

NATHALIA HOLT

Las
MUJERES
de la
NASA

*Las científicas que impulsaron
los viajes al espacio.*



NATHALIA HOLT

Las mujeres
de la NASA

LAS CIENTÍFICAS QUE IMPULSARON
LOS VIAJES AL ESPACIO

Traducción de Matilde Schoenfeld

 PAIDÓS.

*Para Larkin y nuestras pequeñas chicas
de los cohetes, Eleanor y Philippa*

Contenido

Prefacio

Enero de 1958: Día del lanzamiento

Parte I

Década de 1940

1. Arriba, arriba... y se fue
2. En dirección oeste

Parte II

Década de 1950

3. Cohetes que se elevan
4. Señorita Misil Guiado
5. Refrenarse
6. Noventa días y noventa minutos
7. Brillo de luna

Parte III

Década de 1960

8. Jefes supremos análogos
9. Atracción planetaria
10. La última reina del espacio exterior

Parte IV

De 1970 a nuestros días

11. Los hombres son de Marte
12. Lucir como una chica

Epílogo

Agradecimientos

Créditos

No llegué a la NASA a hacer historia.

-Sally Ride

¿Por qué nosotras, las velas solares,
frágiles como la fronda de una pluma,
buscamos en silencio navegar tan lejos?
Caminamos el aire de aquí al planeta lejano y transgredimos las fronteras de
lo conocido porque amamos la vida y lo que somos.

Ray Bradbury y Jonathan V. Post
To Sail Beyond the Sun

Prefacio

“¿Lily?”, sugerí, señalando un nombre que había garabateado en una servilleta húmeda. Mi esposo negó con la cabeza. Presioné mis labios con la pluma y me concentré, procurando equilibrar mi vientre preñado mientras me acomodaba en la orilla poco firme de un banco de bar. Era el verano de 2010 y mi esposo y yo intentábamos barajar nombres ante la llegada de nuestra hija en diciembre. Sentados en un bar en Cambridge, Massachusetts, proponíamos nombres; cada uno los escribía en secreto en una servilleta antes de mostrárselos al otro, como si estuviéramos en un extraño programa de televisión de juegos: *¡Elige un nombre para tu bebé!* No teníamos mucha suerte. Ambos tenemos nombres poco comunes —Nathalia y Larkin—, por lo que queríamos encontrar uno que no condenara a nuestra hija a una vida de apodosos extraños. Cuando Larkin escribió *Eleanor*, de inmediato lo rechacé. Sonaba tan anticuado. No podía imaginar llamar así a mi hija. Pero conforme los meses pasaron y mi vientre creció, el nombre creció también dentro de mí. Comenzamos a buscar un segundo nombre. Sugerí *Frances*, un merecido homenaje para la madre de Larkin, que había fallecido siete años antes.

Como cualquier futura madre moderna, busqué en internet los nombres con los que soñábamos. Cuando busqué *Eleanor Frances*, me sorprendió encontrar, enterrada en la historia, una Eleanor Francis Helin, nacida un 12 de noviembre de 1932. Era una de las científicas del Jet Propulsion Laboratory [Laboratorio de Retropropulsión], JPL, de la NASA, y estaba a cargo del programa de rastreo de asteroides que se acercaban a la Tierra. Como los científicos que vemos tantas veces personificados en películas como *Armagedón*, ella cazaba los asteroides que se acercan demasiado a casa. Durante su tiempo en la NASA descubrió una cantidad impresionante de asteroides y cometas —más de 800—. Esta era la clase de mujer con quien yo deseaba que mi hija compartiera el nombre. El resultado de mi búsqueda

llegó con una extraña fotografía de ella en blanco y negro, con cabello rubio, rizado a la altura de sus hombros, y una tímida sonrisa al sostener un premio de astronomía por sus descubrimientos de asteroides. ¿Cuánto tiempo trabajó exactamente esta mujer en la NASA?, me preguntaba. ¿Trabajaban las mujeres como científicas en la NASA durante la década de 1950? Desafortunadamente parecía que nunca lo sabría. Helin había fallecido un año antes, en 2009. Cuando mi hija nació, durante las últimas horas del 14 de diciembre de 2010, la llamamos Eleanor Frances, en parte por una mujer a la que nunca conocí, pero en cuya historia no podía dejar de pensar.

Mi obsesión continua con Eleanor Francis Helin (*Glo*, para sus amigos), me llevó a descubrir las historias de un grupo de mujeres curiosamente conocidas como “las computadoras humanas” en el JPL en Pasadena, California, Estados Unidos. Estas mujeres, reclutadas en las décadas de 1940 y 1950, eran responsables de todos los cálculos fundamentales en el JPL que impulsaron los primeros misiles, dispararon bombarderos pesados sobre el Pacífico, lanzaron el primer satélite de Estados Unidos, guiaron las misiones lunares y las exploraciones planetarias e incluso hoy hacen moverse a los exploradores (vehículos *rover*) en Marte. Mi búsqueda desenterró una fotografía de la década de 1950 del grupo que muestra las mujeres trabajando en sus escritorios. La imagen era nítida, pero los archivistas de la NASA sabían solo algunos de los nombres de las mujeres y no estaban seguros de lo que había sido de ellas. Parecía que sus historias se habían perdido en el transcurrir del tiempo.

Mientras tendemos a pensar que el papel que desempeñaron las mujeres en los primeros años de la NASA fue meramente secretarial, estas mujeres eran la antítesis de esa suposición. Estas jóvenes mujeres ingenieras dieron forma a gran parte de nuestra historia y la tecnología que tenemos hoy en día. Se convirtieron en las primeras programadoras de computadoras de la NASA. Una de ellas todavía está ahí, la mujer que más tiempo lleva trabajando en el programa espacial de Estados Unidos. Sus historias nos permiten echar una mirada interna a los momentos cruciales de la historia de Estados Unidos, desde una perspectiva jamás narrada.

Desde la noche fría en que mi Eleanor Frances nació, he pensado con frecuencia en estas mujeres —en particular cuando el ambiente es intenso—. En mis años como microbióloga, he intentado arreglar extractores de leche

descompuestos en estaciones remotas de investigación en Sudáfrica, he visto correr a mi hijo pequeño por las salas oscurecidas de laboratorio, y he tenido en mis manos datos sin procesar que brillaban por su belleza. A cada momento, hay algo que me lleva de regreso a las mujeres que lidiaban con luchas similares y triunfos hace medio siglo. ¿Cómo manejaban los retos algunas veces extraños y otras veces maravillosos de ser mujer, madre y científica al mismo tiempo? Solo había una manera de averiguarlo: tendría que preguntarles.

Enero de 1958

Día del lanzamiento

El corazón de la joven mujer latía con fuerza. Así el lápiz con manos sudorosas. Garabateó con gran rapidez los números que llegaban por el teletipo. Había estado despierta durante más de 16 horas pero no sentía la fatiga. Más aún, la experiencia parecía agudizar sus sentidos. Podía sentir cómo detrás de ella Richard Feynman, el famoso físico, echaba vistazos a hurtadillas a su papel cuadriculado. Él estaba de pie y miraba por sobre el hombro de ella, y de vez en cuando suspiraba. Ella sabía que cada movimiento suyo era observado cuidadosamente y sus cálculos, estudiados con gran detenimiento. Su trabajo informaría a la sala de control si el primer satélite estadounidense sería un éxito o un rotundo fracaso.

Más temprano, antes de lanzar el satélite, su novio le había deseado suerte. Él no se acostumbraba todavía a que su novia trabajara hasta tarde como parte integral del programa espacial estadounidense. Antes de irse, él le dio un beso breve. “Te amo incluso aunque la maldita cosa se caiga al océano”, le dijo con una sonrisa.

Horas después, la preocupación porque el satélite se hubiera estrellado en el mar era real. Ya deberían haber detectado su señal. Con cada segundo que pasaba se acercaban centímetro a centímetro a un fracaso catastrófico. Los números llegaban con gran rapidez de las estaciones de monitoreo a lo largo del globo. Con cada nueva medición, ella calculaba el trayecto del satélite. Si no alcanzaba la velocidad correcta, si no lograba establecer su trayectoria, Estados Unidos quedaría en ridículo, muy atrás de los soviéticos. El orgullo de ella estaba ligado de manera similar al destino del satélite. Había estado aquí, en el Laboratorio de Retropropulsión desde sus primeros días y había ayudado a diseñar los cohetes que impulsaban la nave espacial que

tenía forma de tubo y no pesaba más que un niño de dos años. Ahora le tocaba revelar, a ella, el destino final del proyecto.

Conforme trazaba una línea curva a lo largo de su papel cuadriculado color naranja, se dio cuenta de que la trayectoria estaba acercándose al punto de no retorno. Si el satélite atravesaba este punto, dejaría atrás la atmósfera, comenzaría a girar alrededor del globo y se convertiría en la primera historia de éxito espacial estadounidense. El futuro de la exploración espacial dependía de este momento. Pero la joven mujer trataba de no pensar en esto. En lugar de ello, se enfocaba en el papel que tenía enfrente, con sus largas hileras de números. Cuando calculó que el satélite había dejado atrás la atmósfera terrestre, el punto crítico, permaneció en silencio. No hizo comentario alguno, pero no podía evitar que una sonrisa se asomara por sus labios.

“¿Por qué sonríes?”, preguntó Feynman, con voz irritada a medida que pasaba el tiempo. Solo hasta que la señal llegara a California, después de que el satélite hubiera dado una vuelta alrededor de la Tierra, podrían estar seguros de que este se sostendría. Todos estaban nerviosos mientras esperaban la confirmación de unos cuantos pitidos suaves como prueba de que lo habían logrado.

El sonido del teletipo inundaba sus oídos. Los números llegaron. De pronto, la señal del satélite se escuchó con gran claridad y rompió el largo silencio. Ella confirmó sus cálculos antes de marcar la posición actualizada en el papel cuadriculado. “¡Lo logré!”, dijo ella triunfante, girando en su asiento para ver la reacción de los demás. Tras ella, un salón lleno de colegas, casi todos hombres, prorrumpieron en vivas y celebraciones. Delante de ella, el futuro se desplegaba, ilimitado como el espacio mismo.

PARTE I

Década de 1940



Barby Canright



Macie Roberts



Barbara Lewis (después Paulson)

Arriba, arriba... y se fue

El primer sonido que escuchó fue un gruñido de tono grave. Y después la explosión. Entonces sonó, tan fuerte como una tormenta eléctrica, el rechinado de metal contra metal, al ser triturado. Barbara Canright dio una vuelta para ver una pieza de acero torcido del tamaño de un automóvil, que se balanceaba peligrosamente en el techo del edificio donde ella estaba. Con la mirada fija en el accidente que parecía inminente, los segundos transcurrieron con lentitud mientras ella, paralizada, permanecía de pie. Casi desbordada por un terror repentino, se apuró a salir del lugar; sus tacones resonaban en los caminos de ladrillo rojo del campus del California Institute of Technology, Caltech. Rostros borrosos la rodeaban, todos mirando boquiabiertos la escena, sin estar seguros de qué era lo que presenciaban. Pero Barbara, conocida por todos como Barby, sabía qué era lo que había caído del cielo.

Desde una distancia prudente, observaba cómo los trozos de metal deformes llovían en la acera. Uno tras otro, una plataforma, un motor cohete y un péndulo cayeron hacia su destino fatal. El equipo científico hecho en casa aterrizó en un montón en lo que parecería poco más que basura para cualquiera que lo viera. Pero Barby podía calcular su valor. Ahogó un grito cuando un fragmento del edificio cayó al suelo después de la basura, y los ladrillos se rompieron hasta hacerse polvo. Cuando el polvo se asentó, el campus estaba sumergido en un silencio imposible. Mientras Barby se alejaba de la escena, los estudiantes susurraban a su alrededor; era como si después de tanto ruido, dudaban en aumentar un decibel.

Barby a menudo comía con su esposo. Se zafaba los grilletes de la máquina de escribir y atravesaba el campus a pie, tomando el aire fresco y el sol del sur de California. Pero este día de marzo de 1939 estaba extrañamente

nublado, como un presagio para los experimentos que llevaría a cabo un equipo de hombres conocido como el Suicide Squad [Escuadrón Suicida].

El grupo atraía la atención de la gente como un circo atrae a una multitud, por sus escenas peligrosas y un excéntrico atractivo. Todo empezó con tres hombres jóvenes: Frank Malina, Jack Parsons y Ed Forman. Casi nadie los consideraba científicos. Tal vez porque solo Frank era estudiante en la universidad. Era difícil adivinar su edad para quien lo viera por primera vez. Tenía la exuberancia de un niño pero el cabello escaso de un hombre maduro. A pesar de las entradas crecientes en su frente, tenía 26 años, la misma edad que Ed, y compartía cumpleaños con Jack, que era solo dos años menor. Juntos, sorteaban la coherencia con la bravuconería de la juventud.

Ed y Jack habían sido mejores amigos desde que iban a la secundaria Washington Junior, en Pasadena. Jack era el químico del trío. Creció en la elegante zona llamada Millionaire's Mile, en Pasadena, con la expectativa de ir a la universidad, a pesar de su mal desempeño en la escuela. Pero la Gran Depresión cambió su destino y dejó a su familia en la ruina así como sus proyectos de carrera. Ed, por otro lado, era de origen humilde. Sus antecedentes en una familia trabajadora en Pasadena le brindaron experiencia en armar cosas. Como maquinista del grupo, logró que el modesto equipo que tenían llegara lejos. Ambos estaban vinculados por el amor a la ciencia ficción y a los cohetes. Fue esta pasión la que los condujo hacia Frank.

Para Barby y su esposo, Richard, el grupo no tenía ningún misterio; eran sus amigos, nada más. Se habían conocido en el campus de Caltech, donde el Suicide Squad, a pesar del estatus que tenían dos de sus miembros de no ser estudiantes, pasaba todo su tiempo libre jugueteando con cohetes. Al sentarse alrededor de la mesa de mimbre y cristal del patio de los Canright, su imaginación se disparaba hacia la noche avanzada, con la luna como único testigo de las horas que transcurrían en su ascenso por el cielo. La luna de California era increíblemente grande. Barby nunca había visto una así en su casa en Ohio, donde en las cálidas noches de verano, todos se escondían tras los porches con mosquitero para resguardarse de los mosquitos que llegaban con el crepúsculo.

En el pueblito perdido de Pasadena, Barby, Richard y los miembros del Suicide Squad tenían una visión clara de las estrellas desde sus patios. Desde la Gran Depresión, había comenzado a disminuir el número de negocios que

había y se redujo 52% en la siguiente década. Pero un beneficio de la economía lenta era que había menos contaminación de luz en el cielo nocturno, lo que dejaba frente a ellos un lienzo negro y aterciopelado para sus planes con miras estelares. Los amigos discutían sobre aviones, y Barby encontraba la conversación contagiosa. Con la ingenuidad de sus 19, el vuelo espacial le parecía una meta asequible. Hablaban de todo, desde el combustible hasta de los estabilizadores.

Los hombres del Suicide Squad eran soñadores, pero también problemáticos. El año anterior habían intentado mover un cilindro de dióxido de nitrógeno desde el exterior del edificio de química. La válvula de pronto se atascó y resultó en una fuente de gas líquido tóxico. Durante semanas, la mancha de pasto color café del jardín del campus irritaba a los jardineros pero hacía sonreír a Barby cada vez que pasaba junto a ella en su camino al trabajo. Por desgracia, el siguiente experimento no fue tan gracioso.

El grupo estaba intentando probar una mezcla peculiar (dióxido de nitrógeno con alcohol de madera), para ver cómo esa combinación podría impulsar un motor cohete. Barby estaba aterrada. Gracias a su gran habilidad para la química en la preparatoria, sabía lo peligroso que era el dióxido de nitrógeno. Inhalar el gas es mortal. Mezclarlo con alcohol barato y luego prenderle fuego era suicida. Barby sacudió la cabeza; los hombres se estaban ganando a pulso su sobrenombre.

Llevaron la peligrosa mezcla y la vertieron en el motor de un cohete pequeño. Después ataron una cuerda de 15 m al motor cohete, que se balanceaba en el extremo, y colgaron este péndulo en el cubo de la escalera desde el último piso del Guggenheim Aeronautical Laboratory [Laboratorio de Aeronáutica Guggenheim], hacia el sótano, como un columpio gigante. La fuerza con que se balanceara el péndulo se traduciría en cuán alto podría volar un cohete algún día. Pero no tuvo muy buen resultado. La primera vez que intentaron el experimento, la máquina no arrancó y saturó el edificio con una nube de gas tóxico. Esto provocó que toda superficie de metal que tocó el gas se oxidara y manchó todas las superficies pulidas. El edificio alojaba un túnel de viento nuevo, muy costoso, que era el de mayor tamaño en el mundo, y lo que alguna vez fue en él metal brillante, se cubrió de inmediato de manchas de color naranja y café. Parecía que el túnel de viento había tenido sarampión. El accidente les había ganado a los hombres el apodo de Suicide

Squad, sobrenombre que no auguraba nada bueno.

