

Eunice Newton Foote: pionera en la ciencia del clima

MARÍA ASUNCIÓN PASTOR SAAVEDRA Y ERNESTO RODRÍGUEZ CAMINO

El 17 de julio de 2019 se cumplieron doscientos años del nacimiento de Eunice Newton Foote en Goshen, Connecticut, Estados Unidos. Se trata de una de las pioneras de la ciencia del clima cuyo nombre ha pasado casi completamente desapercibido hasta muy recientemente. Fue una científica e inventora estadounidense que descubrió el efecto del CO₂ en la atmósfera, además de ser una defensora de los derechos de las mujeres de Seneca Falls, Nueva York.

Descrita como “una persona de fisonomía buena, con ingenio, belleza inusual y pintora de paisaje”, era la última hija de una familia numerosa. Se crió en Troy (Nueva York) junto a cinco hermanos y seis hermanas. Su madre Thirza se dedicó al cuidado del hogar. Su padre Isaac Newton Jr. se trasladó años después al este de Bloomfield en el condado de Ontario (Nueva York) donde trabajó como labrador.

De acuerdo con el *Santa Barbara Independent*: “Foote asistió al Troy Female Seminary (rebautizado en 1895 como Emma Willard School), a cuyos estudiantes se les invitaba a asistir a las conferencias de ciencias en una escuela cercana que luego se convirtió en el Rensselaer Polytechnic Institute, fundada por un ex-presidiario llamado Amos Eaton; estafador que pasa casi cinco años en prisión donde estudia Botánica y Geología a la vez que ejerce de tutor de los hijos del personal penitenciario”. Sentenciado a cadena perpetua fue liberado para que pudiera continuar su trabajo como apóstol de la educación científica. Eaton creía que los hombres y las mujeres tendrían que tener el mismo acceso a la educación científica, idea completamente descabellada a principios del siglo XIX. Para cumplir su objetivo, contó con el apoyo inestimable de Emma Willard, la maestra fundadora del Troy Female Seminary, una educadora y activista que estableció el primer plan de estudios de ciencias para las mujeres, plan que era igual o mejor que cualquier otro exclusivo para hombres. Eaton también diseñó la construcción de laboratorios de química en ambas instituciones, que fueron los primeros en el mundo construidos exclusivamente para estudiantes. Fue allí donde Eunice desarrolló sus habilidades científicas experimentales.

Judith Wellman, escritora y profesora emérita de historia en la State University of New York (SUNY) en Oswego, añade que “durante el seminario (1836 a 1838) fue influida por los libros de texto de Almira Hart Lincoln Phelps, la hermana pequeña de Emma

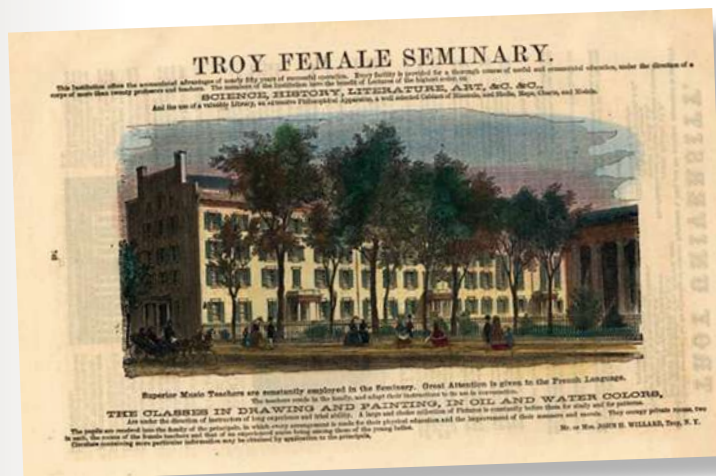
Willard y una pionera de las mujeres científicas, además de ser una experta botánica y la tercera mujer miembro de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS). Sin embargo, Newton Foote careció de la ventaja de una buena formación en física experimental, en parte consecuencia de la desigualdad de género de su tiempo, y en otra parte por el menor desarrollo de la ciencia estadounidense en comparación con la europea.

