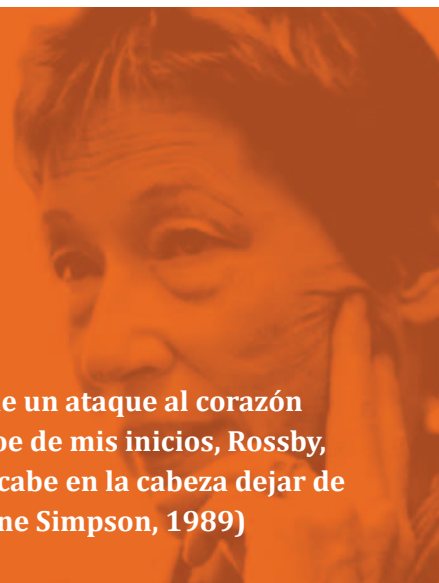


Mi clásica favorita

Joanne Simpson

por **María Amparo Gilabert***
y **José A. Manzanares***

“Mi mayor deseo sería parecerme a Grady Norton, que murió de un ataque al corazón mientras realizaba la predicción de un huracán, o como el héroe de mis inicios, Rossby, que se derrumbó y murió mientras daba un seminario. No me cabe en la cabeza dejar de ser meteoróloga. Me resulta simplemente inconcebible.” (Joanne Simpson, 1989)



Cuando visité (M.A.G.) el Goddard Space Flight Center de la NASA en mayo de 1990 con motivo de un congreso, Joanne Simpson era su jefa de meteorología. La labor docente que hemos realizado desde entonces nos ha permitido comprobar lo que dijo de ella su colaborador R. Pielke: al estudiar el origen de nuestro conocimiento actual de la atmósfera, impresiona el número de conceptos basados en el trabajo original de Joanne. La vida de Joanne viene marcada por una fuerte interrelación entre su vida privada y su trayectoria científica, en la que se encuentran logros excepcionales. Esta oportunidad de presentarla como mi clásica favorita ayudará a comprender la forma, en gran medida fortuita, en que se desarrolló su brillante carrera, así como su perfil humano, ambos bastante desconocidos por gran parte de nuestra comunidad científica.

Aunque pueda resultar contradictorio, Joanne Simpson es quizás la científica más famosa en física de la atmósfera y una gran desconocida fuera de este campo. Se la considera la “madre” de la investigación moderna en meteorología tropical y huracanes [1]. Sus contribuciones, tanto teóricas como experimentales, sobre la física de nubes y los mecanismos de convección atmosférica han sido cruciales para alcanzar el estado de conocimiento actual sobre predicción y modificación

del tiempo atmosférico. Su perfil en el American Institute of Physics recoge muchos de los numerosos premios y reconocimientos que recibió de NASA, American Geophysical Union, Royal Meteorological Society, ESSA & NOAA... Su biografía se titula *Primera mujer* [2]. Entre otros méritos, fue la primera en defender una tesis doctoral en meteorología en EE. UU., la primera en formar parte de una tripulación de vuelo, la primera en conseguir un proyecto de la National Science Foundation (NSF) en ciencias de la atmósfera, la primera en recibir el Premio IMO de la World Meteorological Organization, la primera en recibir la Medalla Rossby de la American Meteorological Society (AMetSoc) y la primera en presidir dicha sociedad. Su vida no fue fácil en lo científico y fue tumultuosa en lo personal. Sus logros iniciales se enmarcan en las necesidades de valerse por sí misma y de conseguir éxitos personales para sentirse querida (especialmente por su madre, pero también en un sentido más amplio). Joanne fue una adicta al trabajo, competitiva y autocrítica, que sufrió depresión desde su adolescencia y fuertes migrañas durante toda su vida.

Con una carrera científica extraordinaria que se extendió durante 62 años, no debe extrañar que sus contribuciones abarquen gran diversidad de temas. Algunos de sus mayores logros científicos fueron la elucidación del transporte de energía en la circulación atmosférica, la “máquina térmica” de los huracanes y el mecanismo

de las torres calientes responsable de la intensificación de los huracanes [3]. Joanne participó en la transformación de la meteorología tanto a nivel teórico como práctico. Por ejemplo, hoy nos podemos conectar al radar meteorológico de la AEMet (<http://www.aemet.es/es/eltiempo/observacion/radar>) para obtener información “en tiempo real” de las precipitaciones. Ella fue la responsable científica del primer sistema de radar meteorológico a bordo de satélite [4].

El orden histórico del desarrollo de las distintas ramas de la física está íntimamente relacionado con su complejidad. Incluso tras el desarrollo de la física cuántica, la relatividad y la física nuclear, la física de la atmósfera seguía “estando en pañales”. Nuestra incapacidad para predecir tormentas tropicales, por ejemplo, evidenciaba la complejidad de la física atmosférica. En un artículo de 1948, Joanne advertía de la necesidad de conseguir logros en este campo, no solo por el avance de la ciencia, sino por su gran repercusión social. La zona tropical, donde vive casi la mitad de la población mundial, es la más compleja para hacer predicciones y en ella se desarrollan las tormentas más devastadoras. La meteorología tropical tenía que avanzar.

UChicago (1944-1945). Primeros años

Joanne Gerould (23 marzo 1923-4 marzo 2010) vivió sus primeros años en Cambridge, a las afueras de Boston, Massachusetts, bien conocida por al-

* Dept. Física de la Terra i Termodinàmica, Fac. Física, Universitat de València, 46100 Burjassot.

bergar el MIT y la Harvard University. Sus padres, periodistas de clase media-alta, ejercieron influencias decisivas y contrapuestas. Su padre ocupaba el puesto de editor de aviación en el *Boston Herald* y ocasionalmente llevó consigo a Joanne en los aviones a los que tuvo oportunidad de subirse recién iniciado el transporte aéreo en 1920. Joanne recordaba un vuelo en un biplaza a los seis años y haber celebrado, dos años antes, el momento en que C. Lindbergh, amigo de su padre, logró cruzar el Atlántico. La familia, además, solía navegar en verano. Todo esto despertó su curiosidad por las nubes y la meteorología. Su madre tuvo que dejar su trabajo en el *Boston Globe* poco después de su boda porque nació Joanne. Desde ese momento parece que desarrolló un gran resentimiento y rechazo hacia Joanne, que mantuvo toda su vida y marcó la relación entre ambas. El matrimonio tuvo otro hijo al que su madre sí mostró siempre gran cariño. Joanne hubo de pasar parte de su niñez con sus abuelos y, con el tiempo, encontró refugio en los estudios.

