

## Katherine Johnson, una mente entre las estrellas

por

Marina Logares Jiménez

### 1. LA CARRERA HACIA LAS ESTRELLAS

El Año Geofísico Internacional, auspiciado por el Consejo Internacional de Uniones Científicas (ICSU), se celebró entre julio de 1957 y diciembre de 1958. Era un año especial que marcaba el fin de aquel periodo de la guerra fría en el que el intercambio científico entre oriente y occidente era imposible. La muerte de Stalin en 1953 abrió el camino para la cooperación científica internacional. Sin embargo, este año internacional desencadenó algo inesperado, la competición científica más famosa del siglo XX: la carrera espacial entre los Estados Unidos y la Unión Soviética.

Dos años antes, un 2 de agosto de 1955, la URSS respondía al anuncio de Estados Unidos sobre el lanzamiento de un satélite artificial con motivo de dicho Año Geofísico Internacional. La Unión Soviética no sólo se unía entonces a la promesa de situar un satélite artificial en órbita alrededor de la Tierra, sino que el 4 de octubre de 1957 se lanza el Sputnik 1, ganando la primera etapa de la carrera espacial. Más aún, para el momento en que los Estados Unidos por fin logran su objetivo, el 1 de febrero de 1958 con el lanzamiento del Explorer 1, los soviéticos ya habían lanzado el Sputnik 2 el noviembre anterior, haciendo del Explorer 1 el tercer satélite orbitando alrededor de la Tierra.

Las consecuencias políticas de esta primera victoria soviética llevaron a la creación, el 29 de julio de 1958, de la NASA (National Aeronautics and Space Administration). Una nueva agencia, que sustituye a la NACA (National Advisory Committee



Katherine Johnson con Barack Obama el 24 de noviembre de 2015, tras recibir la Medalla Presidencial de la Libertad.

for Aeronautics) y que, a diferencia de la anterior, creada como medida de emergencia en la Primera Guerra Mundial, tiene una orientación eminentemente civil y busca fomentar las aplicaciones pacíficas de la ciencia espacial.

## 2. UNA MATEMÁTICA BRILLANTE

Creola Katherine Coleman nació un 26 de agosto de 1918 en White Sulphur Springs, West Virginia. Hija de una maestra de escuela y un leñador, granjero y manitas, era la menor de cuatro hermanos y desde muy pequeña destaca su mente brillante para las Matemáticas.

La preocupación de sus progenitores por dar a sus hijos una buena educación, a pesar de sufrir la segregación racial de la época, lleva a que toda la familia se mude a Institute, una pequeña localidad sede del West Virginia State College. En su campus se encuentra la escuela donde Katherine entra a los 10 años, y donde conoce a Angie Turner King, que le enseña Geometría, ejerce una gran influencia en ella y la anima en su amor a las Matemáticas.

Katherine Johnson termina el instituto a los 14 años, tres años adelantada con respecto a lo habitual, y continúa sus estudios en el West Virginia State College (actualmente West Virginia State University), que es una de las instituciones que atendían principalmente a la comunidad afroamericana antes de la Declaración de Derechos de 1964 que elimina la segregación racial. Se apunta a todos los cursos de matemáticas que se ofrecen y tiene entre sus profesores a varios mentores, entre ellos W. W. Schieffelin Claytor, el tercer afroamericano en obtener un doctorado en Matemáticas, y que precisamente por el talento de Katherine añade nuevas asignaturas al curso, como, por ejemplo, Geometría Analítica, que le será de gran ayuda en su futuro trabajo en los laboratorios Langley.

A los 18 años, en 1937, Katherine Johnson se gradúa *summa cum laude* en los estudios de Matemáticas y Francés, y comienza a trabajar como profesora en una escuela pública para estudiantes afrodescendientes.

En 1939, tras una sentencia del Tribunal Supremo de los Estados Unidos que obligaba a los estados a ofrecer las mismas titulaciones a todos los estudiantes, el presidente de West Virginia State College, John W. Davis, selecciona a Katherine Johnson y a otros dos estudiantes para que cursen estudios de posgrado en la institución insignia del Estado, la West Virginia University. De esta forma, Katherine Johnson se convertía en la primera estudiante afroamericana de esta universidad. Sin embargo, después del primer semestre Katherine abandona sus estudios para formar una familia junto con su marido, James Goble, y sólo vuelve a trabajar como maestra cuando sus tres hijas son ya suficientemente mayores.