El 12 de agosto de 1841, con 22 años, contrajo matrimonio con Elisha Foote que era juez, matemático e inventor aficionado. Educado en el Instituto Albany era descendiente de una próspera familia.

Podríamos calificar a Eunice de científica aficionada (*amateur*), cuyos experimentos en la década de 1850 demostraron la capacidad del vapor de agua atmosférico y el dióxido de carbono para influir en el calentamiento solar, intuyendo los experimentos

posteriores de John Tyndall que describieron el funcionamiento del efecto invernadero de la Tierra. A pesar de su notable conocimiento de la influencia que altas concentraciones de dióxido de carbono en el pasado habrían tenido en la temperatura de la Tierra, Newton Foote pasó completamente desapercibida en la historia de la ciencia del clima hasta hace una década.

En 1856, Eunice Newton Foote llevó a cabo un experimento con una bomba de aire, dos cilindros de vidrio y cuatro termómetros. Mostró que un cilindro conteniendo dióxido de carbono y colocado al sol, almacenaba más calor y permanecía más caliente durante más tiempo que un cilindro con aire normal. Descubrió que el efecto de calentamiento del Sol era mayor en el aire



Primer acercamiento de Eunice a la ciencia. Fuente: The Old Print Shop/Gallery.



Fotografía de Eunice Newton Foote

húmedo que en el aire seco, y que el más elevado de todos se conseguía en un cilindro que contenía dióxido de carbono. Ella escribió: “El receptor que contiene este gas se calentó mucho más, y sensiblemente más que el otro, y al ser retirado [del sol], tardó mucho más tiempo en enfriarse”.

“Una atmósfera de ese gas daría a nuestra tierra una temperatura elevada; y si, como algunos suponen, en un período de su historia el aire se había mezclado con él en mayor proporción que en la actualidad, debe haber resultado necesariamente un aumento de la temperatura” (Newton Foote, 1856) *“An atmosphere of that gas would give to our earth a high temperature”*.

Sin embargo, su diseño experimental no diferenciaba entre el efecto directo de la radiación solar y la de (en términos modernos) radiación infrarroja en onda larga procedente de la superficie terrestre. Sus experimentos exploraron el efecto de exponer tubos que contenían diferentes gases al sol. No solo demostró la absorción de calor procedente de la radiación solar por el dióxido de carbono y vapor de agua, sino que postuló una conexión directa a su variabilidad como posible causa del cambio climático.

En esta época, los geólogos estaban descubriendo que el clima y la vegetación habían sido muy diferentes en otras épocas. En aquellos períodos en que se formaban depósitos de carbón en lagunas pantanosas, los geólogos concluyeron que la atmósfera habría contenido concentraciones mucho más elevadas de dióxido de carbono. Eunice especuló correctamente que ello habría hecho que la Tierra hubiera sufrido un gran calentamiento.

El 23 de agosto de 1856 en Albany (Nueva York), iba a tener lugar la Octava Reunión Anual de la AAAS, la más nutrida en participación hasta ese momento. Estas conferencias congregaban a científicos estadounidenses para compartir descubrimientos, discutir avances en los respectivos campos y explorar nuevas áreas de investigación. En aquella reunión no se presentaron informes de calidad salvo una notable excepción cuya importancia científica pasó desapercibida hasta que, en el año 2011, fue reivindicada por Raymond P. Sorenson. El informe llevaba por título *Circumstances Affecting the Heat of Sun's Rays* y el autor era una mujer, Eunice Newton Foote.