Al grupo le preocupaba que su futuro en Caltech se hubiera arruinado como el túnel de viento oxidado. Aunque Ed y Jack no eran estudiantes, su futuro en la cohetería estaba forzosamente ligado a la universidad. Así que fue una agradable sorpresa cuando supieron que podían continuar con sus experimentos; solo debían hacerlos afuera. Utilizando una plataforma metálica unida a uno de los costados del edificio, elevaron su péndulo de motor cohete y lo colgaron con gran cuidado al lado de la plataforma. Cuando Barby volteó a ver la explosión hacia arriba esa tarde de marzo, lo que estaba viendo era cómo se rompía en pedazos la plataforma que cargaba todo el equipo. Podría haber sido peor, Frank podría haber muerto. A última hora, lo habían llamado a otro lugar, lejos del experimento, para entregar una máquina de escribir en la casa de su asesor, mientras que Ed y Jack continuaban solos. Al regresar al campus, encontró una pieza del manómetro enterrada en la viga, justo donde habría estado su cabeza.

Este accidente, a plena vista del alumnado, trajo renombre al Suicide Squad, aunque esa notoriedad no era la que deseaban. Barby y Richard se burlaban del grupo sin piedad. Así como era fácil bromear sobre el accidente, Richard estaba en verdad agradecido porque Barby no hubiera estado cerca de la plataforma cuando esta se desplomó.

Richard y Barby aún se amaban como si estuvieran recién casados; los años no habían entibiado todavía su relación. Peleaban y se reconciliaban, las lágrimas y las risas iban juntas. Habían celebrado su tierno matrimonio juvenil mudándose desde Ohio hasta el sur de California. Richard tenía 21 años. Barby era dos años menor y todos la miraban en el campus para varones de Caltech. Con su cabello oscuro, rizado a la altura de los hombros, ojos color café oscuro, su pequeño cuerpo femenino era el retrato de una muchacha saludable del Medioeste de Estados Unidos. Tenía la clase de trabajo que se esperaba que tuviera. Trabajaba como mecanógrafa y pasaba sus días pulsando teclas; y a la par, acomodaba en su horario las clases que tomaba en el Occidental College en Los Ángeles. Era increíblemente inteligente; en preparatoria había tomado cursos de matemáticas avanzadas y química; muchas veces era la única mujer en esos cursos rigurosos. Y mientras se esforzaba en la escuela, no imaginaba que el trabajo que realizaba en los cursos alguna vez influiría en su futuro. Tomaba las clases porque las

disfrutaba y hablaba de las matemáticas con amor. A pesar de su fascinación adolescente, estaba limitada por haber nacido mujer. Ninguna de las opciones que tenía frente a ella (maestra, enfermera, secretaria) le parecía del todo atractiva. Y cualquier carrera que eligiera podría tener un encanto pasajero. Ahora que estaba casada, sus días de trabajo durarían solo el tiempo en que ella y Richard no tuvieran hijos. La maternidad, la profesión para la que había sido formada, se cernía sobre ella como una amenaza.

Richard, como Barby, tampoco estaba contento con su trabajo. Para poder completar sus ingresos, conducía un camión de una compañía de reparto mientras estudiaba en Caltech. A diferencia de Barby, podía ver muchas oportunidades en el horizonte. Quería ser ingeniero y sabía que si trabajaba lo suficiente, podría llegar a serlo. De lo que Barby y Richard no se daban cuenta era que aunque bromeaban con el Suicide Squad, sus destinos acabarían entrelazados con los del imprudente grupo. En menos de un año, Frank se les acercaría con una oferta de trabajo muy atractiva.

En 1939, la National Academy of Sciences [Academia Nacional de Ciencias] concedió una beca al Suicide Squad, ahora mejor conocido como el Rocket Research Project [Proyecto de Investigación de Cohetes] de GALCIT (Guggenheim Aeronautical Laboratory at the California Institute of Technology). Llegó justo a tiempo. Sin forma de financiar sus cohetes, el grupo había estado al borde de la desintegración. Jack y Ed habían tomado empleos de medio tiempo en la Halifax Powder Company mientras que Frank comenzó a trabajar como investigador para la Soil Conservation Society. Esa primera beca de mil dólares rescató al grupo y los volvió a reunir. Cuando les concedieron una segunda beca al siguiente año que era diez veces mayor, la vida de todos cambió. Era la primera inversión del gobierno de Estados Unidos en la investigación sobre cohetes. En reconocimiento al Army Air Corps [Cuerpo del Ejército del Aire], que había propuesto el financiamiento, el grupo decidió cambiar su nombre por Air Corps Jet Propulsion Research Project [Proyecto de Retropropulsión del Cuerpo del Ejército del Aire]. Su objetivo era claro: desarrollar un avión-cohete. El arriesgado proyecto era el principio de lo que sería el JPL.

La entrada de dinero significaba que el grupo podría al fin contratar ayuda. Sabiendo que necesitarían matemáticos especializados, Frank se

acercó a los Canright. Barby sabía que el trabajo era todo menos seguro. Se preguntaba si podría depender de duración de un grupo tan explosivo. Ella y Richard dejarían buenos trabajos para trabajar para hombres que no se caracterizaban por su confiabilidad. Pero la oferta era tentadora.

Si aceptaba, Barby sería otra vez la única mujer en un grupo de hombres. Era un trabajo que no esperaba, pero para el que estaba muy bien cualificada. Las matemáticas eran como su segunda piel; siempre se sentía más en casa con un lápiz en la mano que con una máquina de escribir. Asimismo, el puesto implicaba prestigio, le permitía trabajar junto a su esposo y pagaba el doble de lo que ganaba como mecanógrafa. Más que el dinero, le ofrecía la oportunidad de utilizar sus desatendidas habilidades matemáticas.

Barby se estaría convirtiendo no solo en miembro del grupo de investigación de cohetes. Se estaría uniendo a un grupo exclusivo cuyas contribuciones tendrían un gran alcance, incluso siglos después. Antes que Apple, antes que IBM, y antes de nuestra definición moderna de una unidad central de procesamiento asociada a una memoria, la palabra *computadora* se refería nada más a *una persona que computa*. Utilizando nada más que un papel, un lápiz y su mente, estas computadoras resolvían ecuaciones matemáticas complejas.

Los primeros astrónomos necesitaban computadoras en 1700 para predecir el regreso del cometa Halley. En la Primera Guerra Mundial había grupos de hombres y mujeres que trabajaban como “computadoras balísticas” y calculaban el alcance de los rifles, ametralladoras y morteros en el campo de batalla. En la época de la Depresión, 450 personas trabajaban para el gobierno de Estados Unidos como computadoras, y 76 de ellas eran mujeres. Estas computadoras, a quienes se les pagaba muy poco como parte de la Works Progress Administration [Administración de Avance del Trabajo, WPA], crearon algo especial. Llenaron 28 volúmenes con hileras tras hileras de números, que fueron publicados por Columbia University Press como la serie titulada llanamente *Mathematical Tables Project*. Lo que no podían saber era que estos libros, llenos hasta el tope con logaritmos, funciones exponenciales y trigonometría, algún día serían cruciales para dar nuestros primeros pasos hacia el espacio.

El sueño de la exploración espacial fue lo que en un principio atrajo al Suicide Squad. Durante el día estos hombres trabajaban con motores, pero en

la noche hablaban sobre los límites del Universo. El grupo atrajo nuevos miembros incluso antes de que recibieran fondos federales. En 1936, dos estudiantes egresados de Caltech se integraron al Suicide Squad: A.M.O. Smith y Hsue-Shen Tsien. El encanto de ser parte de un grupo audaz era tan grande que Weld Arnold, asistente en el departamento de astrofísica de Caltech, entró gracias a que sobornó a Frank ofreciéndole su primer financiamiento (no oficial) de mil dólares a cambio de tener el papel de fotógrafo. Su primer pago, de cien dólares, lo hizo con un fajo de billetes arrugados de uno y cinco dólares, y Weld lo entregó en bicicleta. Nadie se preguntó de dónde obtuvo el dinero; estaban felices por tenerlo.

El grupo se burlaba de las naves espaciales extraterrestres que veían en el cine, y se reían de sus diseños inverosímiles, cuando al mismo tiempo se deleitaban con un guion que Frank había inventado en el que los científicos de cohetes eran, por supuesto, los héroes. Envueltos en sus fantasías, el equipo charlaba sin parar sobre su versión de una nave espacial: un avión cohete.

Pero antes de que pudieran construir un avión tenían que encontrar un nuevo lugar para trabajar. La destrucción que habían ocasionado los del Suicide Squad había tenido como consecuencia su expulsión del campus de Caltech. Condujeron hasta las colinas desiertas y eligieron un cañón polvoriento llamado Arroyo Seco. Aunque estaba solo unos kilómetros a las afueras de Pasadena, era como si estuviera en un mundo aparte. Estaban lejos de los ojos entrometidos, y las paredes del cañón protegían sus experimentos del mundo exterior. El cañón en sí se veía como una suerte de monstruo por los habitantes del pueblo de abajo. Aunque el sur de California parecía ofrecer una provisión constante de luz solar, en ocasiones las nubes se condensaban y llovía fuerte. Cuando había aguaceros, la cuenca de Arroyo Seco se llenaba y bajaba directamente hacia las casas y negocios del pueblo, lo que provocaba inundaciones instantáneas. Los residentes de Pasadena maldecían el cañón y un día decidieron encontrar la manera de controlar los arrebatos de la naturaleza. En 1935 la WPA comenzó a construir un laberinto de canales de concreto para transferir a manos humanas el poder de los afluentes indómitos. El que alguna vez fuera el salvaje río Los Ángeles, ahora alineado por el concreto, fue reducido a un chorrillo que goteaba valle abajo.

Los riachuelos y cauces de ríos se convirtieron en nada más que

hendiduras en la tierra. Aunque el Arroyo Seco parecía apartado, lejos de cualquier zona residencial, en auto se llegaba más o menos rápido desde Caltech, donde el Suicide Squad guardaba su equipo. La desventaja era que su paisaje seco y rocoso, salpicado con arbustos secos lo hacía particularmente susceptible a los incendios. Por supuesto, la preocupación por provocar fuego no disuadiría al Suicide Squad de iluminar el cielo nocturno.

Comenzaron a cavar una casa en el cañón aislado y adaptaron sus experimentos de manera acorde. El grupo era austero; Theodore von Kármán, el asesor de posgrado de Frank, hacía las veces de director y Frank las de ingeniero en jefe. Los Canright se unieron al grupo con algunos nuevos ingenieros y descubrieron que el cauce seco era una perfecta base para disparar cohetes. Cavaron fosas para las pruebas y construyeron algunos edificios pequeños para alojar el equipo. A pesar de los avances, a Barby seguía pareciéndole salvaje el área. El polvo cubría sus zapatos y le llegaba hasta el cabello. La arenilla lograba meterse a todos lados: su auto, su bolso, incluso su lápiz labial. Pero a pesar de la mugre, el equipo estaba contento. Aunque el cañón lejano ocultaba sus experimentos ruidosos y muchas veces peligrosos, su aislamiento aumentó su reputación de excéntricos. Escondidos en los cerros, jugando con explosivos, por lo general se les percibía como científicos locos.

Los cohetes se consideraban como ciencia radical y nadie tomaba en serio a las personas que trabajaban con ellos. Cuando Frank pidió ayuda a uno de sus profesores de Caltech, Fritz Zwicky, para resolver un problema, el maestro le dijo: “Eres un maldito tonto. Estás intentando hacer algo imposible. Los cohetes no pueden funcionar en el espacio”. De hecho, la palabra *cohetes* tenía tan mala reputación que el grupo la omitió de forma intencional cuando creó su instituto, el JPL. Algunos científicos del hermano Guggenheim Aeronautical Laboratory en el Massachusetts Institute of Technology (MIT) se reían a sus espaldas de ellos mientras Vannebar Bush, profesor de ingeniería en MIT decía con sorna: “No entiendo cómo un científico serio o un ingeniero puede jugar con cohetes”.

La idea de sujetar cohetes a un avión era ciencia ficción pura, tan probable como los OVNIS que el Suicide Squad ridiculizaba. Los aviones dependían de motores de pistones con hélices. Pero este diseño tenía una

limitante en su construcción porque las hélices pierden eficiencia conforme se acercan a la velocidad del sonido, 1 223 km/h. A altas velocidades ocurren ondas de choque alrededor de la hélice, lo que provoca resistencia y reduce la velocidad del avión. Unos cuantos científicos idearon una estrategia audaz para sortear la limitante: eliminarían el motor de pistones junto con la hélice y desarrollarían un motor a reacción capaz de crear suficiente empuje para mantener al avión en vuelo. Los críticos se rieron de esta idea. Era claramente imposible, puesto que cualquier motor con el suficiente poder para desempeñar una hazaña como esa sería demasiado pesado para volar.

Los motores a reacción impulsan a los aviones de forma similar a como un globo inflado cuya apertura se mantiene cerrada, y que de pronto se abre. Cuando el aire sale a presión por la apertura angosta, el globo vuela. Esto ocurre porque las moléculas de aire comprimidas salen disparadas de la presión alta que hay dentro del globo inflado hacia el exterior donde la presión es baja. Al restringir el tamaño de la salida, las moléculas que salen a gran velocidad crean suficiente empuje para impulsar un objeto hacia delante.

Antes de la Segunda Guerra Mundial, la idea existía solo en los laboratorios, en especial los de Hans von Ohain en Alemania y Frank Whittle en el Reino Unido. Como los motores a reacción para aviones todavía estaban en etapas experimentales, la idea de un avión impulsado por un cohete les parecía excesivamente ingenua a los ingenieros aeronáuticos. Un motor cohete sería incluso más complejo que uno a reacción porque, aunque operaba con el mismo principio, el motor cohete no utilizaba el oxígeno del aire para quemar su combustible. En cambio, contenía su propio oxidante, lo que provocaba que el mecanismo fuera muy complejo y pesado.

A pesar de sus ideas fuera de lo común, Frank y su equipo buscaban en serio construir su cohete. Frank describía con lujo de detalles las esperanzas que tenía en cuanto al cohete en las cartas que escribía a su madre, y le narraba con gran precisión las complicaciones técnicas que tendrían que resolver. Su madre, maestra de piano que le contagió el amor por la música, podía seguir el hilo de la ciencia con dificultad pero se maravillaba por la audacia del trabajo de Frank.

La madre de Frank tal vez no comprendía por qué quería construir un cohete, pero estaba orgullosa de él. Aunque ella había nacido en Estados Unidos, su familia, así como el padre de Frank, era de Checoslovaquia. Los

padres de Frank se habían conocido cuando ambos tocaban en la Orquesta Sinfónica de Houston, Texas, y esperaban criar una familia que estuviera tan comprometida con la música como ellos. Cuando Frank tenía 7 años, se regresaron a Checoslovaquia y vivieron cinco años en Moravia. Entre las clases de música, Frank dibujaba globos y aviones, sus sueños de vuelo intercalados con las composiciones de Verdi. Bajo su lápiz, la ciencia y el arte estaban unidas de manera íntima y formaban una base que influiría en él toda su vida.

Cuando Frank tenía 12 años, su familia se regresó a Estados Unidos y se instaló en Brenham, en el centro-este de Texas, donde Frank estaba rodeado de maíz y algodón. La vida en el pequeño pueblo podía ser difícil para un adolescente. Frank era objeto de burlas por casi todo lo que había heredado de su padre, desde su complexión hasta su apellido. Cuando se graduó en ingeniería mecánica por la Universidad de Texas A&M, su madre sabía que se iría de Texas y nunca regresaría. Y pronto él demostraría que ella tenía razón, cuando viajó hasta Caltech para estudiar su doctorado. Aunque no era la carrera musical que sus padres habrían deseado que estudiara, su crianza había sembrado en él las semillas de la destreza, que permanecían latentes con gran paciencia hasta que estuvieran listas para florecer.

Barby se identificaba con Frank. Ambos habían dejado a sus familias. Ninguno quería regresar a casa, pero ambos extrañaban terriblemente a sus respectivas madres. Cada semana les escribían cartas extensas. Las cartas de Frank eran casi como un diario. Describía con precisión científica sus sentimientos, sus pensamientos y sus acciones. Las cartas de Barby, por otro lado, estaban llenas de los detalles femeninos que sabía que a su mamá le encantaban.

Además de bailes y cenas, a Barby le emocionaba relatarle a su mamá las noticias sobre el flujo de fondos del gobierno para el instituto recién formado. Pero no todos estaban contentos con el nuevo apoyo militar para el JPL. Jerome Hunsaker, que dirigía el departamento de aeronáutica en MIT, no lo consideraba importante. “Von Kármán puede tomar el trabajo de Buck Rogers”, decía. El grupo de Hunsaker estaba trabajando para descongelar los parabrisas de los aviones, una tarea mucho más respetada en ingeniería aeronáutica, aunque menos llamativa que lo que el JPL estaba por intentar.

El “trabajo de Buck Rogers”, como ridiculizaba Hunsaker, era desarrollar

el anhelado cohete espacial. Pero el ejército no quería cohetes para explorar los límites de la atmósfera terrestre. Lo que necesitaban era cohetes que pudieran impulsar bombarderos pesados para volar desde las pistas cortas de los portaviones. Los bombarderos no tenían suficiente empuje para lograr una tarea como esa por sí solos. Por tanto, el proyecto audaz podría ser resumido en una pregunta: ¿Podrían Frank y su equipo sujetar cohetes a un avión?