A los 16 años, Joanne trabajó en el aeropuerto de Boston y obtuvo su licencia de piloto civil. Cuando comenzó sus estudios universitarios, sus padres se separaron. Para alejarse de su madre, decidió ir a Chicago a estudiar astrofísica y se propuso no depender de nadie económicamente. Cursó una primera asignatura de meteorología como requisito para obtener su licencia de piloto comercial en el club de vuelo de los estudiantes de la University of Chicago (UChicago).

En la primavera de 1942, tras el ataque a Pearl Harbor en diciembre de 1941, Joanne quiso unirse como voluntaria al servicio de emergencias de la U. S. Navy, pero sus padres no aceptaron que dejase la universidad. Por mediación de su profesor de meteorología, acabó contactando con Carl-Gustav Rossby (1898-1957), hoy considerado el padre de la meteorología dinámica moderna quien, tras emigrar desde Suecia, había creado y dirigía el Institute of Meteorology de UChicago. Reconociendo su experiencia en aviación, sugirió a Joanne la posibilidad de ayudar al contingente bélico explicando meteorología en los “cursos de guerra” para pilotos militares. De esta forma, no solo servía al país sin abandonar sus estudios en la universidad, sino que recibir el curso de formación de instructores le permitiría la obtención del grado en meteorología. Solo había un problema. Para entrar en este curso se necesitaban asignaturas de cálculo y física, ya impartidas, que Joanne no había cursado. Además, tendría que cursar simultáneamente todas las asignaturas de los dos cursos siguientes. Solo porque Rossby lo pidió, los profesores de física permitieron que se matriculara para cursarlo todo durante el verano, pero le aseguraron a Rossby que Joanne suspendería porque jamás nadie había conseguido hacer en un año dos cursos de física y de cálculo diferencial e integral. Su calificación B en Electricidad y Mag-

netismo rompió un expediente brillante con todo A, pero en septiembre de 1942 pudo comenzar el curso de formación de instructores.

Consiguió una beca del Weather Bureau (WB) y durante los nueve meses siguientes se preparó para ser oficial meteoróloga. El nivel frenético del curso fue casi tan duro como el verano, con la pizarra llena de las ecuaciones de la dinámica atmosférica desde el primer día y clases desde las ocho de la mañana hasta el anochecer; sin hablar de la difícil adaptación de una chica de 19 años a un grupo de 210 estudiantes, militares y civiles. Muchos militares suspendieron, pero las siete mujeres aprobaron con calificaciones por encima de la media. En mayo de 1943 Joanne acabó (10.^a) el curso de instructores y se graduó (BS) en meteorología.

Tras un año impartiendo el “curso de guerra” en New York University, Joanne volvió a Chicago en mayo de 1944 decidida a iniciar estudios de máster en meteorología. Continuó impartiendo “cursos de guerra” e inició una relación con Victor P. Starr, también instructor de meteorología y doctorando brillante de Rossby. Se casaron el 12 junio de 1944. El día después de la boda, comunicaron a Joanne que, por estar casados, la facultad no permitía que ambos fuesen profesores allí. Victor conocía esa norma y se lo había ocultado. Las mujeres casadas debían “volver tras la mopa y a cuidar de los hijos”. Además de que el trabajo le proporcionaba estabilidad emocional para controlar sus brotes de depresión, Joanne no admitía un papel de ama de casa dependiente de su marido. Por este motivo, aceptó otro trabajo rutinario desvinculado del mundo académico. Se quedó embarazada en septiembre y en diciembre dejó el trabajo y decidió cursar el máster de meteorología. Sin apoyo moral ni económico, por parte de Victor o de su familia, Joanne cursó el máster y se encargó de su hijo, que nació el 30 de junio de 1945. Su tesis de máster fue un trabajo teórico propuesto por Rossby, que *Journal of Meteorology* rechazó. Joanne recibió su máster, *in absentia*, en agosto, poco después del bombardeo sobre Japón.

Solo tres o cuatro de las treinta mujeres que habían estado impartiendo los “cursos de guerra” quisieron iniciar estudios de máster y doctorado hacia el final de la guerra. Sin embargo, los mismos profesores que les habían dicho que era muy importante que aprendiesen meteorología para enseñar a los pilotos militares ahora se extrañaban ante tal pretensión, cuando no se reían o se mostraban hostiles. Joanne y otras compañeras pidieron becas para sus estudios de doctorado en meteorología en UChicago. Se las denegaron alegando que estos estudios eran “absolutamente inapropiados para una mujer” pues requerían volar en avión y no les estaba permitido. El mismo Rossby, que poco tiempo antes había reconocido el talento de Joanne, consideraba que estas solicitudes de beca eran impropias porque “no hay ningún papel para una mujer en meteorología”. Le dijo a Joanne que si

seguía adelante y sometía a su marido y a su hijo a ese “injusto sacrificio” más valía que “lo hiciese a lo grande” pues de lo contrario sería patético y ridículo. En septiembre de 1945 ella presentó su primera propuesta de tesis, con Rossby como director. El asesor del programa de doctorado le dijo que “ninguna mujer había conseguido ese doctorado y ninguna lo conseguiría jamás”. Joanne pidió una beca para ir a Suecia, pero no consiguió una buena carta de recomendación de Rossby y se la denegaron.

Illinois Tech (1946-1951). Cambio de paradigma en física de nubes

La relación con Victor se deterioró y se separaron. Para poder mantenerse, en 1946 Joanne trabajó como profesora a tiempo parcial en Illinois Institute of Technology, sito en Chicago. Además de las asignaturas de mecánica, electricidad y magnetismo y relatividad especial que le asignaron, se ofreció a dar un curso introductorio de meteorología, que incluía montar un laboratorio y hacer prácticas externas. Viviendo sola, con su hijo, con pocos recursos económicos, haciendo su doctorado y con todas esas clases, no tenía tiempo para pensar, lo que la ayudó a mantener a raya su depresión.