Como en aquellos tiempos no se permitía que las mujeres presentaran informes a la AAAS, no fue ella, sino el profesor de Princeton y director de la Smithsonian Institution, Joseph Henry, quien presentó su trabajo de investigación. Sin embargo, ni el artículo de Newton Foote ni la presentación de Henry se incluyeron en las actas de la conferencia. Las causas las proporciona en *The Establishment of Science in America*, una de sus autoras, la historiadora Sally Gregory Kohlstedt: “En la década de 1850, Alexander Dallas Bache, un líder de la AAAS, promovió la membresía abierta. Pero, al mismo tiempo, Bache también impuso revisiones estrictas y críticas de todos los artículos publicados en las Actas para cultivar una imagen y una voz específicas para la

ciencia estadounidense; incluso si un comité local de la asociación aprobara documentos para su publicación, el comité permanente de la AAAS, en el que Bache trabajó, podría rechazarlos. Con solo mirar la lista de miembros y los artículos publicados, queda claro que la imagen y esa voz eran predominantemente masculinas”.

En noviembre de 1856 se publicó un artículo de página y media en el *American Journal of Science and Arts* y el periodista David Ames Wells publicó un resumen de su trabajo en el volumen del *Annual of Scientific Discovery* de 1857. Al informar sobre la reunión anual, Wells escribió: “A continuación, el profesor Henry leyó un artículo de la Sra. Eunice Foote, precediéndolo con algunas palabras en las que dijo que la ciencia no era de ningún país ni de ningún sexo. La esfera de la mujer abarca no solo lo bello y lo útil, sino también lo verdadero”.

La ciencia era uno de los dominios donde las mujeres batallaban por ser escuchadas, y Newton Foote es una de las pioneras cuyo trabajo ha contribuido a allanar el camino a la incorporación femenina. Casi un mes después de la presentación, el 13 de septiembre de 1856, apareció en el *Scientific American* de Nueva York una breve columna titulada *Scientific Ladies-Experiments with Condensed Gases*. En dicha publicación, la climatóloga fue elogiada por escritores que omitieron cualquier tipo de reservas para asegurar que “los experimentos de la Sra. Foote proporcionan abundantes pruebas de la capacidad de la mujer para investigar cualquier tema con originalidad y precisión”.

La columna no sólo informaba de la comunicación de Eunice Newton Foote sino que la apoyaba: “Algunos no sólo han manteni-

do, sino incluso expresado, la idea de que las mujeres no poseen la fortaleza mental para dedicarse a la investigación científica. Debido a la naturaleza de las obligaciones femeninas, pocas de ellas han tenido el esparcimiento o la oportunidad para dedicarse a la ciencia de manera experimental, pero las que han tenido el gusto

y la oportunidad para hacerlo han demostrado tanto poder y habilidad para investigar correctamente como el hombre”. En esa denuncia también se ejemplificaba la situación dentro de la redacción: “Las columnas del *Scientific American* a menudo han sido honradas con artículos sobre temas científicos, escritos por mujeres, que enorgullecerían a hombres de la más alta reputación científica”.

En aquellos momentos, Newton Foote se encontraba en una posición muy adelantada respecto a la ciencia de su tiempo. Lo que describió y teorizó fue el calentamiento gradual de la atmósfera de la Tierra, lo que hoy llamamos el efecto invernadero.

El físico y químico irlandés John Tyndall publicó tres años después, 1859, resultados similares a los de Newton Foote demostrando los efectos del vapor de agua y de ciertos gases traza presentes en la atmósfera, incluido el dióxido de carbono. Tyndall, al contrario que Newton Foote, utilizó solo radiación infrarroja (onda larga) procedente de un cubo de Leslie que contenía agua hirviendo a 100 °C, y estableció de manera efectiva la base física de lo que