Barby estaba sentada ante la barra de una cafetería cuando escuchó por primera vez el término JATO. Frank le explicó que significaba *jetassisted takeoff* [despegue asistido por reactores]. El nombre la hacía sonreír. Parecía que la gente haría cualquier cosa por no usar la palabra *cohete*. El esposo de Barby utilizaba un apodo más informal: *strap-on rockets* [cohetes acoplables]. Sin importar cómo los llamaran, ya era hora de hacer la transición de lanzar cohetes en el lecho seco del río a lanzar cohetes que estuvieran acoplados a un avión encadenado al piso.

Agosto de 1941 fue para Barby un mes de mucho madrugar. Se levantaba a las 5 a.m., se ponía su vestido o falda, sus tacones y medias con cuidado. A los hombres con los que trabajaba no les importaban las formalidades y no se preocupaban por cómo se veían; vestían camisas sin saco ni corbata y usaban botas cómodas. Barby, por otro lado, se maquillaba de forma meticulosa todas las mañanas y alaciaba los rizos de su cabello. A menos que conservara sus rizos con una mascada que le cubría la cabeza, atada bajo la barbilla, pronto los despeinarían las ráfagas de viento en el aeródromo. Viento o polvo, parecía que no podía librarse de los elementos.

Antes de salir de casa por las mañanas, ella y Richard tomaban café en su cocina color de rosa. Mientras conversaban de su trabajo del día y de sus planes para la tarde, Barby se preparaba mentalmente para las tareas que tenía por delante, sabiendo que en el aeródromo las emociones podían ser fuertes. Dejaba que sus nervios, exhaustos, se calmaran con música, cantando algunas veces *Every Day's a Holiday* de Glenn Miller o *Boogie Woogie Bugle Boy* de las hermanas Andrew, de camino al trabajo.

Amanecía tras las faldas de las montañas, mientras ella y Richard iban en auto a March Field, un aeródromo pequeño que estaba a una hora al este de Pasadena. El aire estaba calmo, perfecto para sus experimentos. Para la tarde, el viento comenzaría a soplar y levantaría los vestidos de Barby rodeando sus rodillas y provocaría dudas en cuanto al éxito de sus cohetes acoplables.

Las primeras pruebas estuvieron teñidas de fracaso. Los mismos vientos que lograban que el cabello de Barby se revolviera alrededor de su cara también hacían que el avión se agitara en la pista. Habían instalado un avión, le quitaron la hélice y lo sujetaron al piso con cadenas. Los ingenieros esperaban que estas afianzaran la nave y limitaran los accidentes. Las cadenas estaban ahí por seguridad porque sus motores de cohete no estaban listos para llevar el avión al vuelo.

El avión que habían encadenado era un Ercoupe, una avioneta pequeña monopla de ala fija baja cubierta de aluminio brillante. Pesaba solo 380 kg y, después de la guerra, se vendía en el departamento de caballeros de la tienda Macy's. El equipo aseguró los motores cohete —comenzando con dos en cada lado— directo al fuselaje del avión: para montarlos se abrió un agujero de 24.5 cm en la lámina por debajo de las alas. En la cabina estaba el teniente Homer Boushey, antiguo estudiante de Von Kármán, ahora piloto del ejército. Él tendría que encender los motores que estaban llenos de polvo explosivo.

La primera vez que hicieron el experimento el motor cohete falló. Nadie supo por qué. El segundo experimento fue mucho peor. El avión tenía sujetos cuatro motores de reacción y uno de ellos falló desde el principio. La tobera de escape giró hacia abajo en la pista de despegue y acabó golpeando el fuselaje, rasgó la lámina, dejó un agujero grande y luego cizalló una de las cámaras de combustión. Esa cámara de combustión salió disparada lejos del avión, a casi 30 m de distancia. En el cuaderno del laboratorio escribieron: “La explosión fue bastante violenta y provocó que el aditamento posterior de los ángulos de hierro se desprendiera y que se estirara la cubierta del ala que estaba inmediatamente encima de la posición de la tobera de escape, con lo que provocó que cuatro o cinco remaches se soltaran”. El grupo quedó perturbado por el accidente. Habían logrado destrozarse la publicidad del Ercoupe que lo anunciaba como “el avión más seguro del mundo”. Por lo menos nadie salió herido.

Además de las notas de Barby sobre los experimentos y de las notas similares a esas que todos los ingenieros registraban en un cuaderno color café, delgado, de laboratorio, Barby hacía largas gráficas de números. Calculaba el empuje producido por cada motor cohete y cómo correspondía con los resultados de los vuelos. Estaba buscando pistas en el desempeño del

motor cohete, es decir, datos que pudieran revelar cómo lograr que el avión volara.

Con el avión hecho pedazos, al equipo le preocupaba que Boushey, el piloto de pruebas, decidiera irse. No estaban seguros de poder encontrar a alguien más que estuviera dispuesto a volar para ellos. Por suerte, Boushey decidió darles otra oportunidad. Jack Parsons anotó: “El piloto merece crédito por su disposición para continuar haciendo pruebas de vuelo tan pronto como reparan el avión”.

Durante la siguiente semana repararon el avión y construyeron una cubierta con forma de botella para los motores cohete cilíndricos. Incluso agregaron dos cohetes más, con lo que el total ahora era de seis. Cuando el piloto regresó a la cabina, todos estaban un poco más que nerviosos. Pegaron carteles a la nariz del avión que decían: “¡CUIDADO! ¡NO TE LASTIMES!”. Los carteles servían como recordatorio de que habían estado muy cerca. Barby contenía el aliento mientras el avión se sostenía en el aire, tirando de sus cadenas. Ese vuelo, apenas algunos centímetros del piso, era la primera pista de que el cohete con que habían soñado alguna vez podría en verdad funcionar.

Cuatro días más tarde, el 12 de agosto de 1941, retiraron las cadenas. El aeródromo estaba en silencio. Barby casi no habló. Parecía que todo el duro trabajo que habían realizado culminaría en este experimento. Por fortuna, los resultados cumplieron sus altas expectativas. Los cohetes lograron reducir a la mitad la distancia que el avión necesitaba para despegar. Al salir de la cabina, Boushey tenía una sonrisa dibujada en el rostro. Era justo lo que el ejército necesitaba, y esto demostraba que el JPL podía cumplir lo que prometía. Ese día soleado de agosto, el equipo se tomó una fotografía junto al avión con sus cohetes adosados. El pequeño avión pronto cambiaría el futuro del JPL.

De pie en el aeródromo, Barby tocó el frío metal del avión con su mano tibia. Incluso en los momentos más calurosos del día, la cubierta reflejaba el calor hacia el cielo. De manera similar al rompecabezas que había dado forma al cohete, las piezas de la vida de Barby también se habían ido acomodando durante los últimos meses. Las clases de ciencia que había tomado, el riesgo que habían corrido al irse de Ohio e incluso su trabajo frustrante como mecanógrafa en Caltech, habían culminado en este logro.

Como Barby, el cohete estaba comenzando a mostrar lo que podía hacer. Ahora que le habían sujetado seis motores cohete y lo habían visto despegar, era momento de ir más allá de los límites una vez más. Aunque ya no los llamaban el Suicide Squad y sus rangos se habían elevado ligeramente, no habían dejado de correr riesgos. El siguiente paso fue sujetar 12 unidades de JATO para ver si los motores cohete solos podían impulsar un lanzamiento. Cuando el pequeño avión logró mantenerse en el aire sin la ayuda de una sola hélice, se convirtió en el primer vuelo estadounidense de un avión impulsado por motores cohete. El momento no podía haber sido mejor. Cuatro meses después sería necesaria con urgencia un avión impulsado por motores cohete.

Los Canright disfrutaban de un tranquilo domingo por la tarde el 7 de diciembre de 1941. Barby, en la cocina, guisaba y escuchaba la radio cuando el locutor interrumpió el programa con noticias de último momento. Los japoneses habían atacado Pearl Harbor. Barby se dejó caer al piso hecha un mar de lágrimas. La guerra había llegado a casa. Hawái de pronto parecía estar muy cerca de California. Barby y Richard estuvieron pegados a la radio durante el resto del día. En su hora más oscura, Barby escuchó la voz potente de la primera dama en la programación. Cuando Eleanor Roosevelt dijo: “Sabemos lo que debemos enfrentar, y sabemos que estamos listos para hacerlo”, Barby sabía que el trabajo que hacían tendría ahora una nueva importancia. De camino al laboratorio al día siguiente, podrían haber estado hablando de Pearl Harbor, pero estaban pensando en el cohete.

Pero lograr un lanzamiento de pista corta con un ligero Ercoupe era un logro relativamente menor. El ejército necesitaba hacer volar un bombardero de más de seis toneladas. En un mes, Barby había llenado más de veinte cuadernos con hileras de números escritos con gran esmero. Cada columna representaba un valor del experimento, y estaba unida a líneas de ecuaciones de una complejidad exquisita. Uno de los cálculos clave, responsabilidad de Barby, era la relación empuje-peso, una ecuación que permitía al grupo comparar el desempeño de los motores en diferentes condiciones. Repetía el cálculo un gran número de veces, deslizando los números a la ecuación con la misma facilidad con que uno desliza los pies al ponerse un par de zapatos. Todo se conjuntaba para llegar a un logro en particular.

A los motores cohete del JPL les tomó solo un año lanzar al aire el bombardero Douglas A-20A. De manera experimental, encendieron las unidades JATO en el pesado bombardero 44 veces, solo para hacer ajustes menores. El proyecto fue todo un éxito. Por segunda vez, la cara de Barby Canright brillaba con orgullo cuando se paró junto al bombardero. Ya era tiempo de sacar el trabajo del laboratorio y producir tecnología. Frank y Von Kármán fundaron una compañía, Aerojet, para hacer la manufactura de motores cohete mientras continuaban con su investigación en Arroyo Seco.

El dinero y el éxito vinieron acompañados de apoyo para este heterogéneo grupo, por lo que hicieron del cañón de California su hogar permanente. Lo único que el JPL necesitaba ahora eran más empleados. Barby se emocionó cuando Frank le dijo que contratarían a dos computadoras más, un hombre y una mujer: Freeman Kincaid y Melba Nead. Hasta entonces, Barby y la secretaria de Frank eran las únicas dos mujeres en el instituto. Barby, que no socializaba mucho con la secretaria, había sentido la falta de compañeras.

Melba, por otro lado, estaba abrumada. Invitada a su primera fiesta en casa de Jack y Helen Parsons, se veía retraída entre un grupo de personas que apenas si conocía. Tal vez percibiendo su reserva, un hombre mayor se le acercó. “Soy Von Kármán”, dijo con amabilidad y extendió su mano. Melba lo saludó, sobrecogida al conocer al director del laboratorio. La sensación de cercanía del encuentro pronto la inundó. Se mezcló con los ingenieros y sus compañeras y comenzó a sentirse cómoda.

Una de esas computadoras estaba por irse. Ascendieron al esposo de Barby a ingeniero. Era lo que Richard siempre había deseado. Aunque la experiencia de Barby era similar a la de él, ella no recibió un ascenso y tampoco lo esperaba. Ese era simplemente uno de los límites de ser mujer. Aunque amaba su trabajo, con el ascenso de Richard y el consecuente aumento de ingresos, estaba pensando en tener hijos.

Mientras consideraban lo anterior, Richard estaba iniciando algo nuevo en el laboratorio. Comenzaría a investigar el desempeño de los motores cohete bajo el agua. Como preparación, el grupo cavó un canal en la tierra, cerca de las fosas para pruebas y lo llenó de agua. Los ingenieros sumergieron sus motores en el canal y estos se llenaron de agua, la cual rebasó el nivel del combustible. Si bien el motor estaba a solo 23 cm de

profundidad, a Barby le parecía que ya estaba perdido. El equipo del JPL estaba tratando de desarrollar lo que llamaban *hydrobomb* [motor cohete submarino]. Aunque en esencia era un torpedo, ellos no lo llamaban así. Solo la Marina podía desarrollar torpedos. Richard y su equipo encendieron los motores, esperando que se descompusieran y se arruinaran. No obstante, funcionaron a la perfección bajo el agua. Richard no tardó en dejar el canal y cambiarse a un lago cercano donde los motores podían sumergirse casi dos metros. Él llevaría los datos a su esposa, entusiasmado con su análisis.

Poco tiempo después del ascenso de Richard, el JPL contrató a dos mujeres más, Virginia Prettyman y Macie Roberts, lo que aumentó a cinco el número de integrantes de la sala de cómputo: cuatro mujeres y un hombre. Al principio, las nuevas reclutas no les parecían prometedoras. Virginia y Macie, o Ginny y Bobby, como pronto serían conocidas, nunca habían oído de una computadora. Respondieron a las solicitudes de empleo sin saber en lo que se estaban metiendo. Y a pesar de la ingenuidad de las recién llegadas, las computadoras pronto se hicieron amigas. Pasaban todo el día trabajando juntas, sudando por los cálculos que hacían, observando experimentos en las fosas de prueba y conversando con los ingenieros. Y puesto que sus casas estaban prácticamente al lado una de otra en Pasadena, con frecuencia cenaban y se relajaban juntas en las tardes.

La mayoría de los empleados conducía hasta el laboratorio, y en ocasiones se juntaban varios en un auto. Freeman y Melba preferían el transporte urbano. Bajaban en la calle Ventura, una parada que parecía un cañón desolado con una carretera que lo atravesaba, y caminaban por un puente desvencijado que atravesaba el lecho seco del río para llegar a la oficina. En el lugar solo había algunas estructuras: un granero viejo, dos pequeños laboratorios, una tienda que vendía propelente líquido, dos prensas hidráulicas para dar forma al metal y el Edificio 11. El Edificio 11 era el de ingeniería y estaba justo al lado de las fosas de pruebas, que conformaban los Edificios 5 a 7 y 10, aunque no eran mucho más que chozas que cubrían las fosas que había en el suelo donde disparaban los cohetes.

El Edificio 11 era pequeño pero nuevo, con una sala de conferencias, un cuarto oscuro, y oficinas recién pintadas para los ingenieros y las computadoras. Un lado de la sala de cómputo estaba enmarcado con ventanas, que llenaban el espacio con el brillante sol de California. Cada una

de las computadoras tenía su escritorio de madera y cuando el sol pegaba en ellos, se volvían dorados.

La sala nunca estaba en silencio. Entre la enorme calculadora eléctrica que tenían, las reglas de cálculo y el runrún general de las conversaciones, los cinco computadores hacían mucho ruido. Pero nada era tan fuerte como el ruido de las fosas de pruebas. Era tan sobrecogedor que muchas veces los hacía brincar. Y fue peor cuando el equipo de pruebas decidió agregar un sonido de alerta. Para ello, uno de los mecánicos utilizó el cable de la bocina de un camión Ford. La bocina sonó “¡Aruuuuga!” y todos los empleados saltaron casi tan alto como cuando oían las explosiones directamente. Ninguno de esos ruidos era muy apreciado por los residentes, cuyas casas recién construidas estaban cerca.

Buscando un poco de silencio, Melba a veces caminaba por el vestíbulo. Conversaba de manera afable con la secretaria de Frank, Dorothy Lewis, y después entraba a la pequeña oficina de él para hablar sobre los datos. Frank, que tenía 29 años entonces, había asumido hacía poco el papel de director en funciones del JPL.

Von Kármán dejó el laboratorio en 1944 para fundar el Scientific Advisory Group [Grupo de Asesoría Científica] de la Fuerza Aérea. Su decisión de irse provocó una pelea por la dirección del JPL. Clark Millikan, profesor de aeronáutica en Caltech, anhelaba tomar las riendas del novel instituto. A pesar de los años de experiencia de Millikan, Von Kármán prefería entregar el laboratorio a su antiguo alumno que, aunque era inexperto en cierta medida, se lo había ganado por su entusiasmo por la investigación.

Debe haber sido extraño para Barby ver a Frank crecer ante sus ojos y cambiar de estudiante a profesor en un período tan corto. Por necesidad él debía ser serio ahora, por lo menos la mayor parte del tiempo. Todavía hacía bromas en el laboratorio, pero la mayoría eran de noche, cuando tenía el lugar para él solo. Fue una transición difícil pasar de ser un miembro del Suicide Squad sin preocupaciones a líder de un instituto importante de investigación. Un día, Barby y los otros computadores del JPL observaron incrédulos cómo Frank disciplinaba con severidad a uno de los ingenieros.