En 1947 Joanne y Victor se divorciaron, renunciado él a la custodia del niño. Rossby se volvió a Suecia y Joanne se quedó sin director de tesis. Aún así, después de completar en la primavera de 1947 el primer curso de doctorado, Illinois Tech la promocionó a tiempo completo y le permitió asistir gratis a cualquier asignatura. Meteorología tropical, impartida por el recién doctorado Herbert Riehl, llamó su atención (no se impartía en ninguna otra universidad y era nueva). Las dos primeras semanas de clases describían las observaciones realizadas en 1946 por la expedición Wymann-Woodcock al norte de Puerto Rico, la cual fue financiada por la Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI, Massachusetts). Se evidenció en ellas tanto la interacción de los cúmulos con los vientos alisios como el fenómeno de penetración por el que los cúmulos intercambiaban aire con su entorno más seco. Estas clases serían determinantes en la trayectoria de Joanne.

En julio de 1947 visitó a su madre en Cambridge, quien por entonces mantenía una relación con B. Haurwitz, meteorólogo del MIT, que casualmente estaba a cargo de un proyecto en la WHOI para analizar los resultados de dicha expedición que tanto interesaban a Joanne. Durante unos días, Joanne visitó Woods Hole y acordó con Haurwitz que trabajaría allí durante el verano de 1948.

De vuelta en Chicago, Joanne pidió a Herbert Riehl que aceptase ser su director en un nuevo proyecto de tesis doctoral sobre meteorología tropical. Comenzó así una fructífera relación profesional, que llevaría a Riehl a ser el mejor experto mundial a escala sinóptica (más de

1 000 km) y a Joanne la mejor en la mesoescala (de 10 km a 100 km). La tesis tenía una parte teórica sobre las oscilaciones en los vientos tropicales del este. Este trabajo también fue rechazado por *Journal of Meteorology*, pero dichas oscilaciones acabaron siendo reconocidas como el origen de los huracanes.

En abril de 1948 Joanne se casó con Wilhelm R. Malkus, doctorando de Enrico Fermi, que también daba clases de física en Illinois Tech. Pasó a firmar sus artículos como Joanne Starr Malkus. Como había acordado, el verano de 1948 Joanne trabajó en WHOI. Allí desarrolló un modelo sobre la penetración de parcelas de aire seco en los cúmulos tropicales en base a los datos de la expedición Wymann-Woodcock. Esta parte de su tesis fue satisfactoria y sentó sus líneas futuras de trabajo sobre la atmósfera tropical. La tesis quedó acabada en otoño. En la brillante defensa de su tesis quedó claro que sus ideas eran originales y marcaban un punto de inflexión o ruptura con los trabajos previos de sus mentores. En junio de 1949 Joanne recibió formalmente su título de doctora de manos del rector de UChicago. Illinois Tech la promocionó entonces a profesora ayudante.

Las nubes fascinaban a Joanne y por ello las había elegido como tema de tesis. Por entonces, se consideraba que las nubes eran elementos pasivos, resultado de la dinámica atmosférica a gran escala. En una visita a Chicago a finales de 1949, Rossby dijo a Joanne que las nubes no merecían la atención de los “verdaderos meteorólogos” y que por ello habían sido “un buen tema de tesis para una jovencita”. Esta jovencita cambió el paradigma conceptual en física de nubes. Joanne y Herbert Riehl demostraron que las nubes son elementos activos esenciales para la física de las grandes tormentas y también para la meteorología a escala global. Las nubes no son solo un resultado de la circulación atmosférica sino que también son determinantes de la misma.

Los vientos alisios se caracterizan por la presencia de una inversión térmica a unos 2 km de altura (por subsidencia), la cual se consideraba casi como una barrera impenetrable que separaba el aire húmedo inferior del aire seco superior. Consideraciones dinámicas como la conservación de la vorticidad potencial predicen que, conforme los alisios se acercan hacia el Ecuador, esta inversión térmica debería producirse a alturas inferiores, pero Joanne y Riehl demostraron que ocurre lo contrario. Aunque, en valor medio, la velocidad vertical del aire era descendente, la formación de cúmulos daba lugar a un transporte convectivo ascendente, de vapor de agua y energía, que no solo cruzaba la zona de inversión térmica, sino que también provocaba su elevación. Demostraban así que estas nubes son componentes activos esenciales de lo que se conoce como la máquina térmica de la circulación atmosférica global, que transportan energía de la superficie del océano tropical pri-

mero hacia las capas altas y después hacia latitudes más al norte. En 1951, Richard Scorer, del Imperial College (ICL), los invitó a ir a Londres y presentar estos resultados frente a la Royal Meteorological Society. Riehl declinó pero Joanne fue (como cargo en un avión militar) e inició una colaboración con el ICL.

WHOI (1951-1960). Woods Hole Oceanographic Institution

Joanne había trabajado también como investigadora ayudante en Woods Hole en los veranos de 1949 a 1951. En su primera visita de 1947, había conocido a Claude Ronne, el fotógrafo de la expedición Wyman-Woodcock. En las siguientes, Claude la ayudó en sus trabajos y acabaron inmersos en una relación amorosa “tóxico-platónica”. Esta relación no se mantuvo en secreto y deterioró la relación entre Joanne y su marido Wilhelm. (En palabras de Joanne, este amor perduró incluso muchos años tras la muerte de Claude, en 1984.) A pesar de ello, en junio de 1950 nació el primer hijo de Joanne y Wilhelm.

Tras el verano de 1951, Joanne fue nombrada meteoróloga de investigación en WHOI. Dejó su plaza en Illinois Tech y se mudó a Woods Hole con Wilhelm y sus hijos. La pareja compartía el placer de navegar. Allí desarrolló un modelo sobre la formación y crecimiento de cúmulos. Las pequeñas perturbaciones de los vientos alisios al pasar sobre las islas tropicales, por la diferencia entre la temperatura de estas y la del mar, son equivalentes a un ascenso orográfico sobre una “montaña equivalente” de mucho mayor tamaño y favorecen el desarrollo de nubes. Este fenómeno, relacionado con lo que hoy se conocen como “easterly waves”, explica la etapa inicial del desarrollo de las tormentas tropicales.

Parte de la financiación del WHOI procedía de la U. S. Navy. A la Office of Naval Research (ONR) le gustó el proyecto de Joanne. En 1951 lo financió y además prestó un avión Patrol Bomber (PBY-6A) de la U. S. Navy a su grupo de investigación en meteorología. La dirección de WHOI quiso aplicar al avión la regla “no mujeres a bordo” que aplicaba a sus barcos, pero se retractaron cuando la ONR les dijo: “No Joanne, no airplane”. Consiguió ser la primera mujer en una tripulación de vuelo, pero al llegar a las bases militares no la dejaban bajar, ni para ir al aseo. Dotaron al PBY-6A con todos los instrumentos de medida, incluido un sensor para medir el LWC (*liquid water content*), y participaron en la campaña de medidas de Puerto Rico de 1952. Allí tomaron medidas dentro y alrededor de cúmulos en distintas fases de desarrollo para “calibrar” el modelo de Joanne.