Katherine Johnson contaba que ella siempre quiso dedicarse a la investigación en matemáticas. La carrera espacial le brinda esa oportunidad. En 1953 es contratada por la NACA —que cinco años después se transformaría en la NASA— para trabajar en los laboratorios Langley, en Hampton, Virginia. El trabajo, en un principio, consistía en analizar los datos recogidos de tests de vuelos. Sin embargo, sus conocimientos de Geometría en seguida la introducen en el equipo de investigación que calculaba las trayectorias.

De su trabajo con el equipo de investigación Katherine Johnson cuenta:

«Escribimos nuestro propio libro de texto, porque no había textos sobre el espacio. [...] Tuvimos que volver a la Geometría y resolver todos los aspectos nuevos. Considerando que estuve desde el principio, fui una de esas personas afortunadas».

Sus treinta y tres años de trabajo en los laboratorios Langley se traducen en una infinidad de logros ya muy conocidos y con sus respectivas anécdotas. Centrándonos en tan sólo uno de ellos, recordamos a la propia protagonista. Cuando se le preguntaba a Katherine Johnson cuál era para ella su mayor contribución al programa espacial, elegía los cálculos que ayudaron a sincronizar el módulo lunar del proyecto Apollo con el módulo de comando en órbita.

Katherine Johnson trabajó en innumerables proyectos del programa espacial. Desde el primero, el Mercury, con el que el astronauta Alan Shepard realizaba el primer vuelo suborbital estadounidense a bordo del Freedom 7, hasta el transbordador espacial STS, pasando por las famosas misiones del programa Apollo. Su contribución fue crucial en el dramático vuelo de regreso del Apollo 13.

En 2015 Katherine Johnson añade un nuevo y extraordinario logro a su carrera, reconocida con doctorados honoríficos y numerosos premios de diversas instituciones, desde la NASA a la National Association of Mathematicians. Ese año, el presidente Barack Obama le concede la Medalla Presidencial de la Libertad, el mayor honor que se puede conceder al personal civil en los Estados Unidos.

Desde el pasado 24 de febrero de 2020, Katherine Johnson ya no está entre nosotros, pero nos queda su legado, su ejemplo.

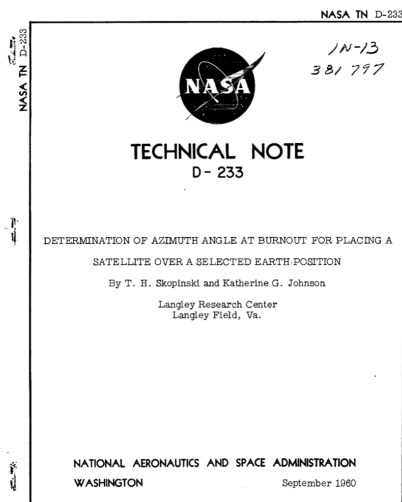


Katherine Johnson en 1966, trabajando en la NASA.

### 3. CÓMO COLOCAR UN SATÉLITE SOBRE UNA POSICIÓN PREVIAMENTE SELECCIONADA

En 1960 Katherine G. Johnson firma, junto con Ted H. Skopinski, el artículo titulado *Determination of azimuth angle at burnout for placing a satellite over a selected Earth position*. Se convierte, con esta publicación, en la primera mujer en firmar un artículo científico publicado por la división de investigación de vuelos

espaciales de la NASA. Éste es el primer artículo de una serie de veintiséis de los que Katherine Johnson es autora o coautora durante sus años en la NASA.



Portada del primer artículo firmado por Katherine Johnson.