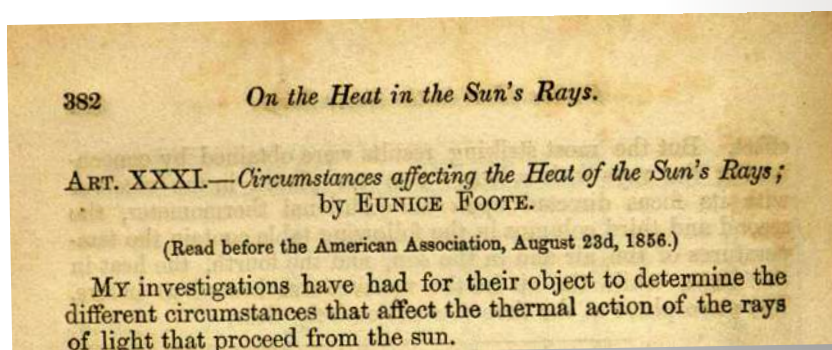


Imagen del artículo de Eunice Newton Foote “Circunstancias que afectan el calor de los rayos del sol” publicado por el *American Journal of Science* (1857). Fuente: NOAA Climate.

Eunice Newton Foote: pionera en la ciencia del clima

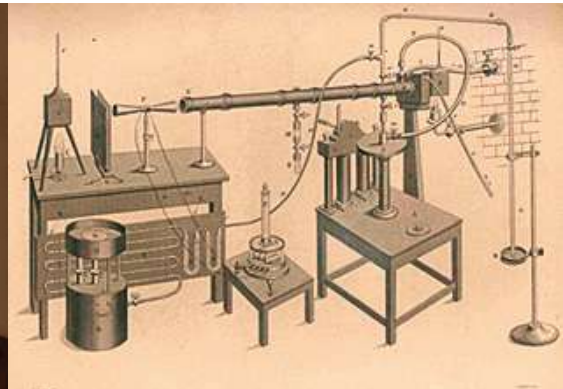
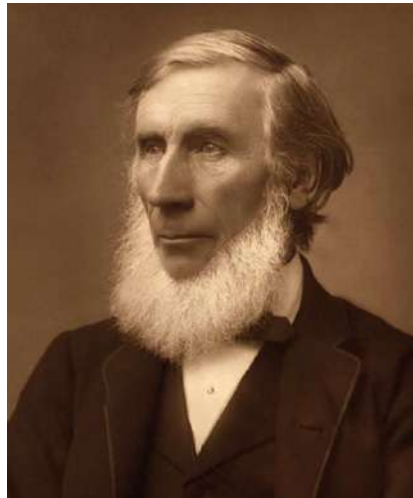
conocemos actualmente por efecto invernadero, que se inicia por la radiación en onda larga procedente de la superficie terrestre. Los experimentos más sofisticados de Tyndall demostraron de manera concluyente que el efecto invernadero de la Tierra proviene del vapor de agua y otros gases como el CO_2 , que absorbe y emite energía infrarroja térmica. En su publicación, Tyndall mencionó entre otros a Claude Servais Mathias Pouillet por su trabajo sobre el paso de la radiación solar a través de la atmósfera, pero no mencionó a Newton Foote. Aunque no se sabe si conocía su trabajo, posteriormente atestiguó que “no poseemos, hasta donde sé, ni un solo experimento”, y negó relevancia llegando a confesar en una carta que “las mujeres tienen más sentimiento y menos intelecto que los hombres”. Esta posición le llevó además a oponerse abiertamente al sufragio femenino.

Tras concluir que “una atmósfera de ese gas podría darle a nuestra Tierra una elevada temperatura; y como algunos suponen, en algún periodo de su historia, el aire estuvo mezclado en éste en una proporción mayor que la actual, con lo que debería haber resultado necesariamente un incremento de la temperatura provocada por su propia acción y por el aumento del peso del aire”, aprovechó para teorizar que “el norte de Europa una vez estuvo cubierto de hielo, pero se derritió gradualmente con el tiempo debido a los cambios atmosféricos”. De esa forma sentó las bases de cómo las variaciones atmosféricas a lo largo del tiempo y las emisiones de dióxido de carbono podrían tener profundos efectos en el clima a nivel global.