Joanne quería hacer una estancia con Richard Scorer en el ICL y el director del WHOI la ayudó a conseguir una Guggenheim Fellowship. En agosto de 1954 se trasladó allí con Wilhelm y sus hijos. En el ICL Joanne trabajó en un modelo de convec-



En los veranos de 1949 a 1951, trabajando en WHOI como investigadora ayudante, Joanne desarrolló algunos de los primeros modelos matemáticos en física de nubes (con permiso de WHOI).

ción térmica en nubes. El conjunto de ecuaciones, una junto a otra, llenaba la mesa y calcular unos pocos incrementos de tiempo le llevaban tres meses de trabajo con la regla de cálculo. Rossby visitó el ICL ese año y le dijo: “Así no llegarás a ningún sitio. Tengo un ordenador.¹ ¿Por qué no vienes a Suecia y te busco a alguien que programe eso?”. Joanne aceptó y realizó, con su marido e hijos, una estancia de agosto a noviembre de 1955 con Rossby en el International Meteorological Institute de Estocolmo. Consiguieron simular 9 min de evolución que mostraban el desarrollo de la circulación en vórtice y la variación del gradiente de temperatura conforme ascendía una parcela caliente.

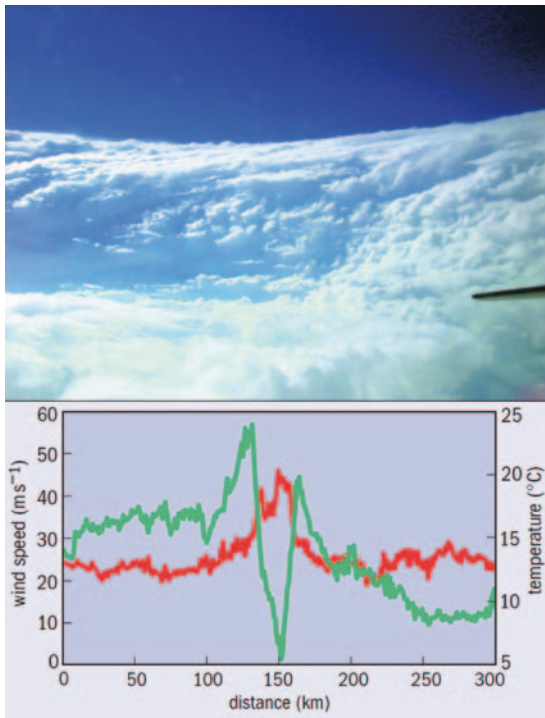
NHRP (1954-1964). Teoría de las torres calientes

Tras la devastadora temporada de huracanes de 1954, el Congreso de los EE. UU. aprobó el National Hurricane Research Project (NHRP), dependiente del Weather Bureau (WB) y dirigido por Robert Simpson (el Simpson de la escala de Saffir-Simpson). A los seis años, Simpson había sobrevivido a un huracán que devastó su ciudad natal y mató a un familiar. Fascinado por la me-

El avión PBY-6A y su tripulación. Claude es el segundo por la izquierda, junto a Joanne (Joanne Simpson Papers, 455, Photos, PD-9, Schlesinger Library, Harvard Univ.).



(Arriba) Joanne fue una de las pioneras en el uso de aviones de investigación para fotografiar el interior de los huracanes. Esta foto del huracán Isabel de 2003 muestra las nubes de la pared del ojo (NOAA). (Abajo) Según atraviesa el huracán a una altitud de vuelo de 1.5 km-3 km, los instrumentos montados en el avión miden la velocidad del viento y la temperatura. En el ojo la temperatura es alta y los vientos son suaves. Al alejarse del centro, la velocidad del viento aumenta rápidamente hasta su valor máximo y después disminuye monótonamente (reproducida de [5], con permiso).



Durante el verano de 1957 Joanne estuvo filmando por el Pacífico, en aviones militares que volaban hasta unos 3 km de altura. La zona de inversión térmica de los alisios limita la evolución vertical de muchas nubes tropicales. Raramente observaba unas grandes formaciones nubosas (*monster clouds*) que podían alcanzar más de 10 km de altura e influenciaban la meteorología tropical. En agosto, observó la alineación de *monster clouds* que formaban las bandas de lluvia del super-tifón Agnes. (Simpson Papers, 455, Photos, PD-9, Schlesinger Library, Harvard Univ.).

teorología, cursó estudios de grado y máster en física. En 1940 fue contratado por el WB y, tras el ataque a Pearl Harbor, se incorporó al equipo de predicción de huracanes en Miami; centro que en 1965 se convirtió en el NHC y que él acabó dirigiendo. Con una beca del WB, realizó estudios en UChicago en 1943-1944, donde se encontró por primera vez con Joanne. Tras la creación de los Hurricane Hunters (el escuadrón de alerta de huracanes de la U. S. Navy), Bob Simpson realizó vuelos científicos por el interior de ciclones tropicales. Con su legendario vuelo al interior del tifón Marge en 1951 se ganó la admiración de Joanne.

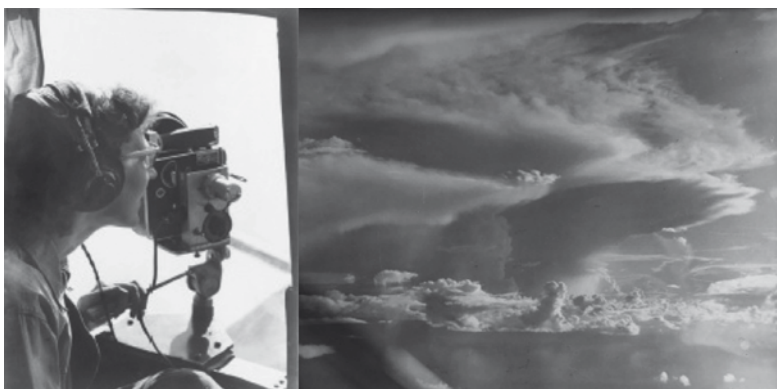
El objetivo del NHRP era estudiar los huracanes para mejorar las predicciones y buscar formas de modificar su intensidad y trayectoria. Joanne, como experta en meteorología tropical (sin experiencia en huracanes), fue nombrada asesora y en diciembre de 1954 participó en su primera reunión. En el NHRP, ella estaba interesada en el estudio del transporte de energía en los trópicos y desde los trópicos a otras latitudes. El proyecto comenzó en mayo de 1956 y en él participaban

ocho países con varios aviones, una extensa red de estaciones de radiosondeos y el equipo más avanzado, incluyendo un radar Doppler.