Mientras pasaba el tiempo entre pruebas de JATO, en Muroc, California (hoy sede de la base Edwards de la Fuerza Aérea Walter Powell jugaba con un avión de juguete. Frank fue cortante con él: “Guarda el juguete, Walt. No

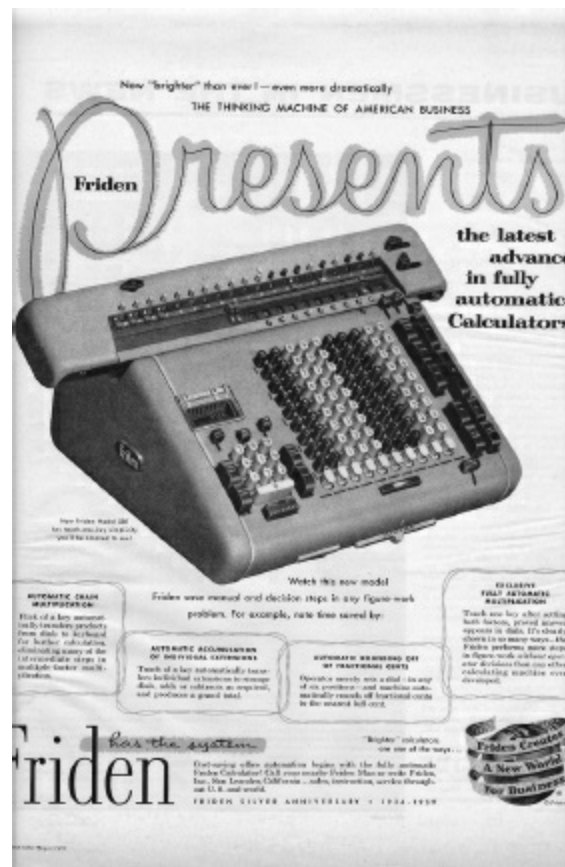
es un parque de juegos”. Walter estaba furioso. Durante los primeros años su trabajo en el cañón había sido exactamente eso, un parque de juego. Ahora las cosas estaban cambiando. Cuando Frank regresó a su oficina, Walter no podía dejar de pensar en su reprimenda. Si Frank no lo tomaba en serio, él haría que lo escuchara. Entonces tomó un hacha pequeña y se paró afuera de la oficina de Frank, sosteniéndola sobre su cabeza. Dejando salir un grito, llevó la cuchilla a la puerta cerrada. Una, dos, tres veces.

A través de la puerta destrozada de su oficina, Frank podía ver la cara de Walter, roja de coraje y comenzó a pedir ayuda a gritos. Algunos hombres llegaron corriendo. Intentaron hablar con Walter, pero él estaba temblando de rabia. Uno de los ingenieros, que sostenía unas tijeras, tuvo una idea. Se acercó a Walter y le cortó la corbata. El corredor quedó en silencio. Entonces empezó a asomarse la risa en el grupo. Pronto incluso Frank se estaba riendo. Walter no se rio, pero soltó el hacha. Estaba increíblemente avergonzado. Durante un mes, era de lo único que se hablaba en el instituto. Barby y Melba actuaban la escena final; jugando, Barby perseguía a Melba con un par de tijeras. Pasó mucho tiempo antes de que Walter volviera a llevar corbata a la oficina.

Para evitar futuros incidentes con hacha, Frank realizó todas las contrataciones en persona. Con cuidado armó un equipo dedicado conforme la institución se expandió. Después de establecer el laboratorio en el cañón desolado, quería asegurarse de que el pequeño grupo trabajaba bien en conjunto. Dadas sus largas horas de trabajo, tenían que ser más que solo compañeros de trabajo para con los demás, necesitaban parecerse a una familia.

La sala de cómputo trabajaba tan bien en conjunto como una máquina, los cuadernos recorrían los escritorios uno a uno conforme los cinco colegas pasaban el día transformando números iniciales en datos significativos. Su posesión más apreciada era una calculadora Friden. No se parecía a los aparatos elegantes a los que estamos acostumbrados hoy, que pueden llevar a cabo cientos de funciones y que caben en la palma de la mano. En cambio, la calculadora tenía el tamaño de una caja para pan y era pesada. Cuando al principio recibieron la Friden, Barby estaba emocionada por estar a cargo de una máquina que tan pocas personas sabían utilizar. Poseía la tecnología más avanzada y era mucho más rápida que una regla de cálculo, aunque solo

podía sumar, restar, multiplicar y dividir. De un color gris mate, parecía máquina de escribir, pero en lugar de letras, el teclado tenía hileras de números que se repetían, de 0 a 9. Los anuncios de la calculadora presumían que con un “golpe de tecla” la Friden podía “transferir productos de manera automática de los diales al teclado”. Los cálculos “completamente automáticos” comenzaban en cuanto se tecleaban los números en cada columna individual.



Anuncio de las calculadoras Friden.

La calculadora emitía un pequeño papel que mostraba la ecuación y su solución en la parte superior de la máquina, como la hoja de una máquina de escribir. Al ver ahora el artilugio complejo, es difícil creer que solo pudiera realizar funciones simples. Por supuesto, estas funciones simples eran apenas la punta del iceberg, ya que Barby y los otros computadores tenían que hacer todo lo demás a mano. Sus dedos se endurecieron con callos por tomar el lápiz ocho horas al día.

Barby ya no calculaba cuántos cohetes eran necesarios para elevar un bombardero al cielo. Con el proyecto terminado, el grupo volvió a intentar perforar los límites de espacio. Tenían que encontrar una manera de impulsar un cohete a una altitud más elevada de que la que alcanzaba un globo lleno de helio. Para concebir el motor perfecto, los ingenieros y los computadores tenían que resolver cuatro ecuaciones que describieran la relación entre las propiedades físicas del motor y sus tasas de variación. Conforme el grupo trabajaba en equipo, resultó claro por sus cálculos que necesitarían enfocarse en propelentes.

Melba, Macie, Virginia, Freeman y Barby eran responsables de calcular el potencial de los propelentes de cohetes. Macie, tal vez por ser veinte años mayor que sus colegas computadores, estaba obsesionada por utilizar la terminología precisa y se enojaba cuando por error alguien llamaba “combustible” al propelente de cohetes. Había llegado a la ingeniería tarde en la vida, después de haber trabajado como auditora para el IRS [Internal Revenue Service, Servicio de Ingresos Internos, el equivalente de Hacienda], así que había tomado a pecho sus clases sobre ciencia de cohetes. A su modo, estricto y correcto, recordaría al transgresor que un propelente no se compone únicamente de combustible. También contiene un oxidante, un elemento como el oxígeno, que es capaz de aceptar un electrón, y por consiguiente pone en marcha una reacción poderosa de oxidación-reducción, llamada *reacción redox*. Estas reacciones, en las que se transfiere electrones, crean energía, sea que ocurran en un motor cohete o en una célula del cuerpo humano.

Los combustibles no pueden quemarse sin un oxidante como el oxígeno. La poderosa atracción sobre los electrones, aquellas partículas diminutas con carga negativa, es necesaria para que el combustible se quemara. Esto es importante porque si en algún momento, más adelante, los cohetes fueran a viajar al espacio, donde no hay oxígeno, tendrían que llevar su propio oxidante.

Virginia y Barby se sentaron afuera un día para comer su almuerzo. Virginia halagaba a Barby por su nuevo peinado: “Los flecos cortos son tan lindos, te pareces a Betty Davis”. Barby le agradeció mientras pasaba un dedo por su nuevo fleco a la moda y se acomodaba con cuidado los rizos en la nuca. Ese día se sentía atractiva en especial: llevaba un vestido camisero

blanco ajustado en la cintura, con zapatos blancos de tacón. Les iban a tomar una fotografía a todos los que trabajaban en el laboratorio y ella quería verse lo mejor posible. El blanco era una especie de desafío, su postura ante el polvo que volaba en el cañón.

Al hablar de estilos de peinado, Barby dirigió la conversación otra vez a los propelentes de los que hablaban en la sala de cómputo.

—Escuché que Jack tiene una idea para uno nuevo —dijo, recordando su conversación con Richard la noche anterior. —No vas a creer de qué está hecho: de asfalto.

Virginia sacudió la cabeza.

—Eso suena a Jack —dijo.

Sí sonaba extraño utilizar el asfalto pesado con el que se pavimentaba las calles, pero es que nadie sabía qué haría volar mejor los cohetes, así que todo era válido. En el JPL, el equipo probaba un amplio rango de opciones sólidas, líquidas y gaseosas. Llenaban de combustible y oxidantes los motores de cohete que se alojaban en las fosas de prueba en un terreno árido. Estaban al lado de un puñado de edificios permanentes y la hilera de chozas de cartón asfaltado que conformaban el laboratorio. Y entonces los encendían.

Con sensores en los motores, medían cuán rápido salía el gas de escape del motor cohete y cómo cambiaba la masa del propelente durante el lapso de la prueba. Había técnicos que tomaban fotografías de los sensores después de cada prueba y llevaban la película al cuarto oscuro del Edificio 11. En el cuarto oscuro, Barby, Melba, Macie, Virginia y Freeman daban vueltas sobre las fotos de los sensores en la luz tenue y anotaban con cuidado los datos en papel cuadriculado azul. Después llevaban sus cuadernos a la sala de cómputo y comenzaban a trabajar.

Al medir con cuánta rapidez salía el escape del motor cohete, los computadores podían analizar cuánta fuerza se había generado en cada experimento. De los datos sin procesar, calculaban a mano el empuje (la fuerza que impulsaba el cohete hacia adelante), el índice de combustión y la velocidad (la velocidad y la dirección combinadas). Después de anotar estos valores en sus cuadernos color café, los capturaban en la calculadora Frieden y los verificaban tres veces con una regla de cálculo. Melba prefería la naturaleza simple y franca de la regla de cálculo. Parecía como una regla, pero al colocar el puntero en un número y deslizar la sección central de la

regla a la posición correcta, podían utilizarla para realizar multiplicaciones, divisiones, raíces cuadradas e incluso cálculos de trigonometría. A Melba le costó años sentirse tan cómoda con la Frieden como lo estaba con su regla de cálculo.

El cálculo en el que estaban más interesados los ingenieros y los computadores era el impulso específico, el cambio de fuerza que se acumula conforme el cohete utiliza combustible. El impulso específico indica aproximadamente la cantidad de movimiento que se acumula conforme el propelente es expulsado por la parte trasera del cohete. Mientras más rápida sea la expulsión del propelente, con mayor velocidad viajará el cohete. Tener un impulso específico alto significa que se necesita menos combustible para ir más lejos. Este cálculo es la manera más simple de comparar la efectividad de los diferentes propelentes. Los computadores necesitaron cuatro ecuaciones diferentes para llegar a la ecuación de impulso específico. Primero debían calcular el empuje y la velocidad. Después insertarían estos números en una fórmula que calcularía el empuje por unidad de flujo másico para cada propelente.

Estos cálculos no podían hacerse con rapidez, ya que los hacían a mano. Tomaba solo segundos disparar un motor cohete, pero analizar ese experimento podía tomarles una semana o más a los calculadores humanos. Los cuadernos se acumulaban a gran velocidad, muchas veces de seis a ocho por cada experimento. A Barby le gustaba apilarlos en su escritorio, y construir con ellos una pared de papel. Conforme los cuadernos se apilaban, también crecía su sensación de logro. Entonces, al final del experimento, después de terminado el reporte final, quitaba los cuadernos de su escritorio.

Una mañana templada de otoño, Barby y Macie estaban ansiosas por comenzar a analizar los primeros experimentos con asfalto como base del combustible para cohetes. Los computadores llevaban meses hablando de eso en voz baja. Solo una parte del rumor trataba sobre el combustible mismo. Ninguno había probado asfalto antes, era cierto, pero el ingeniero que lo concibió también constituía una curiosidad.

Barby había sido amiga de Jack y su esposa, Helen, desde los primeros días del Escuadrón suicida. Jack era brillante pero también excéntrico. No fue sino hasta que conoció a Frank que su genio comenzó a brillar. Siempre salía con soluciones poco convencionales para sus retos ingenieriles.

Sus diseños de ingeniería no eran lo único que era peculiar de él. Jack y Helen eran muchas veces objeto de chismes en el trabajo. Jack hablaba de historias de ciencia ficción como si fueran reales, y se había separado de Helen después de unirse a una secta extraña. Aunque Jack era de lejos el empleado más peculiar del JPL, todos estaban agradecidos por tener su genio aerodinámico.

El nuevo propelente con el que Barby y Macie estaban emocionadas era una mezcla única de asfalto líquido con un oxidante de perclorato de potasio. Los computadores todavía tenían que resolver qué proporción de combustible y de oxidante eran necesarias para funcionar en un cohete. La mejor mezcla, calcularon, era 70% de asfalto Texaco Número 18 combinado con 30% de aceite lubricante Union Oil. Los técnicos licuaron la combinación de asfalto y aceite calentándola a 135 °C y después agregaron perclorato de potasio en polvo. Mezclaron el propelente y lo dejaron enfriar: se convirtió en un bloque circular sólido, un pastel explosivo ultrapotente. Lo llamaron el *pastel explosivo de Jack*.

Los técnicos e ingenieros empacaron el pastel de pólvora negra y lo ajustaron en la cámara de combustión de un motor que había al fondo de una de las fosas de pruebas. El motor parecía un periódico sucio, enrollado. Tenía en un extremo una boquilla de arcilla que conectaba el propelente con el detonador. En el otro extremo del motor estaba la carga, que despedía un rastro de humo para que pudieran seguir el gas de escape mientras el motor volaba a lo largo de la fosa de pruebas. El motor, anclado en la fosa de pruebas, estaba bajo presión intensa y cuando encendió, el piso tembló. Segundos después, el escape llegó a la ladera y de la fosa surgieron y después se elevaron unas nubes blancas gigantescas, hechas de cloruro de potasio, un derivado del propelente.

Los computadores recolectaron los datos de los sensores del motor y comenzaron a calcular. Su meta era elevada: trataban de encontrar un propelente que pudiera producir un empuje de 453 kg en el curso de 10 a 30 segundos. Ningún cohete de pólvora había logrado tal proeza. En el JPL no estaban seguros si eso era siquiera posible. La mayoría de las pruebas con propelente de pólvora negra terminaban en explosiones. Los sellos del motor fallaban o las cargas se agrietaban y todo estallaba en llamas. Pero el pastel de Jack era diferente.

Los computadores descubrieron que el propelente poco común de Jack tenía un impulso específico de 186 y una velocidad de escape de los gases de 1 798 metros por segundo. Produjo 90.7 formidables kilogramos de empuje. Era exactamente la clase de combustible que necesitaban los militares, porque era poderoso y utilizaba ingredientes comunes (y baratos) que podían almacenarse en un amplio rango de temperaturas. Casi de inmediato Barby vio que su trabajo iba encontrando su camino hacia los cohetes propiedad de la Marina de Estados Unidos.

El trabajo era secreto, los reportes, clasificados. Todavía era tiempo de guerra y la investigación sobre cohetes se concentraba en la utilidad militar, y no en exploración científica. Para algunos, la guerra se sentía como una interrupción. En palabras de Ed Forman, miembro del Suicide Squad: “Nuestros sueños de diseñar cohetes para la investigación científica a grandes alturas y para el vuelo en el espacio tuvieron que posponerse durante varios años”. Por otro lado, sin el esfuerzo de la guerra, el JPL podría no haber existido. Iniciado con poco dinero, sobrevivió solo gracias al financiamiento militar.

Por lo que a Barby respecta, ella estaba orgullosa de ser parte del esfuerzo bélico. Frank compartía sus sentimientos con ella, y escribía a su madre: “Algunos de los dispositivos que ayudamos a desarrollar salvaron muchas vidas en el Pacífico hace poco”. La ubicación de California — incómodamente cerca de Pearl Harbor— despertaba miedo en sus residentes. Los diarios mencionaban la probabilidad de que Japón lanzara un ataque sobre California, y los inmigrantes japoneses eran atrapados en redadas y enviados a campos de internamiento. Era claro que la fuerza militar era necesaria. En esta atmósfera, las computadoras humanas en el JPL perdieron a su único miembro varón, Freeman Kincaid, que se enroló en la marina mercante, que durante tiempos de guerra auxiliaba la Marina. Su salida y el pequeño número de candidatos varones que podrían reemplazarlo hicieron que el equipo fuera netamente femenino.

Trabajaran para el ejército o lo hicieran para ellos mismos, el JPL proseguía sin descanso con los cohetes —todavía era objeto de chistes en el mundo exterior—, y el equipo estaba listo para ir más allá de los motores cohete acoplables que se utilizaban para lograr que los bombarderos levantaran el vuelo. El grupo quería diseñar misiles, pero todavía tenían el

problema de los propelentes. Podían haber creado un propelente sólido militar excepcional, pero no se sabía si los propelentes líquidos brindarían mayor empuje. El grupo se dividió en dos: la sección de propelente sólido y la de propelente líquido. Las computadoras cruzaban fronteras, trabajando con los ingenieros de ambas secciones. En las reuniones semanales del laboratorio, todos se reunían para aplicar su pericia y compartir sus resultados.

En plena búsqueda para encontrar nuevas armas, necesitarían muchas más computadoras. Conforme el laboratorio se expandía, Frank decidió ascender a Macie a supervisora del grupo. Él no tomaba los ascensos a la ligera; también confiaba en que Macie entrevistaría y contrataría a las nuevas computadoras, además de asumir las responsabilidades de gerente. A Macie el puesto le quedaba como anillo al dedo. Era la mamá gallina y estaba interesada en construir no solo un equipo sino una familia. Gracias a ella, la sección de computación del JPL estaría compuesta enteramente por mujeres.

Al subir Macie de rango, Barby vio que su futuro en el instituto era incierto. Estaba embarazada. Le costaba cada vez más trabajo ocultar su vientre prominente en el trabajo y sabía que pronto tendría que renunciar. No existía nada parecido a la incapacidad por maternidad. Y estaba encantada de tener un bebé pero triste por despedirse del grupo del que había sido parte desde su nacimiento.