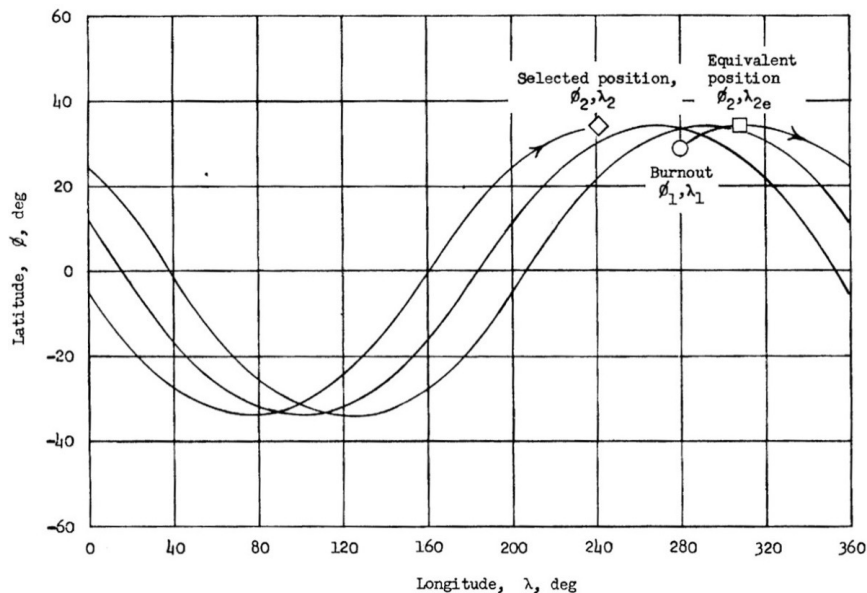
como dirección final antes de apagar los motores del vehículo espacial. Estos cálculos sirven, a su vez, para asegurarse que la nave está en la posición correcta para su regreso a la atmósfera terrestre. Es decir, para recuperar un satélite artificial es necesario traerlo a un punto preseleccionado sobre la superficie terrestre, a partir del cual puede iniciarse el retorno. El cálculo se realiza numéricamente, con el método de Euler, primero considerando la Tierra esférica, y luego se añade al resultado los efectos del achatamiento de la Tierra.

La dinámica de tres cuerpos que se mueven en el espacio, bajo mutua influencia gravitacional, se conoce como *el problema de los tres cuerpos*. Resolverlo significa determinar unívocamente la posición futura y pasada de los tres objetos dada la posición en el momento inicial. Desde Newton, este problema ha captado la atención de la Física y las Matemáticas a lo largo de la historia de la ciencia, e incluso ha contribuido al descubrimiento de lo que hoy conocemos como caos.

El problema de los tres cuerpos es descrito por primera vez por Newton en 1687 en sus *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, donde estudia el movimiento de la Tierra y la Luna alrededor del Sol. Más adelante, Euler y Lagrange contribuyen al problema proponiendo soluciones periódicas para casos en que la posición inicial de los tres cuerpos determina una recta (Euler) o un triángulo (Lagrange). Pero el hito que hemos de resaltar es que Poincaré, en 1892, al estudiar el problema de los tres cuerpos restringido, es decir, en el que uno de los objetos tiene una masa significativamente más pequeña que la de los otros dos, y en el caso particular en

En este artículo, los autores resuelven el problema de cómo colocar un satélite en una posición precisa sobre la Tierra después de un número específico de órbitas. El cálculo encuentra la posición y el ángulo del último impulso de motor de la nave antes de que entre en vuelo libre. La dificultad reside en el problema que supone la interacción combinada de las fuerzas gravitacionales de tres cuerpos: la Tierra, la Luna y el satélite; además de las aproximaciones necesarias, en la correspondiente trigonometría esférica, debidas a que la Tierra no es una esfera perfecta. Es decir, se trata de un problema acerca de la dinámica de tres cuerpos donde, además, es necesario implementar cambios en la posición debidos al achatamiento de la Tierra.

Johnson y Skopinski calculan pues el ángulo azimutal que debe utilizarse



(a) Case A, eastward launch.

Figure 5.- Satellite position trace on earth surface.