En enero de 1956 Joanne estaba de vuelta en WHOI y retomó su colaboración con Riehl sobre el balance de energía en los alisios. Los artículos de esta época están entre los más importantes de su carrera. A finales de 1957, como miembro del NHRP, Joanne pidió a Riehl que participase en los vuelos de huracanes, pues a ella no la dejaban subir a bordo y solo podía analizar las fotos que tomaba con Claude. Fue entonces cuando combinaron sus análisis sobre "*monster clouds*" y huracanes, formulando la teoría de las torres calientes. Estas torres son enormes cumulonimbos de agua subenfriada que llegan a medir hasta unos 15 km de altura y son elementos motores de la atmósfera tropical. Aunque solo ocupan un 4 % del área de lluvia en los huracanes, en ellas se concentra toda la actividad convectiva y liberan la energía que sustenta a los huracanes. Desde hacía tiempo se hablaba de la "máquina térmica" de los huracanes. Simpson y Riehl aclararon así cómo funciona esta "máquina". Las grandes nubes convectivas no son meras figuras decorativas de la atmósfera tropical sino que ponen en marcha la máquina térmica en esta parte del planeta y aportan el agua para el 30 % de la superficie de la Tierra.

Además resolvieron la incógnita del ojo del huracán. Tradicionalmente se pensaba que por el ojo bajaba aire seco desde la estratosfera, pero los radiosondeos y las medidas realizadas en los vuelos mostraban que la humedad relativa y la cantidad de agua presentes allí son incompatibles con una entrada de aire seco estratosférico. La hipótesis de Joanne y Riehl es que el aire que entra al ojo procede de la pared nubosa del ojo (como confirman unas películas realizadas por el MIT en 1954 durante el huracán Edna) y demostraron cuantitativamente cómo esto produce un ojo de huracán sin nubes y con vientos suaves (aplicando los conceptos de penetración de masas de aire en los que habían estado trabajado durante una década).

La teoría de las torres calientes (cumulonimbos en los que el movimiento convectivo ascendente ocurre prácticamente sin mezcla con el aire adyacente) se presentó en el primer congreso sobre huracanes, celebrado en Florida en 1958, y usó datos de los vuelos sobre el huracán Daisy. Al parecer, en agosto de 1958 el NHRP realizó intentos no autorizados, que se mantuvieron en secreto, para modificar este huracán que afectó a Florida. Por entonces, Joanne, Riehl y Bob Simpson trabajaban en el uso de semillas de yoduro de plata (AgI) como núcleos de condensación. La hipótesis de Bob era que, arrojándolas en la pared del ojo, se reduciría la intensidad del huracán. Entre 1959 y 1962 Bob completó su tesis doctoral con Riehl en UChicago. En este periodo Bob se divorció y comenzó a pasar mucho tiempo con Joanne, estrechándose así su relación personal.



También aplicaron con éxito su teoría de las torres calientes a los vientos alisios y a la circulación de Hadley. Toda la energía necesaria para alimentar la circulación atmosférica global se libera por unas 1 500 torres calientes (que coexisten a nivel global). Estas torres actúan como chimeneas por las que asciende el aire caliente y rico en vapor de agua. Al alcanzar capas altas, en ocasiones por encima de la tropopausa, el vapor de agua condensa en gotitas líquidas y cristales de hielo, liberando la energía que impulsa el transporte vertical ascendente en la célula de Hadley.

UCLA (1961-1965). Siempre en el ojo del huracán

En 1959 la NSF creó la University Corporation for Atmospheric Research. Con el inminente lanzamiento del primer satélite meteorológico TIROS (Television Infrared Observation Satellite) se abría una nueva era. University of California at Los Angeles (UCLA) ofreció una plaza a Joanne. Si aceptaba, sería la primera catedrática de meteorología de EE. UU., pero la decisión era difícil porque, en cierto modo, implicaba irse a UCLA con Wilhelm, su marido, y dificultaba su relación con Claude, su amante. Al final aceptó la plaza y tomó posesión a comienzos de 1961. Los modelos de nubes que desarrolló allí se implementaron en los nuevos ordenadores digitales, por lo que ya no necesitaban emplear aproximaciones lineales de las ecuaciones. Evidenció así efectos fenómenos no lineales de retroalimentación en la mesoescala y mejoró su modelo convectivo para las torres calientes. En 1962 la AMetSoc le concedió el premio C. L. Meisinger para investigadores jóvenes.

A Joanne le gustaban la astrofísica y la meteorología. En ambas es prácticamente imposible realizar experimentos, por lo que los avances se consiguen gracias a los trabajos teóricos y observacionales. Joanne era capaz de resolver las ecuaciones de la meteorología dinámica, desarrollar modelos originales e implementarlos numéricamente, pero la meteorología teórica no era su fuerte ni tampoco le gustaba; posiblemente por el rechazo en *Journal of Meteorology* de sus primeros artículos teóricos (algo que atribuyó a ser mujer y desconocida en el campo). Ella pensaba que sí es posible realizar experimentos controlados.