Las computadoras estaban de pie entre la multitud en el Desfile de las Rosas un día claro de Año Nuevo de 1943. En 1942 el desfile se había cambiado, por única vez en su historia, a Carolina del Norte en un esfuerzo para protegerlo de posibles ataques en la Costa Oeste. Ahora el desfile estaba de regreso en Pasadena, adonde pertenecía. Mientras las niñas con vestidos de crinolina de colores pastel saludaban lentamente desde sus carrozas, Macie reconoció a una de las princesas: una estudiante de matemáticas del Pasadena Junior College. La muchacha no había planeado estar en el desfile, pero las pruebas para el Tournament of Roses Royal Court [Concurso para la Reina del Desfile de las Rosas] eran obligatorias para toda muchacha mayor de 17 años que estuviera inscrita en clases de educación física para mujeres, la cual era requisito. Incluso si no tenían interés en participar, cada una debía subir por un camino de escaleras y cruzar un escenario mientras un comité de jueces valoraba su figura, su belleza y su gracia. Macie sonrió al ver a esta

chica, dotada en matemáticas, viajando en una carroza. Se preguntó qué oportunidades le esperaban.

Con Macie para dirigirlas, un grupo de mujeres jóvenes estaba a punto de dejar la vida que se esperaba que tuvieran. Cada una pasaría de ser una rareza en la escuela, una de solo un puñado de niñas que florecieron en clases de cálculo y química, a unirse a un grupo único de mujeres en el JPL. Las profesiones que estaban a punto de iniciar no serían como ninguna otra.

* * *

La investigación para este libro consistió ante todo en entrevistas de primera persona que realicé entre 2011 y 2015. Cuando fue posible, los eventos reportados en las entrevistas han sido confirmados con material de archivo. Las entrevistas tuvieron lugar con las mujeres que trabajaron como computadoras en el JPL, sus familias, los ingenieros del JPL con quienes trabajaron de cerca, otros investigadores en el laboratorio y personal que trabaja en la actualidad en el JPL. Al escribir acerca de mujeres y hombres que han fallecido, me apoyé en los recuerdos de los amigos y familia y utilicé documentos como cartas y páginas de diarios para recrear escenas. Muchas entrevistas, aunque no fueron utilizadas directamente en el libro final, han sido fundamentales para informarme del panorama general de la vida y el trabajo en el JPL.

Los entrevistados incluyen a: Virginia Anderson, Virginia Pretyman Bertrando, Roger Bourke, Margaret Brunn, Marie Crowley, Janet Davis, Georgia Dvornychenko, Susan Finley, Barbara Gaffney, Roberta Headley, Joan y Frank Jordan, Nancy Key, Charles Kohlhase, Cristyne Lawson, Linda Lee, Eve Ling, Helen Ling, Bill McLaughlin, Sylvia Miller, Marcia Neugebauer, Caroline Norman, Barbara Paulson, Phil Roberts, Lydia Shen, Donna Shirley, Janine Bordeaux Smith, Patricia Canright Smith, Kathryn Thuleen y Victoria Wang.

Además, muchas entrevistas proporcionaron materiales históricos, incluyendo reportes de misión, correspondencia, fotografías y extractos de revistas.

Se utilizaron las siguientes colecciones en los archivos del JPL: Analog-Computing Facility en el JPL; Director's Projects Review: Agendas; Earth-

Mars Trajectory Calculation; Flight Command and Data Management Collection; Historical Biography Collection; History Collection; Hsue-Shen Tsien: artículos, fotografías, 1939-1970; JPL Annual Reports; JPL Bulletins: 1944-1958; JPL Computational Mathematics Collection; JPL Computer Group Memoranda Collection; JPL Personnel Lists; Mariner Mars Aperture Collection; Mars Pathfinder Assembly; Navigations Systems Records; Operations History of the JPL Electronic Differential Analyzer for 1952; photo albums, newsletters (*GALCIT-EAR, Lab-Oratory, Universe*); Records of the Flight Office; Robert Droz Collection; SEASAT artwork; Solid Propellant Engineering Section Records; Spacecraft Configuration Testing Collection; Test and Launch Operations Collection; transcripción de la entrevista con Charles Kohlhase, 2002, transcripción de la entrevista con Charles Terhune, 1990; transcripción de la entrevista con Gerald Levy, 1992; transcripción de la conferencia de prensa del JPL en relación con el reciente lanzamiento del Sputnik I; Viking Lander Camera Test Collection; Viking Project Records; Voyager Computer Command Subsystem Document Collection; Walter Powell Collection.

El diálogo se reporta ya sea directamente de las entrevistas de la autora o es recreado, basado en entrevistas y material de archivo, en particular de minutas de reuniones, cuadernos de notas del laboratorio, cartas e historias orales.

Día del lanzamiento

Las anécdotas personales provienen de entrevistas de la autora. Los detalles del lanzamiento del Explorer 1 pueden encontrarse en Matthew A. Bille y Erika Lishock, *The First Space Race: Launching the World's First Satellites*, College Station: Texas A&M University Press, 2004.

Notas

Todas las anécdotas personales obtenidas de los datos de censos, correspondencia personal, historias orales, entrevistas de la autora con los

empleados del JPL, y material de archivo, incluyendo fotografías, minutas de reuniones y boletines.

La información sobre el Suicide Squad y la historia temprana del JPL puede encontrarse en Frank Malina, “The Rocket Pioneers: Memoirs of the Infant Days of Rocketry at Caltech”, *Engineering and Science* 31(5) (1968); Malina, “Memoir on the GALCIT Rocket Research Project, 1936-1938”, *Smithsonian Annals of Flight* 10 (1974); Malina, “The Jet Propulsion Laboratory: Its Origin and First Decade of Work”, *Spaceflight* 6(5) y 6(6) (1964); entrevista de historia oral de Malina por Mary Terrall, 14 de diciembre de 1978, Caltech Archives; Chris Gainor, *To a Distant Day: The Rocket Pioneers*, Lincoln, University of Nebraska Press, 2008; y Erik M. Conway, “From Rockets to Spacecraft: Making JPL a Place for Planetary Science”, *Engineering and Science* 70(4), 2007.

El número de establecimientos industriales en Pasadena era en total solo de 159 en 1929 y decreció más aún, hasta 83 en 1933, según los reportes de la página web de la ciudad de Pasadena (<http://ww2.cityofpasadena.net/history/1930-1950.asp>, visitada en diciembre de 2014).

Una historia de las mujeres en la computación, incluyendo a las mujeres que trabajaron en las primeras épocas de la astronomía y aquellas que fueron contratadas como parte de la WPA (Works Progress Administration), pueden encontrarse en David Alan Grier, *When Computers Were Human*, Princeton, NJ, Princeton University Press, 2007, y Grier, “The Math Tables Project of the Works Project Administration: The Reluctant Start of the Computing Era”, *IEEE Annals of the History of Computing* 20(3), 1998: 33-50.

Se cita a Fritz Zwicky diciendo: “Eres un maldito loco”, y demás, en una entrevista de historia oral de Malina por Mary Terrall, 14 de diciembre de 1978, Caltech Archives. Es importante notar que pronto después, Zwicky apoyó a Malina en su trabajo, y eventualmente se convirtió en consultor del JPL.

Vannebar Bush, del MIT, se cita diciendo: “No entiendo cómo un científico serio o ingeniero puede jugar con cohetes” en G. Pascal Zachary, *Endless Frontier: Vannevar Bush, Engineer of the American Century*, NY, Free Press, 1997.

Más detalles acerca del desarrollo de los motores cohete puede

encontrarse en Sterling Michael Pavelec, *The Jet Race and the Second World War*, Westport, CT, Praeger, 2007.

Información sobre Malina de la Frank Malina Collection, JPL Archives. Sus archivos del FBI y correspondencia personal están disponibles en la Biblioteca del Congreso.

Jerome Hunsaker es citado diciendo: “Von Kármán puede hacer el trabajo de Buck Rogers” en Malina, “Origins and First Decade of the Jet Propulsion Laboratory”, en Eugene M. Emme, ed., *The History of Rocket Technology: Essays on Research, Technology, and Utility*, Detroit, Wayne State University Press, 1964.

Una exposición sobre la tecnología JATO puede encontrarse en J.D. Hunley, *Preludes to U.S. Space-Launch Vehicle Technology: Goddard Rockets to Minuteman III*, Gainesville, University Press of Florida, 2008.

Se pueden encontrar los detalles del calendario de vuelo del Ercoupe y sus resultados en Malina: “Results of Flight Tests of the Ercoupe Airplane with Auxiliary Jet Propulsion Supplied by Solid Propellant Jet Units: Report”, 1941, JPL Archives History Collection. Los documentos de esta colección incluyen cuadernos originales que mencionan las contribuciones de Barbara Canright así como la cita de Jack Parsons: “El piloto merece crédito por su disposición a continuar las pruebas de vuelo tan pronto como el avión fue reparado”.

Se puede encontrar una descripción de los aviones Ercoupe que se vendían en la tienda departamental Macy’s en Paul Glenshaw, “Buy Your Plane at Penney’s”, *Air & Space Smithsonian*, noviembre de 2013.

Eleanor Roosevelt dijo: “Sabemos lo que debemos enfrentar, y sabemos que estamos listos para enfrentarlo” como parte de su transmisión semanal de radio el 7 de diciembre de 1941.

Una descripción de los experimentos del bombardero Douglas A-20A se encuentra en J. D. Hunley, *The Development of Propulsion Technology for U.S. Space-Launch Vehicles, 1926-1991*, College Station, Texas, A&M University Press, 2013.

Más detalles de Melba Nead, Freeman Kinkaid, Macie Roberts y Virginia Prettyman en “Reminiscences of California Institute of Technology Guggenheim Aeronautical Laboratory, GALCIT No. 1, later JPL”,

memorándum de Nead to Kyky Chapman, JPL Archives History Collection.

El ataque de Walt Powell hacia Malina con un hacha pequeña está descrito en los comentarios de Powell a las memorias de Malina, Walter Powell Collection, JPL Archives. Las memorias de Malina también incluyen una descripción de cómo Von Kármán eligió un sucesor para el JPL y el papel de Clark Millikan.

Una biografía de Jack Parsons, que relata cómo a Parsons se le ocurrió la idea de un propelente con base de asfalto al observar un equipo de construcción mezclar asfalto líquido, puede encontrarse en John Carter, *Sex and Rockets: The Occult World of Jack Parsons*, Port Townsend, WA, Feral House, 2005.

Hay una descripción técnica del propelente basado en asfalto de Jack Parsons, también conocido como GALCIT 61-C, incluidos los cálculos utilizados para probarlo, en “The Preparation and Some Properties of an Asphalt Base Solid Propellant GALCIT 61-C”, GALCIT Report núm. 22, JPL Archives History Collection.

El ascenso de Macie como “cabeza activa del grupo de cómputo” fue anunciado en un memorándum dirigido al laboratorio el 3 de septiembre de 1946.

Se puede encontrar una descripción del Desfile de las Rosas en la década de 1940 y de las pruebas obligatorias requeridas por las clases de educación física para mujeres del Pasadena Junior College en Kim Kowsky, “Parade Passed Her By: In 1942, a Rose Princess Could Only Wave Goodbye to Her Dreams”, *Los Angeles Times*, 27 de diciembre de 1992.

En dirección oeste

Helen Yee Ling Chow escuchó el zumbido de los aviones arriba y el ruido sordo de las bombas que caían. Los sonidos la atravesaban hasta los huesos. Podía sentir el pulso del corazón de su hermano a través de su cuerpo, abrazado estrechamente a ella. Los brazos de cada uno envolvían al otro. Las lágrimas rodaban por las mejillas de Helen y caían en un pequeño charquito en el cuello de su hermano. Aterrorizados de producir algún ruido, sentían un miedo que se intensificaba con el silencio impuesto. En su escondite oscuro, lo único que los niños podían oír era la guerra que los asediaba por todas partes. Hong Kong se estaba desplomando.

A casi 9 500 km de distancia, las bombas cayeron en Pearl Harbor. El mismo día ominoso de diciembre de 1941, Japón atacó tanto a Estados Unidos como al Hong Kong británico. Así como las bases militares que cubrían Pearl Harbor no se encontraban preparadas para el ataque violento y repentino, Hong Kong estaba, por desgracia, mal equipado. Las defensas militares de la colonia, una combinación de fuerzas inglesas, canadienses, hindúes y chinas fueron superadas en número, cuatro a uno.

Un año atrás, antes de que la guerra lo cambiara todo, Helen y Edwin se habían sostenido de las manos de mala gana. Su madre les había pedido que se quedaran quietos para tomar una foto familiar. De pie, bajo el sol de Manila, Filipinas, lejos de la violencia de China, Helen tomó la mano de su hermano solo unos segundos antes de soltar su palma sudada con repulsión. Y no podían convencerla de posar otra vez. En cambio, ella, Edwin y sus dos hermanas corrían en círculos, jugueteando con sus padres y resistiendo cualquier amenaza o intento de soborno que ofrecía su madre. Tocar a los otros, aunque fuera por un momento, era repugnante. Pero ahora, apretados

en un clóset oscuro de su casa, no podían estar suficientemente cerca. Además de cualquier otro miedo paralizante, Helen se dio cuenta de que no sabía dónde estaba su mamá.

Mientras Estados Unidos fue forzado a entrar en la guerra en un ataque devastador, China había estado peleando desde que Japón la invadió en 1937. En un mundo que descendía al caos de la guerra, la madre de Helen se había mantenido como una constante familiar. Para la década de 1940, los japoneses controlaban la periferia de China y los estaban cercando. La familia se mudaba una y otra vez, dentro de China y más allá, intentando escapar de una carnicería que iba en aumento. El padre de Helen, general en la Fuerza Aérea Roja de Mao Tse-tung, calculaba la reubicación de la familia con ayuda de la inteligencia militar, pero ni esas advertencias lograban mantenerlos a salvo de la creciente destrucción. Cuando mudó a la familia a Hong Kong, sus nervios se tranquilizaron. La ciudad era un cielo a salvo, bajo la protección del imperio británico. El imperio nunca había entregado una colonia; era seguro que nunca se sometería a Japón.

Estas esperanzas se hicieron añicos cuando las bombas llovieron sobre la Perla de Oriente. La madre de Helen estaba en casa de una vecina. Atrapada adentro, se sentía incapaz de proteger a sus niños. Cuando los tronidos se calmaron, corrió a casa, gritando sus nombres. Encontró a Edwin y a Helen abrazados en el clóset, en tanto que las otras dos hijas salieron de sus escondites cercanos y la abrazaron con fuerza. Helen susurró con voz quebrada: “Pensamos que te habías ido”.

La familia se fue de Hong Kong justo antes de la Navidad Negra. El 25 de diciembre, los británicos entregaron Hong Kong a Japón y los habitantes fueron víctimas de violaciones y asesinatos. El padre de Helen guió a su familia de regreso a la China continental, donde buscaron seguridad en el campo.

Pocas madres podrían mirar más allá de la supervivencia en un tiempo tan desgarrador. Pero la madre de Helen era diferente. Valoraba en gran medida la educación. Parecía que estaban perdiendo todo en la guerra: su casa, su seguridad. No quería sacrificar también la educación de sus hijos. Adonde fuera que se mudaran, hacía que las escuelas privadas fueran una parte necesaria de su plan. Perseguía a sus hijas y a su hijo con sus tareas y comenzó a hablarle a Helen seriamente sobre la universidad. Era evidente

desde una edad temprana que tenía un talento especial para las matemáticas. Helen creció valorando a educación por encima de todo.

A los 16 años, Helen podía ver que su país se desmoronaba bajo sus pies. Era 1944. Tarde, una noche, escuchó a su padre diciéndole a su madre que la invasión era cada vez peor. Los japoneses estaban preparando un ataque en grande. Esta vez no había lugar adonde pudieran ir para estar seguros. Escuchó a su padre hablar de los estadounidenses. Financiaban en secreto la guerra en China, canalizando decenas de millones de dólares al ejército de Chiang Kai-shek. Al mismo tiempo, el presidente Roosevelt aprobó que un grupo de voluntarios compuesto por cien civiles volara en aviones de combate en China. Estos hombres, conocidos como Flying Tigers [Tigres Voladores], fueron los primeros estadounidenses en pelear junto con los chinos. Portaban una mezcla de insignias chinas y estadounidenses cuando peleaban en el Pacífico, las narices de sus aviones pintadas con las caras audaces de tiburones, con los dientes relucientes.

Helen estaba despierta en su cama esa noche, rumiando las palabras de su padre, pero no estaba pensando en la supervivencia. Esperaba no tener que dejar la escuela. Adoraba a sus maestros y soñaba muy a menudo con la universidad; se preguntaba qué sería dejar a su familia, dejar China. Le encantaba sentarse con su madre y dar vuelo a estas fantasías, con la guerra en segundo plano, aunque fuera por un breve lapso.

En estos sueños se imaginaba a Estados Unidos: edificios de ladrillo que salpicaban los campus de las universidades como los había visto en las fotos que sus maestros le habían enseñado; salones de clase llenos de estudiantes felices, lejos de los terrores de la invasión y la muerte. Cuando soñaba despierta no estaba segura de qué estudiaría en esos salones impecables ni para qué carrera se estaría preparando. Solo estaba segura de que quería estar en cualquier otro lugar menos donde estaba.