Katharine Hayhoe y Joshua Halpern han puntualizado que los experimentos de Newton Foote no podrían haber llegado a los resultados de Tyndall. Sin embargo, sin especificar los protocolos exactos, Newton Foote describe experimentos llevados a cabo en la oscuridad así como con radiación solar directa, mostrando resultados similares, aunque menos marcados. Ella parece haber sido la primera persona en darse cuenta de la capacidad del dióxido de carbono y el vapor de agua para absorber calor y establecer el vínculo directo entre la variabilidad de estos componentes atmosféricos y el cambio climático. Por ese hecho, merece un reconocimiento, incluso si no pudo explorar, y tal vez no fue capaz de reconocer, la distinción entre la radiación solar y la radiación irradiada por la Tierra.

Aunque han cambiado mucho las cosas desde los tiempos de Eunice Newton Foote, todavía queda mucho trabajo por hacer respecto al reconocimiento de las contribuciones de las mujeres científicas en el pasado y a tratar de garantizar que no pasen desapercibidos los logros en el presente y en el futuro. Annarita Mariotti, directora del Programa de Modelización, Análisis, Predicciones y Proyecciones (MAPP, siglas en inglés), de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, siglas en inglés), se encuentra entre aquellos que quieren asegurarse de que los experimentos e ideas de Newton Foote se incorporen a la historia de la ciencia climática.

La revista *Nature* publicó una carta de Mariotti en el 200 aniversario del nacimiento de Newton Foote, ayudando a garantizar



Izquierda; John Tyndall (1820-1893). Fuente: Wikimedia Commons. Derecha: Aparato de calor radiante de Tyndall. Fuente: The Royal Society Publishing.

que su legado se conserve en la literatura científica. “La historia de Foote me pareció inspiradora y muy relevante en el mundo de hoy”, explica Mariotti.

“Es un recordatorio de la lucha por la que han pasado las mujeres para emerger en la ciencia y la sociedad. Su historia también es un recordatorio de que los elementos básicos de la ciencia climática, como el potencial de calentamiento del dióxido de carbono, ya se demostraron hace más de 150 años...” Le debemos un tributo a Foote en su 200 aniversario de cumpleaños”, dice Mariotti, “como mujer y como científica”.

Si bien es probable que Tyndall desconociera los experimentos de Newton Foote debido a que la comunicación científica directa a través del Atlántico era escasa en la década de 1850 y, las instituciones científicas estadounidenses tenían relativamente poco peso en Europa, aún existen sospechas. Un artículo de investigación publicado el 13 de febrero de 2019 en *The Royal Society* por Roland Jackson, bioquímico de formación y autor de la biografía más importante de John Tyndall, evidencia la necesidad de deshacer el entuerto. El título habla por sí solo: *Eunice Foote, John Tyndall and a question of priority: “Did he know about Eunice Foote’s work?”*

A pesar de la capacidad anticipatoria de Eunice, el trabajo de Tyndall continúa siendo ampliamente avalado por la ciencia climática moderna que lo considera como el padre del CO_2 en la atmósfera. Aparentemente, la comunicación del experimento climático en el año 1861 por Tyndall fue digna de aplauso. La distinción aún sigue penalizando a Newton Foote al considerarlo “mucho más cuidadoso” en su trabajo experimental. El científico irlandés se doctoró en la Universidad de Marburg y luego trabajó en Marburg, Berlín y Londres con algunos de los mejores físicos experimentales de la época, tuvo acceso a los expertos fabricantes de instrumentos que podían producir equipos precisos siguiendo sus especificaciones— utilizó una fuente de rayos oscuros (infrarrojos) y aisló el gas a estudiar en un tubo de latón tapado en ambos extremos con cristales de sal con la finalidad de dejar pasar la totalidad del infrarrojo y demostrar que el CO_2 absorbía en este rango del espectro calentando el gas del recipiente. Conveniría tener presente que su motivación estaba en la física, utilizando la radiación para demostrar la naturaleza de las moléculas.