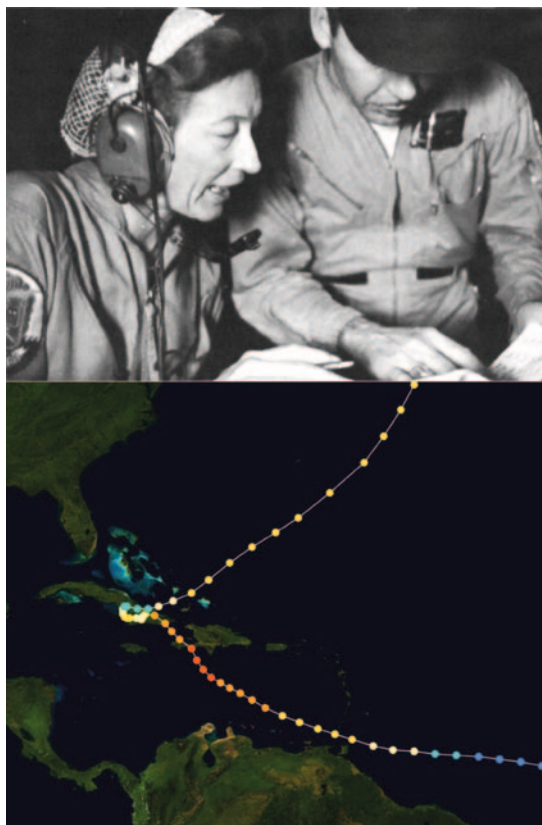
En 1961 el NHRP lanzó bengalas de AgI sobre el huracán Esther y, aparentemente, disminuyó su intensidad. Este “éxito” llevó al Weather Bureau y la U. S. Navy a desarrollar el proyecto NSF Stormfury, dirigido por Bob Simpson. El WB buscaba entender mejor los huracanes y reducir su intensidad para minimizar daños. La Navy quería “armas de guerra”: controlar los huracanes para intensificarlos y redirigirlos sobre potenciales enemigos e incluso modificar el tiempo atmosférico. Joanne compaginó su docencia en UCLA con el proyecto Stormfury, primero como asesora entre 1962 y 1965, y después como su directora hasta 1967. Joanne estaba preocupada por los objetivos



El 17 de noviembre de 1961, Joanne pasó a Wilhelm sus apuntes de termodinámica y dinámica atmosférica y le pidió que la sustituyera. Su hija nació el 20 de noviembre. No había permiso de maternidad. El 4 de diciembre retomó las clases (Simpson Papers, 4.6, Schlesinger Library, Harvard Univ.)

militares pero confiaba en que la experimentación con huracanes comportaría su mejor comprensión y beneficios sociales. Quería saber cómo responderían las nubes y los huracanes a las perturbaciones inducidas por un uso masivo de AgI (con hasta trece aviones) para mejorar sus modelos teóricos.

Con una relación muy deteriorada por las continuas infidelidades por las dos partes y tras un embarazo no deseado, Joanne se separó de Wilhelm en 1963. En octubre de ese año, en medio de una gran tensión con Cuba tras la crisis de los misiles, Fidel Castro los acusó de haber usado el huracán Flora como arma. La trayectoria de Flora hizo un extraño giro de 300 ° y estuvo cuatro días sobre Cuba, causando miles de muertos. Aunque el WB aseguró que no había usado AgI, se sospechaba que sí y la negativa de Joanne a hacer declaracio-



(Arriba) Dentro del avión, Joanne y el oficial comandante del escuadrón Airborne Early Warning VW-4 de la U. S. Navy estudian en 1965 los datos meteorológicos del proyecto Stormfury (ESSA). (Abajo) Trayectoria del huracán Flora en septiembre-octubre de 1963 (Wikipedia).

(Arriba) De derecha a izquierda: Herbert Riehl, Joanne con su hija Karen, Bob Simpson y la niñera, en una de sus reuniones de colaboración. (Simpson Papers, MC 779, Schlesinger Library, Harvard Univ.). (Abajo) Portada del número 3632 (año 1964) de *Science* donde se reportaban sus experimentos con huracanes (con permiso de AAAS).



nes a los medios no ayudó. Esta y otras polémicas generaron una enorme oposición de parte de la población y muchos colegas meteorólogos.

WB-ESSA-NOAA (1965-1974). Meteorología experimental

Joanne coincidió en el verano de 1964 con el director del WB mientras visitaba Woods Hole. La acumulación de circunstancias personales y profesionales en su contra mientras estaba en UCLA hizo que Joanne aceptase la oferta de incorporarse al WB. Un puesto en un organismo federal no era su sueño, pero Bob Simpson —con el que había afianzado su relación— trabajaba allí. Se casaron el 29 de diciembre de ese mismo año. Poco después se fueron a vivir a Annapolis (Maryland), junto al mar, donde disfrutaban de su nuevo barco, *Sabrina*. Joanne decía que navegar y volar, con un avión pequeño, eran las mejores formas de aprender física de la atmósfera.

Entre 1965 y 1974 fue la directora del Experimental Meteorology Laboratory (EML), primero en Washington DC y después en Coral Gables, Florida. Cuando se incorporó en 1965, Joanne se enfrentó de nuevo a la regla de nepotismo: por estar

casados, no estaba permitido que ella y Bob fuesen ambos investigadores del WB. Bob lo dejó y pasó a puestos administrativos. Joanne tuvo que asumir la dirección de Stormfury; aunque él continuó con ella en los vuelos como asesor. Ese año, el WB se integró con otras agencias para formar la Environmental Sciences Service Administration (ESSA), la cual se transformó en la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) en 1970. La burocracia era enorme.

La ESSA nació y se promocionó políticamente como una superagencia utópica, capaz de hacer predicciones meteorológicas de varias semanas, resolver la contaminación atmosférica, controlar el tiempo y el clima, redirigir huracanes y apagar incendios con lluvia artificial. En agosto de 1965, una pesadilla los despertó. El huracán Betsy llegaba a los cayos de Florida. Mientras se acercaba en los días previos, los aviones de Stormfury estaban en el aire dispuestos a intervenir, pero un posible cambio de trayectoria hacia la costa hizo que se cancelase la operación. *Washington Post* y *New York Times* informaron, erróneamente, que el huracán había sido “sembrado con AgI” y que eso podría haber causado su trayectoria “errática”. Joanne tuvo que desmentir no solo la intervención en ese huracán, sino también la posibilidad de éxito de cualquier experimento de “sembrado” de huracanes. Poco después abandonó la dirección de Stormfury.

Bob no aguantó mucho en su puesto administrativo de Washington DC. En 1967 pidió una excedencia y se fue a Coral Gables, Florida como director del National Hurricane Center (NHC). El director de la ESSA hizo el gran favor de transferir a Joanne a un nuevo centro del EML compartiendo edificio con el NHC. Entre 1967 y 1974, Joanne compartió la dirección del EML con una plaza de profesor adjunto en University of Miami y recibió varios premios por su trabajo en ESSA y NOAA.

En 1971 hubo una gran sequía en Florida. Joanne recibió una orden para realizar el Florida Area Cumulus Experiment con el objeto de provocar lluvia y aliviar la sequía. Existiendo nubes con las condiciones de metaestabilidad termodinámica adecuada, los resultados serían muy limitados. Joanne estaba presionada con amenazas políticas y polémica en los medios, pero no había nubes. Bob también estaba cansado de los problemas en la gestión de las alertas públicas por los huracanes y ambos comenzaron a buscar nuevo trabajo.