Sus sueños crecieron cuando la guerra terminó con la victoria para los Aliados. Edwin se abrió camino hacia Estados Unidos para ir a la universidad, pero para Helen no sería igual. Ella se quedó en China y se inscribió en el Canton College. Durante dos años trabajó arduamente en la escuela. Sin embargo, como todos los adolescentes, no tenía la atención concentrada solo en su trabajo escolar.

Conoció a un chico. La guerra había arruinado la educación de Arthur

Ling. Había terminado cuatro años de estudios antes de la Segunda Guerra Mundial. Pero le habían dicho que tenía que comenzar de nuevo, ya que los registros se habían perdido. A Arthur todo el mundo lo quería y era el presidente de la asociación de estudiantes del Canton College, donde se conocieron. A pesar del retraso para obtener su grado académico, parecía tener todo a su favor. Sin embargo, la pérdida de tantos años de educación lo dejó a la deriva. No estaba seguro de lo que quería hacer con su vida. Mientras que Helen estaba embelesada con este hombre joven que apenas conocía, Arthur no establecía compromisos, ni con el trabajo académico ni con sus admiradoras.

El enamoramiento de ella por él, que surgía al despertar de sus años turbulentos de adolescente, no fue suficiente para mantenerla en China. En 1946, sus calificaciones perfectas —obtenidas frente a dificultades que sus compañeros de clase estadounidenses no podrían ni imaginar— le aseguraron una beca completa en Notre Dame University.

Helen se mudó a Indiana con mucho miedo pero con el entusiasmo que tiene la mayoría de los chicos de 18 años. Aunque algunas veces pensaba en Arthur, sentía muy lejano su hogar. Su dominio del inglés, del que siempre se había sentido orgullosa, no parecía tan bueno en presencia de tantos hablantes nativos. Incluso aunque esta oportunidad era lo que ella había deseado con desesperación, de noche lloraba porque extrañaba a su madre.

Su educación estadounidense no resolvió la pregunta de qué quería hacer con su vida. Se especializó en arte y esperaba diseñar los escaparates de las grandes tiendas departamentales. Le encantaba mirarlos: cada uno era la fotografía de una vida hermosa, prístina, deseable en un instante pero imposible conseguir. Aunque uno comprara todo lo que contenían, nunca podría recrear el paisaje que prometían.

Helen tomó cursos optativas de matemáticas, una materia que le parecía tan poco práctica como un escaparate de la tienda Bloomingdale's. No podía pensar en una sola profesión que fuera posible para una mujer con un título como ese. Sin embargo, este conocimiento no le impedía devorar el currículum de matemáticas en Notre Dame. A pesar de ser la única mujer en una clase de hombres, no se sentía intimidada. Pero se sentía invisible.

Barbara Lewis sabía qué era sentirse invisible, pero no lo aparentaba. No solo

compartía el nombre con la primera computadora femenina del JPL, Barby Canright, sino también su estado de origen: Ohio. En preparatoria era vivaz y admirada por sus compañeros. Solo se tranquilizaba en sus clases de matemáticas. Como Helen, era la única muchacha de su salón. Antes de la clase, los chicos se reunían alrededor de sus pupitres en grupos pequeños y discutían sus tareas y hablaban de las muchachas que les gustaban. Su desenvolvimiento en las demás clases era muy diferente del de esta: aquí, Barbara casi no levantaba la mano para hacer preguntas, y en cambio, se esforzaba sola para resolver las tareas. Pero no se sentía desalentada. Le gustaban sus maestros y tomó todas las clases de matemáticas que ofrecía su escuela en Columbus, Ohio: desde trigonometría hasta geometría y cálculo.

Aunque estaba rodeada de muchachos en la clase, no había muchos más hombres en su vida. El padre de Barbara había fallecido cuando ella tenía solo 14 años y había trabajado jornadas largas todos los días menos los domingos, con lo que obtenía 45 dólares a la semana. Como era contador para una compañía de productos agrícolas, estaba acostumbrado a tener los números en la cabeza incluso cuando hacía entregas de frutas y verduras en los mercados locales. Sentada en su camioneta, Barbara lo miraba con asombro cuando él calculaba números a gran velocidad y arrancaba páginas de su libreta blanca de notas, una por cada comerciante.

Cuando falleció de un infarto, dejó a su esposa, tres hijas y un hijo con el corazón destrozado y sin ingresos. La madre de Barbara no parecía tener mucho que ofrecer a la fuerza de trabajo. Era de un pequeño pueblo minero en Pensilvania y había estudiado únicamente hasta segundo de secundaria. Pero lo que le faltaba de educación formal lo tenía en determinación y habilidad. Consiguió un trabajo como secretaria para el IRS Internal Revenue Service [Servicio de Impuestos Internos] y ahorró suficiente dinero para comprar una nueva casa de dos pisos con seis cuartos. Siempre había dado importancia a disciplinar a sus hijos, pero ahora, como madre sola, era todavía más estricta. Al salir de la escuela, sus hijos tenían que regresar directo a casa y comenzar a hacer su tarea. Sentía un profundo dolor por su falta de estudios y esto la impulsaba a alentar a sus hijos, en especial a las mujeres, a estudiar en la universidad. La hermana mayor de Barbara fue la primera de la familia en hacerlo, al irse a la Universidad Estatal de Ohio.

Para cuando Barbara terminó la preparatoria, sus hermanas mayores ya lo

habían hecho y se habían ido a California. Barbara estaba desesperada por unírseles allá. California parecía un lugar mágico, lleno de estrellas de cine, un clima cálido y universidades exclusivas a las que soñaba con ir. Se veía a sí misma en la University of California en Los Ángeles (UCLA) o la University of Southern California, rodeada de palmeras y cerca del burbujeante Océano Pacífico. Muchos de sus compañeros de clase tenían sueños similares de ir a California, aunque sus fantasías se centraban en ser descubiertas para ser estrellas de cine como la seductora Lauren Bacall, a quien veían los sábados en el cine. Los sueños de Barbara, distintos de los de sus amigas, no estaban tejidos con pompa y glamur.

Barbara era una chica bonita con cabello grueso color café y ojos color café claro. Tenía 19 años y se había desarrollado tarde. Con sus amigas se sentía en confianza y estaba relajada, pero los hombres la ponían nerviosa y con ellos era callada y aburrída. En sus sueños californianos, los hombres eran algo borroso en el fondo del paisaje.

Como sus hijas mayores le rogaron que se fuera con ellas y como su hija menor estaba desesperada por irse, la madre de Barbara cedió, empacó todo lo de su casa de Ohio y condujo hacia el oeste. Barbara, su hermanito y su madre rentaron una pequeña cabaña en Altadena, un pueblo ubicado a 22 km al noreste de Los Ángeles.

La vida en California no era como Barbara había imaginado. Su madre regresaba a casa exhausta de batallar con el tráfico. Las escuelas que había soñado parecían tan inalcanzables en Altadena como lo parecían en Ohio, por lo menos para una muchacha sin automóvil propio. Entonces se inscribió en la escuela preparatoria local y se sumergió en clases de matemáticas.

Sus hermanas vivían en Pasadena, el pueblo de al lado. Ambas eran secretarías, un trabajo que secretamente Barbara veía mal para ella. No llenaba las expectativas que tenía para su vida. El problema era que no veía demasiadas oportunidades. Cuando hablaba con algún maestro sobre las opciones que tenía en cuanto a profesión, las posibilidades eran simples: secretaria, maestra, enfermera. No parecía haber ciencia en su futuro.

Así como lamentaba sus perspectivas, su hermana mayor, Betty, se compadecía de ella. Y entonces tuvo una idea. Ella trabajaba en el JPL y aunque su puesto no la ponía en contacto directo con las computadoras, había notado que hacían cálculos en su sala de cómputo. Mirando a hurtadillas

hacia dentro de esta, había visto a una mujer tecleando con fuerza en una máquina rara. Decidió mencionárselo a su hermana.

-Hay una chica —comenzó Betty. —A ella le gusta su trabajo y hay una cosa grande en su escritorio que se ve más o menos interesante.

Barbara la miró con curiosidad.

—¿Qué es?

—Bueno, no sé. Nunca había visto una cosa como esa. Pero creo que ella es bastante buena en matemáticas.

Esto era todo lo que Barbara necesitaba oír. El día siguiente fue con Betty a su oficina. Dejaron atrás las calles pavimentadas de Pasadena y tomaron los caminos de terracería para llegar al JPL. Los edificios estaban ubicados en lo más profundo del cañón. Parecía como si estuvieran a kilómetros de distancia de la civilización.

Fue la primera entrevista de trabajo de Barbara. Escuchaba nerviosa sus tacones al bajar por varios pisos de escaleras y adentrarse en el largo pasillo. No podía creer lo que pagaban por el trabajo: noventa centavos de dólar por hora. El salario mínimo era solo cuarenta centavos por hora. Cuando caminó a la sala de la entrevista, su ansiedad se desvaneció. Había asumido que su entrevistador, que sabía bien que podía ser su futuro supervisor, sería hombre. Ver a Macie Roberts con su cabello cano y una dulce sonrisa fue una sorpresa. Barbara estrechó su mano con calidez. De pronto se sintió relajada.

Susan Greene tenía 5 años y vivía en la costa oeste el 7 de diciembre de 1941. Después de aquel trágico día, ella y sus compañeros de clase se preparaban en la escuela para los ataques japoneses escondiéndose bajo los pupitres. Parecía inevitable que la guerra acabaría llegando a la costa.

Sue había nacido en Los Ángeles. Era posible darse cuenta, con solo mirarla, que era californiana. Con su cabello rubio y grueso y sus ojos azules luminosos, siempre llamaba la atención. Sue tenía solo 9 años cuando su padre murió. Sufrió un colapso en su segundo infarto y en un instante la familia quedó sin su brújula. Era un hombre fuerte y querido que siempre había cuidado de su familia. Sue estaba orgullosa de su título de la Harvard Business School y su profesión en los seguros corporativos. Con su muerte, los Greene quedaron a la deriva. La madre de Sue, ama de casa, no parecía segura de cómo continuar con su vida ahora que su esposo se había ido. Sue

se sentía frustrada y no podía comprender cómo su madre no encontraba trabajo de inmediato, en especial conforme el año avanzaba. “No es lo que yo haría”, pensaba la niña Sue de 9 años, dividida entre la ira y el dolor.

Como era una niña callada, a Sue le costaba hacer amigos. Amaba los libros, aunque leía con terrible lentitud. Escribir era lo peor de todo. Odiaba poner palabras en papel y hacía cualquier cosa por evitarlo. La manera más natural de evitar escribir prosa era sumergirse en los números. Ahí las letras no se invertían. En cambio, se deleitaba con la simpleza clara de los numerales en una página.

Aunque era muy buena en matemáticas y ciencias, no era ahí donde ella visualizaba su profesión. Había crecido hasta convertirse en una mujer joven hermosa, y comenzó a modelar por medio tiempo. Caminaba ida y vuelta por las plataformas en los desfiles de moda de pequeñas tiendas departamentales con una sonrisa pegada en la cara mientras se lucía en vestidos, faldas y trajes de baño.

Sin embargo, Sue tampoco aspiraba a ser modelo. Se inscribió en Scripps, una pequeña universidad para mujeres escondida en un rincón del Valle de San Gabriel, en las afueras de Los Ángeles. Eligió la carrera de arte, una materia cuya atracción principal era que requería poca escritura, y Sue soñaba con ser arquitecta. Su carrera parecía estar peleando contra ella. Simplemente, no tenía talento artístico. Con lo que Sue no luchaba eran las matemáticas. De hecho, las clases de matemáticas que ofrecían en Scripps eran demasiado elementales para ella. Entonces decidió registrarse a las clases de Claremont, la universidad para varones que estaba al lado. Cuando descubrió que la clase de cálculo de primer semestre estaba llena, se inscribió a la clase de cálculo de segundo semestre. ¿Cuán difícil podía ser?

Resultó bastante difícil. Tenía que aprender tanto las ecuaciones diferenciales que le enseñaban en clase, como las ecuaciones integrales que se había perdido del primer semestre. Era un salto gigantesco en cuanto a comprensión. Estaba acostumbrada a las respuestas prolijas de álgebra. Ahora debía acostumbrarse a producir una ecuación como la solución a un problema de matemáticas. Era como responder una pregunta con otra pregunta. Las ecuaciones diferenciales separaban a las ecuaciones en pequeños fragmentos mientras que las ecuaciones integrales las cosían de nuevo. Había una razón para enseñarlas por separado: era mucho para asimilar a la vez. Batallaba en

especial porque no le gustaba estudiar y nunca había sido una gran estudiante.

Por esta razón, no se sorprendió cuando obtuvo una calificación baja, pero eso tampoco le impidió inscribirse a más clases. Su profesor estaba impresionado con su valor y pronto se dio cuenta de que Sue era más que una cara bonita en su salón que, por lo demás, era solo de varones. Cuando su aptitud para las matemáticas resultó clara, la contrató para calificar los trabajos de los estudiantes de posgrado y realizar estadísticas en proyectos de investigación. Cuando Sue le confió cuán infeliz era con sus clases de arte y la imposibilidad de hacer una transferencia a la UCLA para estudiar arquitectura, él se mostró compasivo con ella y la animó para que considerara matemáticas e ingeniería. Pero Sue estaba perdiendo su gusto por la escuela. Después de tres años, la dejó.

La industria aeroespacial estaba floreciendo en California. Lo que había comenzado en 1933 con mil trabajadores había crecido de forma exponencial para convertirse en una empresa comercial de más de 300 000 empleados para 1943. Al final de la Segunda Guerra Mundial, la manufactura estadounidense de aviones constituía la industria más grande del mundo. Había empleos por doquier. Sin dirección, Sue se postuló para mecanógrafa en Convair, una compañía de aeronáutica ubicada en Pomona, California. No estaba entusiasmada por el trabajo cuando entregó su solicitud, pero esperaba tener ingresos regulares.

Al día siguiente regresó a Convair y el reclutador habló con ella en privado. La compañía necesitaba computadoras y estaba dispuesta a capacitar a sus nuevos empleados.

—¿Le gustan los números? —le preguntó.

—Me encantan los números —respondió Sue radiante, y agregó para sí: “Mucho más que las letras”.

Contrataron a Sue como computadora, un puesto del que jamás había escuchado. Todas las mañanas firmaba al llegar al portón de seguridad y después perforaba su tarjeta de control. Ahora pasaba los días con otra mujer, ambas rodeadas de ecuaciones. Recibían los datos sin procesar de las pruebas de cohetes de la compañía, así como las ecuaciones que los ingenieros necesitaban que resolvieran. A partir de esto las dos computadoras escribían a mano todos los pasos de la solución. Sue llenaba las páginas de libretas grandes con sus cálculos en tinta azul. Era mucho más que simple aritmética;

requería toda la experiencia de Sue en geometría y cálculo.

Las líneas de texto y los números formaban un patrón intrincado de órdenes o comandos. Las computadoras trazaban gráficas de la manera como cada orden conduciría a la siguiente, procurando mantener el complicado sistema tan simple como era posible. Para cualquier observador ajeno eso era una maraña de números y letras sin significado. Pero había una elegancia inherente en la serie limpia de comandos, cada uno construyendo al siguiente y acercándose poco a poco la solución. Un círculo alrededor de un número llevaba la solución de una ecuación hacia la línea de comando de la siguiente ecuación. Se necesitaba habilidad para mantener las ecuaciones limpias. Una computadora menos hábil, habría llenado en desorden su libreta con ecuaciones innecesarias, sin advertir la belleza y la utilidad de mantener los comandos ordenados. Estaban construyendo algo y la arquitecta en Sue amaba la sensación de construir. Estaba inmersa en el trabajo por completo; nunca volteaba a ver el reloj.

Aunque no podía saberlo todavía, Sue estaba programando. Las líneas de los comandos que construía eran los antecedentes de los primeros programas de computación. Algún día se traducirían con facilidad para ser líneas de código, y Sue se encontraría a sí misma haciendo uso de la misma destreza en programas limpios y simplificados, construidos con una computadora digital que la que había puesto en su trabajo con papel y lápiz.

A pesar de que escribía ecuaciones en líneas ordenadas, su vida amorosa era con frecuencia desordenada. Simplemente, había demasiados muchachos para elegir. Conoció a Pete Finley en el club de bridge cuando eran estudiantes, él en Caltech para varones y ella en Scripps College. Al principio ella casi no se fijó en él. Era dos años mayor y estudiaba química. Había estado muy enfermo el año anterior con fiebre del valle (la infección por hongos había invadido su cuerpo y le provocaba un dolor insoportable en los músculos y las articulaciones). La enfermedad lo había vuelto serio y distante. Al principio, Sue lo desestimó por ser un hombre demasiado reservado, pero poco a poco aprendió a amar a su personalidad considerada y de buen corazón. Sin embargo, cuando él le propuso matrimonio, ella negó con la cabeza; pensaba que debía haber alguien todavía mejor allá afuera.