Cuando Eunice Newton Foote y John Tyndall hicieron sus experimentos, la concentración de CO_2 en la atmósfera era aproxima-

madamente de 290 ppmv. Mientras que la atención de Tyndall estaba en el mecanismo de los cambios de temperatura en las eras glaciales, establecidas en Europa durante las discusiones mantenidas en 1836 y 1837 entre el naturalista y geólogo suizo Louis Agassiz y el naturalista y poeta germano Karl Friedrich Schimper, Newton Foote estaba centrado en el origen del clima cálido y húmedo del Devónico tardío y el inicio del Carbonífero. En ese período, hace unos 360 millones de años, la atmósfera contenía un alto contenido en CO₂.

La última contribución científica documentada de Eunice Newton Foote data de 1858. Su retirada de la ciencia fue prematura y se produjo tras abandonar su objeto de investigación principal. Se despidió con el estudio de las propiedades eléctricas de los gases a diferentes presiones y temperaturas. “Esta vez cita las teorías de Becquerel, Gay-Lussac, Biot y Humboldt, lo que indica una familiaridad con la literatura científica e implica haber diseñado los experimentos para poner a prueba sus teorías”, escribió Elizabeth Warner Reed en 1992.

Junto a su marido Elisha, autor de varios libros y documentos sobre matemáticas, además de estar especializado en legislación de patentes, se dedicó a patentar inventos: el relleno de suela de botas y zapatos fue producto suyo, mientras que una cosechadora, una secadora y un máquina de encuadernación surgieron del ingenio de su marido.

Sus dos hijas continuarían el legado de su madre: Mary Foote Henderson (1842-1931) llegaría a presidir la Asociación para el Sufragio Femenino de Missouri y Augusta Foote Arnold (1844-1904) se convertiría en miembro del consejo del Barnard College y sería la primera investigadora en escribir sobre la línea de marea usando un lenguaje coloquial. Documentaría la vida marina existente en las playas norteamericana en el libro *The Sea-Beach at Ebb-Tide*.

“El movimiento climático no puede tener éxito sin un incremento del liderazgo de las mujeres en el mundo. Mujeres y niñas ya están liderando audazmente la justicia climática, abordando la crisis climática de manera que cure, en lugar de profundizar, las injusticias sistémicas. Sin embargo, estas voces a menudo están poco representadas y sus esfuerzos son insuficientemente respaldados. Es el momento de reconocer la sabiduría y el liderazgo de estas mujeres”, puso de manifiesto Musimbi Kanyoro –presidenta y directora ejecutiva de la agencia internacional Global Fund for Women desde 2011 hasta 2019- junto a otras líderes contemporáneas.

Eunice Newton Foote recobraría la visibilidad a los 200 años de su muerte gracias fundamentalmente al denodado esfuerzo de tres personas: el geólogo, historiador y coleccionista de manuales científicos Raymond Sorenson coeditor de *Oil-Industry History*, quien fue el primero en encontrar su artículo en un anuario de descubrimientos científicos publicado en 1857 y publicar un artículo al respecto en el año 2011; la climatóloga Katharine Hayhoe –directora del Texas Tech Climate Center-, quien tras ser preguntada por un

colega en el año 2016 “¿por qué no hay mujeres en la historia de la disciplina?”, realizó un sondeo por la Historia de la Ciencia del Clima y en agosto dio publicidad al experimento de la pionera; y el climatólogo Ed Hawkins –profesor de ciencia del clima en la Universidad de Reading (Reino Unido) quien en septiembre de ese mismo año publicó un tuit y abrió una vía de discusión al respecto–.