UVirginia (1974-1980). NHRE, GATE y MONEX

La discriminación por razón de género en los centros de educación era tan alarmante que el gobierno federal aprobó en junio de 1972 los Higher Education Amendments ordenando la toma de medidas que remediasen los efectos de la discriminación. University of Virginia (UVirginia) necesitaba nombrar una catedrática. Un colabo-

rador de Joanne que trabajaba allí la propuso. A finales de 1973 el rector de UVirginia acordó con Joanne su incorporación, junto con una plaza de profesor ayudante para R. Pielke, colaborador que vendría del EML, y otra de investigador para Bob. Para cuando se fueron a incorporar, el rector se había retirado, al decano lo habían echado y las promesas de espacios y plazas adicionales se incumplieron. Pero eso no era lo peor. UVirginia no tenía hasta entonces ninguna profesora porque no las querían allí: tan solo cumplían de mala gana una orden. Bob tuvo que montar una empresa de transferencia de tecnología, Simpson Weather Associates.

Durante esos años, Joanne formó parte del consejo de la AMetSoc y su junta ejecutiva. Siguió muy involucrada en los (fallidos) proyectos internacionales de modificación del tiempo meteorológico, como el National Hail Research Experiment (NHRE, 1974-75, para evitar granizadas) y el Global Atmospheric Research Program Atlantic Tropical Experiment (GATE, 1974), siendo este último el primero en incorporar varios satélites meteorológicos, cuatro de la NASA (el síncrono SMS-1 y tres polares) y otro ruso (polar). De hecho, Joanne participó en varios proyectos meteorológicos, como el Monsoon Experiment (MONEX, 1978-79), en parte para alejarse del ambiente de UVirginia. Su decisión de abandonarla llegó en 1979, tras una reunión del consejo asesor del decano en que discutían la posible contratación de la geofísica Joan Feynman, hermana menor de Richard P. Feynman. El decano le dijo a Joanne: "El gobierno federal nos exige que haya un 0.2% de profesoras, y eso eres tú."

NASA (1979-2004). TRMM: un pluviómetro en el espacio

Joanne se enteró de que David Atlas, director del NHRE y pionero del uso del radar en meteorología, se había incorporado a la NASA y estaba montando el Goddard Laboratory for Atmospheres. En 1979 Joanne asumió la dirección de la Severe Storms Branch, donde siguió mejorando sus modelos de nubes. En su segundo día de trabajo tuvo el primer indicio de que esta había sido la mejor decisión profesional de su vida: encontró a dos meteorólogas discutiendo ciencia ¡en el aseo de señoras! En todos sus puestos previos, este era para ella y las secretarías. En 1982 recibió el premio al mérito científico de la NASA y en 1983 la medalla Rossby de la AMetSoc.

En 1984 tres científicos del Goddard propusieron la Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), inspirada en los trabajos previos de Joanne y Riehl. Esencialmente era como poner en órbita un pluviómetro operando entre 37° N y 37° S. Más de dos tercios de la precipitación global cae allí, pero no hay forma de medirla porque la mayoría cae sobre los océanos. Esas medidas son esenciales para el ciclo hidrológico y para el balan-



Joanne navegando en 1965 y su barco *Sabrina* (Simpson Papers, MC 779, Schlesinger Library, Harvard Univ.).

ce energético global en la atmósfera (por las entalpías de transición de fase). Además de radiómetros en los rangos visible, infrarrojo y microondas, la misión preveía incorporar el primer radar meteorológico en satélite. Joanne asumió en 1986 el liderazgo científico de la misión TRMM y consiguió que fuese un éxito [6].

Joanne no perdía una oportunidad de volar por encima y por dentro de cualquier tormenta tropical. El análisis de las medidas así obtenidas era esencial para validar o rechazar las teorías sobre el papel de las nubes tropicales en la circulación planetaria. En 1993 comandó un avión de investigación DC8 de la NASA en una campaña de medidas para estudiar el fenómeno oscilatorio de El Niño. La tormenta tropical Oliver comenzó a desarrollarse rápidamente en el Mar del Coral, cerca de Australia, y Joanne realizó con Bob varios vuelos, no autorizados por la NASA, directamente en su interior. El avión llevaba el radar que estaban probando para el satélite de la misión TRMM y Joanne quería obtener los mejores datos posibles de la estructura y de la dinámica de esta tormenta tropical. Se trata, sin duda, del tipo de vuelo más peligroso posible, pues las enormes velocidades

Joanne y Bob en Roosevelt Roads, Puerto Rico, 1966 (NOAA).



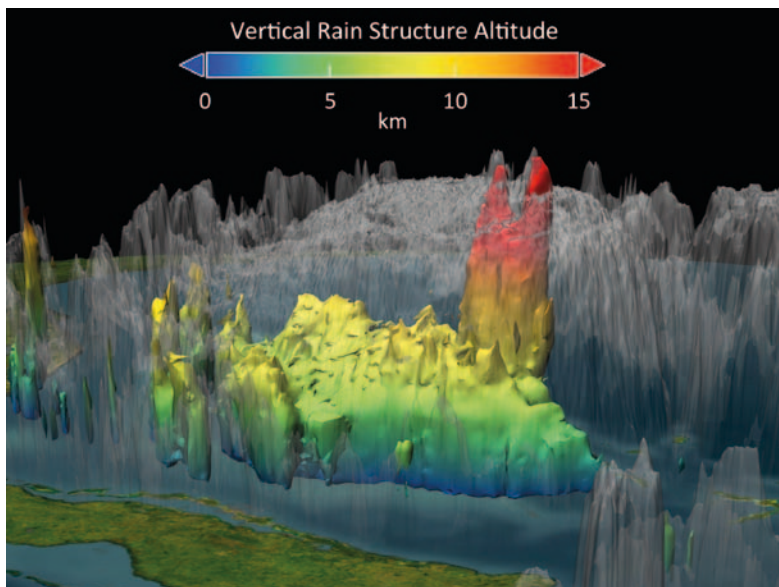
(Arriba) Joanne recibiendo en 1983 la medalla Rossby, el mayor galardón de la AMetSoc, en la reunión del 75 aniversario de la AMetSoc. (Abajo) Recibiendo en junio de 1998 el premio de liderazgo de la NASA (Simpson Papers, MC 779, Schlesinger Library, Harvard Univ.).



del aire no solo ponen al límite la pericia de la piloto, sino también la estructura del avión. En la tercera pasada por el interior de la tormenta, la excesiva humedad y las fuertes turbulencias estropearon los instrumentos electrónicos y el avión quedó absolutamente inservible. Los responsables de la NASA no estaban precisamente contentos y ella dijo a la prensa que se sentía afortunada por haber visto cómo la meteorología se había transformado desde el uso de los carros de caballos a la era espacial [2].