Por desgracia, Sue descubrió que el mundo de los hombres afuera de la universidad era insuficiente. Aunque estaba rodeada de hombres en Convair,

entre sus colegas no había nadie con quien ella quisiera salir, menos aún casarse. Dos meses después de rechazar la propuesta de Pete, lo encontró en la boda de una amiga al norte de California. Los meses de salidas fallidas lo situaron bajo una perspectiva que lo hacía ver más atractivo. De pronto, Sue se dio cuenta de que se había equivocado. Cuando se sentaron juntos a platicar, Sue de pronto soltó: “Sí, me caso contigo”. Pete la miró sorprendido; no había repetido su propuesta después de que ella dijera que no por primera vez. Cuando la miró a los ojos se dio cuenta de que ella hablaba en serio. Se rieron juntos y Pete tomó su mano para conducirla a la pista de baile. Estaban juntos de nuevo.

Se casaron un soleado día californiano en 1957 en la iglesia del Buen Pastor en Arcadia. Sue le dijo a su madre, después de la boda, que no quería tener hijos de inmediato. Asintiendo con una sonrisa y con cierto aire de superioridad, la madre de Sue no pronunció palabra. No iba a presionar a su hija todavía, puesto que sabía que la independencia tenaz de una muchacha de 20 años con frecuencia se suavizaba con el tiempo y se convertía en deseo de maternidad.

A pesar de sus planes, como ocurre algunas veces, Sue se embarazó poco después de la boda. Su madre la abrazó, y estaba tan feliz que lloró. Conforme crecía el vientre de Sue, su camino al trabajo por la autopista 10 de Pasadena a Convair parecía también inflarse. El tráfico era terrible. Sue odiaba estar sentada en su auto en una autopista saturada. Quería un trabajo que estuviera más cerca de casa, pero sabía que como estaba embarazada, no la contratarían. Siendo realista, no podría siquiera conservar su trabajo actual una vez que su jefe supiera que iba a tener un bebé. Sabía lo que se esperaba de ella, pero detestaba la idea de dejar el trabajo que amaba. Viendo los folletos en un tablero de anuncios en Caltech, se topó con un anuncio que solicitaba computadoras en el JPL, a una corta distancia en auto desde el campus. “¿No sería eso conveniente?”, pensó Sue soñando. “Podría hacer ese trabajo”.

Pero pronto todos los pensamientos sobre trabajo desaparecieron. Conforme se acercaba su fecha prevista y su embarazo fue evidente, tuvo que dejar Convair. En casa, preparó el cuarto del bebé y comenzó a imaginar su vida como esposa y madre. Las pataditas dentro de su vientre, que cada vez eran más fuertes, la hicieron tomar conciencia del futuro. Estaba

emocionándose. En la noche, Pete se maravillaba de su vientre, y se preguntaba si tendrían un niño o una niña.

Una semana antes de su fecha prevista, Sue comenzó a tener contracciones. Había llegado el momento. Despertó a Pete y llamó a su mamá para que se encontraran en el hospital antes de apurarse para ir al automóvil. Llevaron a Sue a la sala de parto en tanto que Pete tuvo que quedarse en la sala de espera con los otros padres, mientras los sonidos de las mujeres que daban a luz se filtraban apenas por la puerta abierta.

El trabajo de parto fue duro y se alargó a un segundo día. El dolor la hacía retorcerse y la dejaba sin fuerzas. Al fin llegó el momento. El doctor la animó a pujar. Después de un último esfuerzo, el bebé de Sue llegó al mundo.

-¿Qué es? ¿Qué es? -preguntó, ansiosa por saber si había tenido un niño o una niña.

-¡Es un niño! -anunció el doctor.

Temblando por el esfuerzo, Sue dejó que las palabras tuvieran un efecto en ella. Era la madre de un niño pequeño. Estaba tan feliz. Pero en la sala de parto había demasiado silencio. No sonaba el llanto del bebé. Al otro lado de la sala, Sue podía ver el tono azulado de su piel. Mientras se llevaban al bebé hacia afuera de la sala, la enfermera le dijo a Sue que había algo mal.

-Su bebé necesita ayuda. No está respirando dijo aprisa. Sabremos algo pronto.

Sue y Pete llamaron a su pequeño ángel Stephen y esperaron lo mejor. Sue, cargada de hormonas del posparto y propensa a alarmarse, no podía hacer nada más que esperar y pedir que su hijo saliera adelante.

Dos días después, cuando el doctor entró, ella pudo adivinar por su semblante que las noticias no eran buenas.

-Lo lamento -comenzó por decir. -No pudimos hacer nada.

Un grito salvaje, gutural, escapó de Sue antes de que su cuerpo sucumbiera al llanto. Se aferró a Pete y luego cayó de la cama de hospital al piso y lo jaló. No podía sentir nada, no podía escuchar a las enfermeras corriendo hacia ella y ayudándola a subir otra vez a la cama. Se jalaba el cabello sin que le importara el dolor. Su madre y su esposo le hablaban, pero no había palabra que alguien pudiera decir. La rebasaba la culpa. Había dicho que no quería tener una familia. ¿Era esto un castigo por sus palabras irreflexivas? Qué no daría por desdecirlas.

Antes de irse del hospital cargó en brazos a su diminuto recién nacido sin vida. Stephen estaba envuelto en cobijitas y se veía imposiblemente pequeño. “Despierta”, gritaba Sue en silencio. “Despierta”. Tocó con sus dedos el rostro del bebé que tenía forma de corazón. La piel estaba todavía tibia. Sus labios formaban un perfecto puchero rosa. Sue sostuvo a su hijo solo unos minutos y después lo dejó ir. Jamás habría una explicación. Había perdido a su bebé varón para siempre.

Sue se ahogaba en su dolor. En el supermercado veía desconcertada a las personas que la rodeaban. Parecía increíble que mientras su existencia se desmoronaba, el mundo siguiera girando y la gente siguiera con su vida cotidiana. Miraba fijamente a las mujeres que estaba delante de ella en la fila para pagar, preguntándose cómo era posible que no tuvieran la menor idea de su desolación.

A pesar de que Sue no era religiosa, decidió ir a la iglesia para pedir que bendijeran a su bebé. Aunque no creía que por el hecho de haber muerto antes de ser bautizado tendría que pasar una eternidad en el limbo, pensó que unas palabras amables de un pastor le ayudarían a calmar su propia mente afligida. Se paró en la puerta de la iglesia, nerviosa, antes de jalar el picaporte. No pudo abrir, estaba cerrada con llave. Al darse la vuelta, sintió el punzante dolor de la pérdida y se preguntó si el tormento que cargaba se desvanecería algún día.

Al graduarse de Notre Dame, Helen estaba ansiosa por salir de Indiana para irse a vivir con su hermano, Edwin, en Pasadena y encontrarse con sus padres, que también se habían ido para allá. Echó su primer vistazo al valle en 1953. Se veía pequeño, polvoso y atestado de palmeras. A pesar de esta sombría primera impresión, el pueblo sería su hogar durante los siguientes sesenta años.

Helen había pensado que encontraría trabajo decorando escaparates de las tiendas departamentales, pero el negocio en la Costa Oeste no era lo que ella esperaba. A menudo descartaban sus solicitudes de trabajo, por lo general, porque alguien tenía una conexión con algún empleado, ya fuera por medio de un miembro de la familia o de un amigo. Desanimada, Helen no estaba segura de qué clase de trabajo hacer. Se graduó de una de las mejores universidades con excelentes calificaciones, pero nadie quería contratarla.

Mientras su autoestima declinaba, su dependencia para con su familia se intensificó.

Edwin se había mudado a Pasadena para trabajar como ingeniero estructural en el JPL. Una tarde, regresó a casa entusiasmado por un puesto que había visto que se solicitaba. Era para una computadora. Sabía que sería perfecto para su hermana, la genio en matemáticas. Helen estaba entusiasmada también. Tal vez todas esas clases que tomó en la universidad no habían sido para nada. Con sus nervios y su excitación en aumento, intentó sacudirse la sensación de ser inadecuada. Le preocupaban sus calificaciones e incluso su acento, y esperaba ser lo suficiente buena para el puesto. Una vez había pensado que las matemáticas era una extravagancia impráctica y no podía creer que ahora era una opción para una profesión viable.

Notas

Todas las anécdotas personales y la historia familiar fueron obtenidas de entrevistas de la autora.

El papel de China en la Segunda Guerra Mundial se analiza en Rana Mitter, *Forgotten Ally: China's World War II, 1937-1945*, Nueva York, Houghton Mufflin Harcourt, 2013.

Puede encontrarse más información sobre los Flying Tigers en Daniel Ford, *Flying Tigers: Claire Chennault and His American Volunteers, 1941-1942*, Nueva York, HarperCollins, 2007.

El auge de los empleos en la industria aeroespacial en la década de 1940 es reportado por Robert A. Kleinhenz *et al.*, "The Aerospace Industry in Southern California", preparado para Los Angeles Economic Development Corporation, 2012.

La industria aeronáutica estadounidense se elevó de ser la 41^a más grande del mundo a la primera entre 1939 y 1945, como lo reporta Roger E. Bilstein, *The American Aerospace Industry*, Nueva York, Twayne, 1996.

PARTE II

Década de 1950



Barbara Lewis (después Paulson)



Janez Lawson



Helen Yee Chow (después Ling)



Susan Finley

Cohetes que se elevan

A Barbara Lewis le había tomado años llegar a este punto. Tocó amorosamente la pintura blanca y austera del misil inmenso antes de agregar su firma garigoleada en el lienzo blanco de su cubierta. Era abril de 1955 y una pequeña multitud se había reunido para decir adiós a la estructura de casi 12 m de altura que había dominado sus vidas durante los últimos 10 años. Desmembrado y cargado en una caravana de camiones, iba en camino de su última prueba, el campo de pruebas White Sands, en el sur de Nuevo México, solo 96 km al norte de la frontera con México. Al decir adiós al misil, el grupo del JPL pensó que sus dificultades con el problemático cohete habían terminado al fin. Pero estaban equivocados.



El misil Corporal que contenía las firmas de Barbara y sus colegas, 1955 (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



Frank Malina (en el centro) pesando el wac Corporal en White Sands en 1945 (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).

Todo comenzó a finales de la década de 1940 con un programa llamado el Corporal: un sistema de misil guiado distinto de todo lo que el JPL había intentado hasta ese momento. El ejército quería una nueva arma, un misil de largo alcance con propulsión a reacción que llevara una cabeza explosiva de 450 kg durante 160 km a una velocidad capaz de eludir un avión de combate enemigo. Era el primer proyecto de Barbara en el JPL y parecía que iba a ser un éxito rápido. El prototipo anterior había volado 64 km hacia la atmósfera en octubre de 1945 en White Sands. El cohete solo tocó los bordes del espacio —era lo más alto que jamás hubiera volado un cohete— antes de regresar a estrellarse a la Tierra. Ese modelo se conocía como el WAC Corporal; puesto que no tenía sistema de guía, WAC significaba “Without Altitude Control” [Sin Control de Altitud], y también “Women’s Army Corps” [Cuerpo Femenil de la Armada], porque era más pequeño que otros misiles que habían recibido nombres de tono militar. El grupo se refería a ese misil como *la hermanita*. Era el siguiente obstáculo antes de afrontar un Corporal más grande y de tecnología más avanzada, diseñado para tener casi

el doble de altura.

Trasladar el éxito de la *hermanita* a un misil capaz de cargar una cabeza explosiva no era tan simple como esperaban. El JPL apenas estaba valorando el uso de combustible líquido en los cohetes. Los propelentes líquidos prometían contener el máximo calor posible en el menor número de moléculas. Podían encenderse a gran velocidad y quemarse a gran velocidad. Pero las mismas capacidades que indicaban dicha promesa también hacían que esos propelentes fueran inherentemente peligrosos, como lo sabían perfectamente aquellos que habían estado en el JPL durante algún tiempo.

Las pruebas con propelente líquido habían sido explosivas. Solo unos años antes de que Barbara comenzara, el grupo del JPL había prendido fuego a la colina situada detrás de las fosas de prueba y había quemado no solo los arbustos secos sino una buena parte de su equipo. El problema residía en un fenómeno inexplicado. Los propelentes líquidos tenían el hábito de hacer que los motores vibraran. La vibración comenzaba con lentitud y luego iba aumentando en intensidad, hasta que el motor no podía aguantar más y explotaba en pedazos. Para empeorar las cosas, la vibración era esporádica, lo que hacía que las explosiones fueran impredecibles.

Barbara sabía poco del peligro. Mofletuda y de piel suave, se veía más joven que los 19 años que tenía. Bajo su apariencia de niña de escuela había una mujer determinada a embonar en la cultura de los cohetes del JPL. No era fácil; encontraba impactantes las sacudidas de las explosiones causadas por las mezclas experimentales de hidrógeno líquido, oxígeno y nitrógeno. Las personas también eran ruidosas; las conversaciones escandalosas que había en el laboratorio eran al mismo tiempo emocionantes y un poco abrumadoras. Pero lo que más la hacía brincar era el ruido de alarma de la bocina del viejo camión Ford.

Y cada explosión representaba nuevos datos para Barbara. Calculaba el empuje producido por una mezcla de anilina y el humeante ácido nítrico rojo, una mezcla violenta que provocaba un resplandor rojo en las llamaradas que escapaban del motor del cohete. En el tedio de su trabajo diario, Barbara y las demás computadoras estaban, sin saberlo, computando algo trascendental; las mismas cualidades que estaban ayudando a refinar en el propelente líquido, algún día llevarían a los primeros humanos a la Luna. Estaban ayudando a desarrollar un propelente hipergólico, una combinación de combustible y

oxidante que encendería al entrar en contacto. Por separado, los componentes eran estables, pero una vez mezclados en la cámara de combustión del cohete, se encenderían. Dos décadas después, los tanques de los vehículos de lanzamiento del Proyecto Apolo se llenarían con propelente líquido.

Barbara utilizaba sus cálculos sobre los datos de la prueba para determinar cómo volarían los misiles. Le tomó un día completo calcular una sola trayectoria. Cuando terminó, su cuaderno contenía un trabajo digno de premio: su dibujo a mano de la trayectoria que tomaría el Corporal al volar por los aires. Los cuadernos de Barbara y los de las demás computadoras estarían cubiertos de trayectorias, conforme buscaban la mezcla ideal de componentes de ingeniería para el misil.

En 1948, al mismo tiempo en que trabajaban en el Corporal, también modificaban a su *hermanita*, el WAC Corporal. En particular, Barbara encontró intrigantes los cálculos para la *hermanita*, porque ahora lo lanzarían como un cohete de dos etapas. El delgado cohete estadounidense estaría sobre el alemán V-2, un misil balístico mejor conocido por hacer que París y Londres se arrodillaran. Cuando la guerra terminó, el cohete enemigo y los científicos nazis que lo desarrollaron habían sido capturados y llevados a Estados Unidos. Su potencial era escalofriante: podía apuntarse a una ciudad a 320 km de distancia. La idea de combinar el poder del V-2 con el WAC Corporal que volaba muy alto era ingeniosa. Los ingenieros soñaban con que al unir a ambos podrían llegar hasta el espacio exterior. El V-2 llevaría consigo un impacto poderoso y luego se desprendería, con lo que estaría disparando el WAC Corporal mientras el V-2 caía a la Tierra. El WAC Corporal podría entonces volar más alto que nunca. Los ingenieros del JPL llamaron a esta combinación Bumper WAC.

Para predecir cuán lejos llegaría el Bumper WAC, Barbara calculó la cantidad de empuje producida por cada motor cohete y utilizó el peso y la altura de los cohetes para determinar su velocidad de lanzamiento. También tenía que dar cuenta de los efectos de la gravedad y la resistencia. Su cálculo le resultó ahora muy oportuno cuando trazaba cada variable en función del tiempo. El trabajo era duro para sus manos. Su dedo índice derecho tenía una hilera de callos gruesos, rojos y blancos, resultado de apretar el lápiz durante horas cada día. Tener el lápiz en la mano muchas veces provocaba que le sudara la mano y dejara arrugas a lo largo del papel milimétrico.

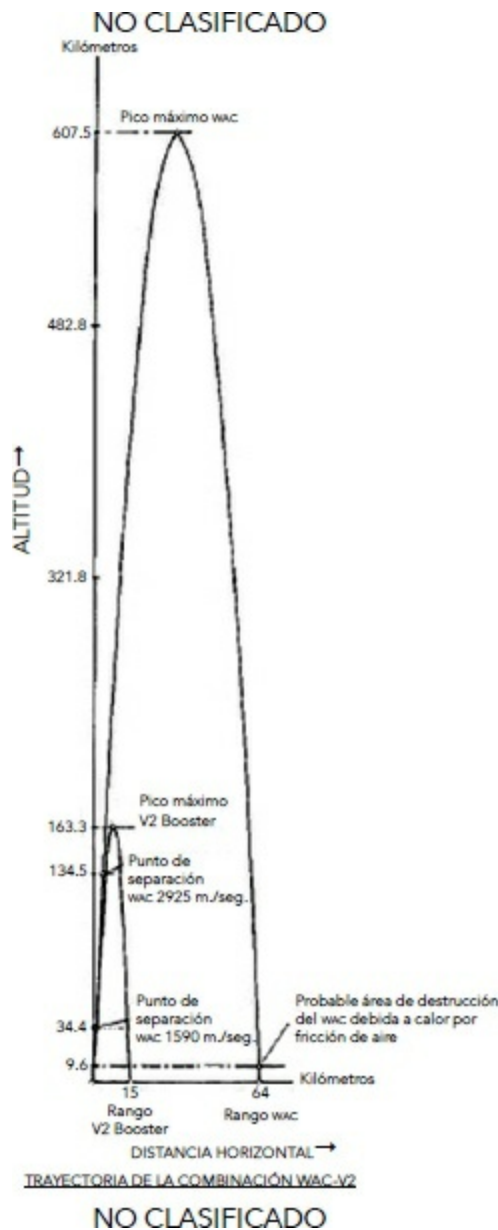
Barbara utilizaba una regla de cálculo y una calculadora Friden para verificar su trabajo. Todavía se sentía insegura con ambos artefactos, ya que antes de llegar al JPL nunca los había utilizado. Le encantaba la Friden, pero ni una tecnología tan avanzada como esa podía hacer siquiera todo lo que ella necesitaba. Por ejemplo, no podía calcular logaritmos, que nos dicen cuántos números necesitamos multiplicar para obtener otro número; si $2 \times 2 \times 2 = 8$, eso significa que necesitamos tres números 2 para obtener 8, es decir, en notación matemática, $\text{Log}^2 8 = 3$.