El lugar de Eunice Newton Foote en la comunidad científica, o mejor dicho su ausencia, no es ajeno a la historia de los derechos de la mujer. Aparte de su carrera como científica, participó activamente en los movimientos feministas de mediados del siglo XIX y fue una de las firmantes, junto a su marido, de la conocida como Declaración de Seneca Falls; la primera convención sobre los derechos de la mujer que se celebró en EE. UU., y que dio como fruto un texto histórico que denunciaba las restricciones y la falta de libertad a las que

estaban sometidas las mujeres, donde se exigía igualdad con los hombres en cuanto a estatus social y derechos legales, incluido el derecho al voto. *The Road to Seneca Falls* de Judith Wellman muestra que Newton Foote figura en quinto lugar en la lista de firmas de la *Seneca Falls Convention Declaration of Sentiments* de 1848, siendo designada junto a la famosa activista y abolicionista Elizabeth Cady Stanton para editar la actas de la Convención destinadas a su publicación.

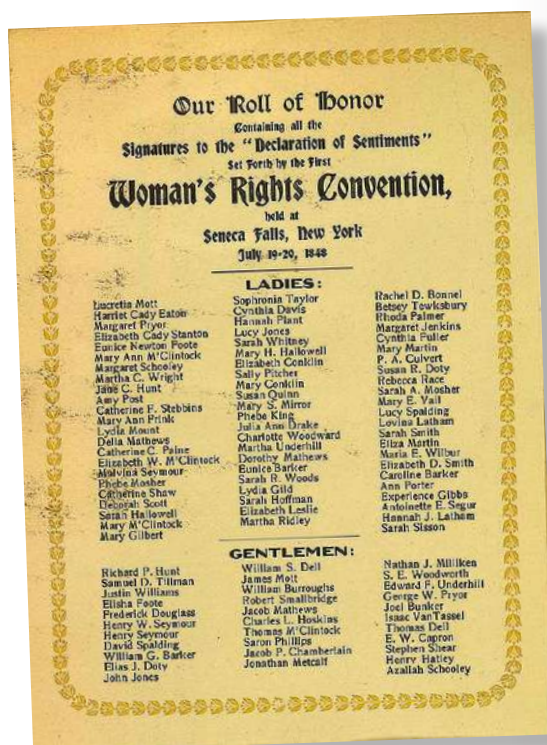
Como otras muchas mujeres científicas olvidadas, la historia de Eunice Newton Foote pone de manifiesto las distintas formas de discriminación que mantuvieron a las mujeres en la invisibilidad. El trabajo de Newton Foote con los gases de efecto invernadero no puede reemplazar al de Tyndall, que contaba con un laboratorio excelentemente dotado y cuya obra en conjunto ha sido más relevante para la ciencia actual. Sin embargo, la inclusión del trabajo de Eunice de 1856 en la historia de la ciencia climática nos

debería hacer recapacitar que el camino para entender las interacciones humanas con la atmósfera abarca más de siglo y medio. Y que el primer paso de ese camino lo dio una mujer.

Eunice Newton Foote murió el 30 de septiembre de 1888, a los 69 años, en Lenox, Massachusetts.

Referencias

- <https://ia800802.us.archive.org/4/items/mobot31753002152491/mobot31753002152491.pdf>
- <https://doi.org/10.1098/rsnr.2018.0066>
- <https://www.nature.com/articles/d41586-019-02117-2>
- http://www.searchanddiscovery.com/documents/2011/70092sorenson/ndx_sorenson.pdf
- <https://mujeresconciencia.com/2019/09/17/eunice-newton-foote-1819-1888-la-climatologa-que-descubrio-el-abrigo-del-planeta-tierra-en-el-sudor-de-los-gases-salivo-igualdad-y-fue-carbonizada-por-el-efecto-tyndall/>
- <https://ethic.es/2019/10/eunice-foote-cambio-climatico/>
- <https://www.climate.gov/news-features/features/happy-200th-birthday-eunice-foote-hidden-climate-science-pioneer>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Eunice_Newton_Foote



Página de firmas de la Declaración de Sentimientos, con la firma de Eunice Newton Foote. Fuente: Biblioteca del Congreso de EE.UU.