Tras muchas complicaciones, Joanne había conseguido en 1990 que el Congreso aprobase un proyecto de cooperación entre las agencias

Torre caliente del huracán Rita de 2005 observada con el radar a bordo del satélite TRMM (NASA, ritatowers_09219_print.0116).



espaciales norteamericana y japonesa. Esta última diseñó y construyó el radar de precipitación, y también lanzó finalmente el satélite en noviembre de 1997. No es solo uno de los mayores logros de Joanne, sino también una de las misiones más exitosas de la NASA, ejecutada en plazo y costando solo 75 M\$, por debajo de lo presupuestado. Aunque estaba previsto que funcionase cuatro o cinco años, el satélite TRMM estuvo proporcionando información muy útil hasta 2015, la cual permitió mejorar los modelos de formación de agregados nubosos y la predicción a escala global. Joan se retiró en septiembre de 2004 y falleció el 4 de marzo de 2010 por fallo multiorgánico.

Conclusiones

Durante toda su larga carrera, Joanne sintió la necesidad de demostrar que sus méritos eran suficientemente buenos. Sentía orgullo pero, también, una gran responsabilidad por tener que “abrir camino” para otras científicas rompiendo barreras de género. Joanne consideraba que una de las cosas que influyó más favorablemente en su carrera fue su experiencia docente en Illinois Tech, aunque la usasen como “comodín” para cualquier asignatura. Como consejo a las mujeres que desearan tener éxito en ciencia, decía: “aprende a dar clases, aunque tengas que hacerlo sin cobrar”. Peggy LeMone, como presidenta de la AMetSoc, reconoció que las apariciones de Joanne en la televisión en 1958 explicando el análisis de las medidas que habían tomado durante el proyecto Pacific Cloud Hunt fueron su inspiración para ser meteoróloga. Incluso antes de que *Los Angeles Times* la eligiese como mujer del año en 1963, son muchas las ocasiones en que ejerció de modelo de mujer científica.

Innecesariamente, alguna presentación de Joanne Simpson puede haber exagerado sus méritos, ¿como si no tuviese suficientes! Por ejemplo, en el *blog* de la AMetSoc (5 de marzo de 2010) se dice que fue la primera mujer con una tesis doctoral en meteorología. Joanne fue la primera en EE. UU., pero Marie Dietsch ya lo había conseguido en 1918 en Leipzig; y en España Felisa Martín Bravo defendió la primera tesis doctoral en física en 1926 y fue la primera mujer en ingresar en el Cuerpo Superior de Meteorología (actual AEMet). En ese mismo *blog* se dice que Joanne “creó desde cero la física de nubes tal y como la conocemos hoy”. Cualquiera que haga investigación científica sabe que eso prácticamente nunca es así. Joanne no partió de cero, sino que comenzó siguiendo el curso Tropical Meteorology de Herbert Riehl. Lo que sí es cierto es que Joanne reenfozó la meteorología tropical desde una perspectiva original y formuló los primeros modelos de crecimiento de nubes y de flujos de materia y energía. Joanne no fue una “mujer científica” excepcional. Al margen de su género, Joanne fue una física excepcional.

Publicó unos 190 trabajos y sus teorías y modelos fueron pioneros y ayudaron mucho al desarrollo de la meteorología tropical y de la física atmosférica a escala global [7, 8]. Su carrera estuvo marcada sobre todo por las campañas observacionales y experimentales, así como por la dirección científica de grandes proyectos internacionales. Destacó asimismo por su capacidad de manejar esa compleja componente política que tienen los proyectos con enormes presupuestos que involucran a varias agencias civiles y militares y a varios países. Los años en las agencias ESSA y NOAA fueron difíciles, pero en el Goddard Space Flight Center por fin encontró su sitio y fue feliz, no solo por el éxito de la misión TRMM sino por la interacción con el excelente grupo de científicos que dirigía allí.

Referencias

- [1] D. ATLAS y M. A. LEMONE, "Joanne Simpson 1923-2010", en *Memorial Tributes: Volume 15* (The National Academies Press, Washington, DC, 2011, 369-374), doi:10.17226/13160.
- [2] J. R. FLEMING, *First Woman. Joanne Simpson and the Tropical Atmosphere* (Oxford U. P., Oxford, 2020), doi: 10.1093/oso/9780198862734.001.0001.
- [3] J. WEIER, "Joanne Simpson (1923-2010)", NASA Earth Observatory, 2004, accedido 30/06/2021, <https://earthobservatory.nasa.gov/features/Simpson>.
- [4] J. C. WHEELER, *Joanne Simpson. Magnificent Meteorologist* (ABDO Pub., Minneapolis, Minnesota, 2013).
- [5] R. SMITH, "Hurricane force", *Physics World* 19:6 (2006) 32-37, doi:10.1088/2058-7058/19/6/35.
- [6] W.-K. TAO y R. ADLER (Eds.), *Cloud Systems, Hurricanes, and the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)– A Tribute to Dr. Joanne Simpson* (American Meteorological Society: Boston, MA, 2003).
- [7] W. R. COTTON y R. A. ANTHES, *Storm and Cloud Dynamics* (Academic Press: San Diego, 1989).
- [8] G. AVERSANO, *Joanne Malkus Simpson's Bibliography*, 2016, accedido 30/06/2021, <https://www.aoml.noaa.gov/general/lib/lib1/nhclib/Bibliographies/JoanneSimpsonBibColor.pdf>.



Joanne en el programa Conquest del canal CBS de televisión, mostrando en 1958 su análisis de las medidas que tomó en el proyecto Pacific Cloud Hunt (Simpson Papers, 455, Photos, PD-14, Schlesinger Library, Harvard Univ.).

¿te gusta investigar?

ATI
La solución adecuada a cada instalación

Suministro de equipamiento para investigación

* alimentación HV-LV * crates de alimentación * racks * electrónica de control y adquisición * espectroscopia * detectores (silicio, HPGe, centelleadores, Cd/Zc/Te...) * cables y accesorios * gestión de adquisiciones

info@atisistemas.com