Traza del satélite sobre la Tierra descrita en el artículo de Johnson y Skopinski.

que los centros de masa de los objetos masivos describen una órbita circular (como es el caso de la Luna alrededor de la Tierra), descubrió un nuevo fenómeno, lo que hoy llamamos órbitas caóticas.

El lanzamiento de un satélite o un vehículo espacial consiste en un periodo de vuelo con motor durante el cual el vehículo se eleva por encima de la atmósfera terrestre y acelera hasta velocidad orbital gracias a un cohete o una lanzadera. El vuelo con motor termina con un último impulso de la lanzadera, momento en que comienza el vuelo libre. Durante el vuelo libre el vehículo se supone sujeto solamente a la atracción gravitacional de la Tierra. En el caso en que el vehículo deba moverse lejos de la Tierra se considera también la influencia gravitacional del Sol, de la Luna o de otro planeta.

Por ello, en general el diseño de trayectorias, tanto de satélites artificiales como de vehículos espaciales, se basa en problemas de  $n$  cuerpos que, afortunadamente, pueden ser aproximados por un problema de tres cuerpos. Por ejemplo, para el cálculo de la trayectoria de un vehículo moviéndose de la Tierra a la Luna debemos considerar un problema de tres cuerpos. Sin embargo, para viajes a regiones más alejados del Sistema Solar se trata de un problema de  $n$  cuerpos, que puede reducirse, en cierto modo, a uno de tres cuerpos.

Ahora bien, sabiendo que las soluciones al problema de tres cuerpos son numéricas y no analíticas, los cálculos desarrollados por Katherine Johnson no sólo asombran



Katherine Johnson ante el Centro de Investigación en Computación que lleva su nombre.

por su eficiencia, sino por evitar los puntos de inestabilidad del sistema y las posibles órbitas caóticas, que podrían haber representado la pérdida de vidas de astronautas.

#### 4. DIVERSIDAD EN LA NASA

La escasez de personal durante la Segunda Guerra Mundial llevó a la NACA a contratar cientos de mujeres, y entre éstas algunas mujeres afroamericanas. Esto era algo insólito en una época en la que la segregación racial era lo usual.

Es de resaltar que, aun en contra de la Orden Ejecutiva 8802 que prohibía las prácticas discriminatorias en la contratación, las leyes del Estado de Virginia estaban por encima de esta orden y hacían más difícil la contratación de mujeres afroamericanas. Por ejemplo, si la solicitante era afroamericana se añadía a los requisitos para su puesto el completar un curso de Química. Más aún, una vez contratadas debían soportar la discriminación en sus puestos de trabajo al serles requerido el uso de aseos y cafeterías separadas. De ahí el apodo que recibían: las *west computers* pues trabajaban solamente en el área oeste del complejo de laboratorios.

En 1958, cuando NACA hace la transición a NASA, se abolieron todas las instalaciones segregadas. Sin embargo, la discriminación entre hombres y mujeres persistió. A las mujeres no les estaba permitido asistir a sesiones informativas ni poner sus nombres en los artículos.

Nuestra protagonista rompió barreras también en lo humano, tanto las restricciones para asistir a las sesiones informativas como las de firmar artículos de investigación. Por ejemplo, en el caso de su primer artículo, con Ted Skopinski, que contiene la teoría necesaria para lanzar, seguir y retornar un vehículo espacial a la Tierra. Antes de que el artículo estuviera terminado, Ted se va a Houston e informa a su supervisor que ha de ser Katherine quien lo acabe, pues al fin y al cabo es ella quien ha hecho la mayor parte del trabajo. Con la marcha de Ted, el supervisor no tiene más remedio que acceder.

Esta toma de decisiones eminentemente práctica es, quizá, además de una razón para el éxito de la NASA, lo que promovió la diversidad en esta agencia. En palabras de la propia Katherine Johnson:

«NASA era una organización muy profesional. [...] No tenían tiempo para estar preocupados por el color de mi piel. [...] Lo que era importante es que hicieras tu trabajo».

MARINA LOGARES JIMÉNEZ, COMISIÓN DE MUJERES Y MATEMÁTICAS DE LA RSME, FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
Correo electrónico: [mlogares@ucm.es](mailto:mlogares@ucm.es)