, <http://www.enciclopediadelledonne.it/biografie/eunice-newton-foote/>, ultima consultazione 12 febbraio 2022.

Foote Eunice, *Circumstances Affecting the Heat of the Sun's Rays*, "American Journal of Science and Arts", vol. XXII, November 1856, pp. 382-383.

Jackson Roland, *The Ascent of John Tyndall. Victorian Scientist, Mountaineer, and Public Intellectual*, Oxford University Press, Oxford 2018.

Jackson Roland, *Eunice Foote, John Tyndall and the Question of Priority*, "Notes and Records. The Royal Society Journal of the History of Science", LXXIII, 2019, pp.105-118, <https://tinyurl.com/2a4ac2np>, ultima consultazione 14 febbraio 2022.

Ortiz Joseph D. - Roland Jackson, *Understanding Eunice Foote's 1856 Experiments: Heat Absorbing by Atmospheric Gases*, "Notes and Records. The Royal Society Journal of the History of Science", LXXIV, 2020, pp. 105-118, <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rsnr.2020.0031>, ultima consultazione 6 febbraio 2022.

Scientific Ladies – Experiments with Condensed Gases, "Scientific American", vol. XII, 1, September 1856, p. 5 (articolo non firmato).

Shapiro Maura, *Eunice Newton Foote's Nearly Forgotten Discovery*, "People & History", 23 agosto 2021, <https://tinyurl.com/nhj653cv>, ultima consultazione 17 febbraio 2022.

Sorenson Raymond, *Eunice Foote's Pioneering Research on CO₂ and Climate Warming*, Search and Discovering Article 70092 (2011), <https://tinyurl.com/ycraz5rr>, ultima consultazione 2 febbraio 2022.

Wellman Judith, *The Road to Seneca Falls. Elizabeth Cady Stanton and the First Woman's Rights Convention*, University of Illinois Press, Urbana 2004.

Circostanze che influenzano il calore dei raggi del sole¹



Le mie ricerche hanno avuto come oggetto quello di determinare le diverse circostanze che influenzano l'azione termica dei raggi luminosi che provengono dal sole.

Sono emersi diversi risultati.

Primo. L'azione aumenta con l'aumento della densità dell'aria e diminuisce quando questa diviene più rarefatta.

Gli esperimenti sono stati effettuati con una pompa pneumatica e due raccoglitori cilindrici delle stesse dimensioni, circa quattro pollici di diametro e trenta di lunghezza. In ciascuno furono posti due termometri, e l'aria fu aspirata dal primo cilindro e condensata nell'altro. Dopo che fu raggiunta la stessa temperatura in entrambi i cilindri, essi sono stati posti al sole, uno accanto all'altro e, mentre l'azione dei raggi del sole fece aumentare la temperatura a 110° nel cilindro in cui l'aria era condensata, nell'altro essa raggiunse solo 88° . Non avevo alcuno strumento a portata di mano per misurare il grado di condensazione o di rarefazione.

Le osservazioni effettuate una sola volta nell'arco di due o tre minuti sono state le seguenti:

¹ L'immagine è tratta da: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eunice_Newton_Foote.png, ultima consultazione 16 febbraio 2022.

Cilindro con aria rarefatta		Cilindro con aria condensata	
all'ombra	al sole	all'ombra	al sole
75	80	75	80
76	82	78	95
80	82	80	100
83	86	82	105
84	88	85	110

Questa circostanza deve influire sul potere dei raggi del sole in diversi luoghi e contribuire a produrre la loro debole azione sulle cime delle alte montagne.

Secondo. L'azione dei raggi del sole si è rivelata maggiore attraverso l'aria umida rispetto all'aria secca.

In uno dei raccoglitori l'aria fu condensata con l'umidità mentre l'altro fu asciugato utilizzando cloruro di calcio.

Entrambi furono posti al sole come nell'esperimento precedente e il risultato fu il seguente:

In aria secca		In aria umida	
all'ombra	al sole	all'ombra	al sole
75	75	75	75
78	88	78	90
82	102	82	106
82	104	82	110
82	105	82	114
88	108	92	120

L'alta temperatura dell'aria contenente vapore acqueo è stata osservata di frequente. Chi non ha avuto l'esperienza del caldo bruciante del sole che precede una pioggia estiva? Si riscontrerà, credo, che le linee isoterme saranno molto influenzate da diversi gradi di umidità in luoghi differenti.

Terzo. Ho riscontrato l'azione più elevata dei raggi del sole con l'anidride carbonica.

Uno dei raccoglitori è stato riempito con questo gas, l'altro con semplice aria e il risultato è stato il seguente:

In aria comune		In anidride carbonica	
all'ombra	al sole	all'ombra	al sole
80	90	80	90
81	94	84	100
80	99	84	110
81	100	85	120

Il raccoglitore contenente il gas divenne esso stesso molto caldo – in maniera sensibile rispetto all'altro – e una volta rimosso fu molto più lento a raffreddarsi.

Un'atmosfera di questo gas darebbe alla nostra terra una temperatura elevata; e se, come qualcuno suppone, in un periodo della sua storia l'aria ne ha assorbito una quantità maggiore di quanto accade oggi, ne sarebbe risultato necessariamente una temperatura più elevata a causa della sua azione e del suo maggior peso.

Confrontando il calore del sole in diversi gas, ho riscontrato 104° nell'idrogeno, 106° nell'aria comune, 108° nell'ossigeno, e nell'anidride carbonica 125°.