Así que Barbara tenía que recurrir a una colección de libros de pasta café que había en la sala de cómputo. Se trataba de la serie *Mathematical Tables Project*, cuyos volúmenes eran enormes, difíciles de sostener, pero repletos de datos imprescindibles para Barbara y sus colegas. A fin de calcular la trayectoria del Bumper WAC, se dirigió a las tablas de densidad atmosférica en función de la altitud. El aire adelgaza conforme la elevación aumenta y las computadoras necesitaban los libros WPA, como los conocían en el laboratorio, para obtener el dato exacto.

Barbara dibujó dos picos con destreza. Predijo una modesta elevación y caída del cohete V-2 desde su ignición hasta su desplome hacia la Tierra para dar paso a que la *hermanita* se disparara más arriba. Hizo el cómputo de que el cohete de dos etapas haría historia, y volaría más lejos en el espacio de lo que jamás hubiera hecho cualquier otro objeto fabricado por el hombre. Barbara y el equipo de ingenieros y computadoras no solo calcularon cuán alto podía volar el cohete, sino también cuán lejos del punto de lanzamiento. El grupo esperaba encontrar los restos calcinados a 103 km de distancia. Bajo la dirección de los ingenieros, las computadoras calcularon que muy probablemente regresar a la atmósfera destruiría el cohete. Era un análisis pionero de cómo la barrera de la atmósfera terrestre podría impactar un proyectil que se moviera a gran velocidad. Esta forma de pensar estaba más en la línea de planificar una misión espacial que en el diseño de armas. Años después, la visión de los ingenieros para calcular el calor causado por la entrada de regreso a la atmósfera resultaría muy útil.

Mientras trabajaban en los detalles de la *hermanita*, el Corporal fue lanzado el 22 de mayo de 1947. Fue la primera prueba del gran misil, considerado estadounidense por completo, puesto que tenía el único motor de gran empuje desarrollado y construido de manera exclusiva en Estados

Unidos. Era insensato esperar el éxito al primer intento. El JPL estaba acostumbrado a los logros ganados con arduo trabajo y resultado de fracasos recurrentes. Todos estaban sorprendidos cuando el mamut se elevó a una altura de 39 300 m antes de alcanzar su meta, 96 km después. Martin Summerfield, uno de los ingenieros del JPL, quedó perplejo al escuchar los números en la radio. Cuando le contó a Macie Roberts las noticias del éxito del misil, ella sacudió la cabeza con incredulidad. Parecía demasiado fácil.



Trayectoria del Bumper WAC elaborada por computadoras en el JPL en 1948 (Cortesía de la NASA/JPL-Caltech).

El trabajo pesado había terminado. Lo único que tenían que hacer entonces era hacer más Corporales y probarlos para llevar el misil al pináculo de su habilidad, y después entregarlo a un contratista privado para su producción. Cuando Barbara firmó con su nombre uno de estos Corporales cuyo destino era que probaran el alcance de un misil, estaba muy entusiasmada con la noción de que el producto de su trabajo volara muy lejos por encima de la Tierra. Podía ver su nombre elevándose al cielo, sobre White Sands.

Aunque para Barbara White Sands estaba solo a un día de distancia en auto, le parecía el Lejano Oeste. El campo de misiles solo tenía unos años, pero ya era el lugar de éxito exquisito y doloroso fracaso. Las dunas de arena estaban conformadas de yeso, lo que pintaba de un blanco brillante el desolado paisaje desértico y hacía que la arena fuera tan suave y maleable como el gis. Al fondo de la cuenca del Tularosa, en un área separada del mundo por las montañas que la rodean, el ejército había descubierto un escondite perfecto para experimentos militares secretos. Desde principios de la década de 1940, los ingenieros del JPL habían viajado al desierto de Mojave, donde probaban misiles demasiado grandes para su propio cañón californiano. En aquellos días lejanos en el desierto, los ingenieros se apiñaban en casas de campaña cuyas paredes de lona apenas si podían mantener fuera la fina arena.

Sin embargo, después de Pearl Harbor, la necesidad de tener un lugar aislado para pruebas fue apremiante, de tal manera que el ejército expandió su presencia en la cuenca y se apropió de 4 046 millones de m² de terreno aislado y construyó más instalaciones. Edificaron una gran plancha de concreto como área de lanzamiento, con un fortín adyacente, el centro de control protegido por paredes de concreto de 3 m de espesor y coronado por un techo reforzado con acero que se elevaba como pirámide. La instalación remota atraía gran cantidad de investigaciones del ejército y las excursiones al desierto pronto dieron resultados. En tan solo un año, 1945, había sido el sitio donde tuvo lugar la explosión Trinity —la primera detonación nuclear— y el lanzamiento del cohete conocido por el hombre que había volado más alto hasta entonces. Ahora, una vez terminada la guerra, aumentaron las comodidades en el campo de misiles. Los ingenieros ahora tomaban el tren hacia White Sands donde, en lugar de casas de campaña o barracas

construidas apresuradamente, los esperaban casas espaciosas y una alberca.

Los ingenieros del JPL se volvían locos por ir allá. Lejos de los ojos y los oídos de sus familias y sus amigos, el campo de misiles les dio libertad tanto para sus experimentos como para sus deseos. Los hombres deambulaban sin restricciones, trabajaban todas las horas y jugaban póker y bebían hasta muy entrada la noche. Muchas veces cruzaban la frontera, iban de fiesta y encontraban compañía femenina en la cercana Juárez, en México. Las computadoras rara vez iban a White Sands. En realidad, Barbara no tenía muchos deseos de ir. Aunque ver un lanzamiento exitoso gracias a sus cálculos habría implicado una alegría innegable, era testigo de suficiente rudeza masculina en Pasadena. White Sands no era el lugar para una muchacha de 19 años que buscaba que la tomaran en serio.

Lo extravagante no estaba confinado a White Sands. El ambiente de trabajo en el JPL era informal, lo cual era una excepción para un instituto del ejército. Esto se debía a los días iniciales, cuando el cañón deshabitado era anfitrión de experimentos alocados y travesuras científicas en general. Esta historia, junto con la actitud nativa californiana del laboratorio, imbuían al JPL con un espíritu alegre y espontáneo que ninguna afiliación militar podía frenar.

El código de vestimenta reflejaba su enfoque relajado. Al principio, Barbara se sorprendió al ver que hombres profesionales desdeñaban las corbatas y llevaban manga corta. Ellos podrían sentirse relajados y cómodos de esta manera, pero Barbara no habría considerado siquiera ir a trabajar con ropa informal. Todas las mañanas seleccionaba con cuidado vestidos y faldas, usaba tacones altos y siempre, sin importar cuán caluroso fuera el día, calzaba medias. Barbara le gustaba la ropa llamativa, pero era seria en el trabajo. No estaba interesada en atraer a nadie del JPL. Y no se trataba de falta de oportunidades. Las otras chicas estaban ansiosas por conseguirle pareja a Barbara. “Ah, por favor dale una oportunidad”, le imploraban cuando un ingeniero atractivo y joven la miraba. Pero Barbara negaba con la cabeza y decía: “No, gracias”. Se aferraba a su recelo de jovencita en edad escolar en cuanto a hombres se refería; no podía sentirse cómoda junto a ellos, sin importar cuán atractivos fueran.

Algunos hombres del JPL eran de plano repulsivos. Un ingeniero en particular parecía personificar todo lo que era peligroso para las mujeres

jóvenes que no estuvieran en guardia. Macie Roberts fue cuidadosa cuando él le dijo que necesitaba trabajar con una computadora. “No irán a su oficina”, les diría. “Él solo viene a nuestra sala a trabajar. No lo vean en ningún otro lado”. Barbara tenía curiosidad; ¿por qué no podrían ir ellas a su oficina? Le preguntó a otra muchacha, que se rio y le dijo en voz baja: “Te enseño luego”. Al final del día ambas se escabulleron a su oficina. Esperaron hasta estar seguras de que él se había ido y entonces se asomaron al pequeño cubículo. Barbara estaba impresionada. Cada centímetro de sus paredes estaba cubierto con fotografías de mujeres hermosas, todas en diferentes grados de desnudez. Nunca había visto fotos como esas y de inmediato comenzó a reír a carcajadas. Riendo, ambas se alejaron con gran rapidez para que no las sorprendieran. La experiencia no hizo mucho por la ansiedad de Barbara hacia los hombres, pero en definitiva la convenció de hacer caso a las advertencias de Macie.

No obstante, en general, las mujeres se llevaban de maravilla con los ingenieros. Esto era importante, puesto que trabajaban largas horas juntos. Como equipo, intercambiaban las ideas de cada uno y discutían durante horas cómo sus diseños influían en la velocidad de sus cohetes, desde la forma y el tamaño de los alerones de la cola del Corporal hasta los mecanismos internos de su motor.

En la mente de Barbara, un ingeniero era un hombre. No había ni una mujer ingeniera en el JPL, pero nunca pensaba en su trabajo como trabajo de mujeres. Era un puesto respetado, uno que los hombres solicitaban con entusiasmo. Solo ocurría que todas sus solicitudes eran rechazadas. Un nombre de hombre era todo lo que Macie necesitaba ver para rechazar a un prometedor aspirante a computador. Macie veía a los hombres como potenciales perturbadores de su grupo. No podía imaginar que un hombre la escuchara. Lo más probable, como creía, era que los hombres se vieran a sí mismos como jefes y a las mujeres como empleadas, y no al revés.

Había otra razón para que Macie rechazara a los aspirantes. Ella ponía todo su empeño en encontrar un grupo de mujeres que se llevaran muy bien entre sí, que fueran amigas además de colegas. La sala brillaba con la conversación alegre, y el trabajo resplandecía como resultado de su colaboración fructífera. Barbara estaba feliz por cómo eran las cosas; amaba a las mujeres con las que trabajaba demasiado como para desear que fuera de

cualquier otra manera.

Macie era un enigma para las demás mujeres computadoras. Tenía 50 años, una anciana para los ojos de una sala llena de veinteañeras. Comenzó a trabajar en el JPL tarde en su vida y las mujeres no podían comprender por qué había entrado en ese campo. Su esposo tenía un buen trabajo como contador en el IRS de Estados Unidos; en definitiva, no tenía necesidad de trabajar. Más aún, a las chicas muchas veces las desconcertaba su relación tensa con una de las computadoras: Virginia Prettyman. Virginia había estado casada poco tiempo con el hijo de Macie, un hombre al que las computadoras no le llamaban mucho la atención. Su relación apenas duró un año. En ocasiones las tensiones estallaban entre las dos mujeres, en especial cuando Virginia comenzó a salir con un ingeniero del laboratorio. A pesar de estas provocaciones, Macie actuaba con estricta propiedad y nunca reveló sus sentimientos. Barbara la veía de reojo, preguntándose qué emociones yacían bajo la superficie.

Macie llegaba a trabajar temprano en la mañana. Cualquier chica que llegara tarde la miraba con cautela mientras dejaba su bolso en su escritorio y murmuraba sin aliento alguna excusa apresurada o una disculpa. Saludando con su mano, Macie descartaba la necesidad de una explicación, pero había algo en su comportamiento estricto que ponía en guardia a las computadoras. Su silencio era muchas veces su método disciplinario más eficaz.

Macie era fuerte con las otras mujeres, pero por dentro a veces se sentía débil. Conforme zigzagueaba entre los escritorios, mirando por encima de los hombros de las demás, notaba que no siempre podía seguir las ecuaciones. Era innegable que las matemáticas eran demandantes y muchas veces, estaban por encima de sus habilidades. Cuando Barbara necesitaba ayuda, no acudía a su jefa, sino que preguntaba a las otras chicas. Juntas, repasaban las ecuaciones de manera metódica, buscando en las hileras compactas de números y símbolos. Se reían de los errores tontos, bromeaban con las equivocaciones aritméticas y se hacían amigas cuando sentían la profunda satisfacción de resolver un problema particularmente desafiante. No lo sentían como un trabajo; era más como ser parte de una sociedad secreta.

En el tranvía de camino al laboratorio, Melba Nead se veía como cualquier otra mujer que comenzaba su jornada de trabajo. Nadie sospechaba lo que en realidad hacía todo el día. En una ocasión, cuando las computadoras

conversaban cómodas durante un descanso, una de ellas dijo que eran “justo como una fraternidad”, que ser parte de un grupo de mujeres tan unido la hacía sentir como si nunca hubiera salido de la universidad. Cuando Macie la escuchó, no se emocionó. “Son mujeres profesionistas”, les recordó.

Jamás cae nieve en el sur de California. De hecho, casi nunca llueve. Eso era lo que Barbara pensaba al mirar por la ventana de su casa en Pasadena un día frío de enero de 1949. Había visto mucha nieve en Ohio, pero como los demás, no estaba preparada para ver el paisaje árido de California cubierto con un manto blanco. Hacía varios años que había regalado su abrigo de invierno y no tenía idea de cómo se mantendría caliente en el clima frío. Se cubrió lo mejor que pudo y condujo con precaución al laboratorio. El JPL, enclavado en las faldas de las montañas, había recibido lo peor de la tormenta; lo cubrían 30 cm de nieve. Barbara caminaba con cautela por el pequeño puente peatonal que los empleados cruzaban para ir del estacionamiento al laboratorio. El puente curvo se había vuelto peligroso; todos resbalaban al cruzarlo de ida o de regreso. Congelada y con los pies mojados, Barbara llegó a la sala de cómputo, en el Edificio 11.

Había estado tanto tiempo ahí el último año que el edificio era ahora su segunda casa. No era una casa muy cómoda. Para empezar, no había calefacción, un hecho que tenía descontentas a todas las chicas este particular martes por la mañana. El edificio era un simple almacén de madera con piso de concreto, el cual era sofocante en verano y frío en invierno. Sin embargo, el lugar era conveniente. Cruzando la calle había edificios anexos que albergaban los experimentos. Barbara y las demás chicas solo cruzaban la calle para obtener los datos, copiaban los números en tabletas de 30 por 45 cm y regresaban caminando a sus escritorios para analizar los experimentos.

En un día de invierno como este nadie quería salir a trabajar. Afuera, el laboratorio estaba en silencio, amortiguado por la nieve. No había explosiones ni bocinas de camión que sonaran de forma estrepitosa e hicieran que Barbara brincara en su asiento. Pero en la sala de cómputo sonaba el barullo de la conversación; nadie había visto un clima como este en Pasadena. Macie pidió al equipo que hablara más bajo. Aunque su voz era suave, su modo estricto hizo que las chicas hicieran caso al instante, con respeto. Incluso Macie sabía que hoy sería diferente. Las mujeres actuaban

como alumnas atolondradas, emocionadas al ver su primera nevada. Ninguna quería quedarse quieta en su escritorio. Más bien, estaban de pie frente a los ventanales, calentándose las manos, maravilladas con el raro espectáculo de nieve en California.

Había sido un invierno duro para el laboratorio. Se suponía que el proyecto Corporal iba a ser un éxito fácil. Pero en cambio, la primera prueba había sido un golpe de suerte y ahora el laboratorio veía sus creaciones, construidas con amor, estrellarse en el desierto, envueltas en llamas. Contenían la respiración al cargar los misiles a los camiones, sin saber qué esperar. Con la esperanza desvaneciéndose, el misil Corporal se ganó el apodo de asesino de conejos. No parecía probable que volara alguna vez con suficiente altitud para matar cualquier otra cosa.

El Bumper WAC también tenía dificultades en White Sands. La última ronda de pruebas fue en especial decepcionante. Los tubos que llevaban el alcohol a la cámara de combustión se habían partido, lo que había provocado que la cola del cohete entera se desprendiera y el cohete se colapsara. La larga cadena de lanzamientos fallidos volvió sombrías las fiestas en el laboratorio. El personal pasó la fiesta de Navidad mascullando sin el entusiasmo típico de la temporada.

Mientras tanto, el ejército buscaba un nuevo lugar para probar los cohetes. White Sands, amada por los ingenieros por sus noches desenfundadas y su camaradería, se había vuelto insostenible. Un cohete V-2 perdido había volado encima de El Paso, Texas y luego se había estrellado en Juárez; dejando tras de sí un cráter enorme de 15 m de ancho y 9 m de profundidad. Por suerte nadie salió herido, pero el peligro era claro. White Sands estaba demasiado cerca de demasiada gente. Los cohetes necesitaban volar por encima del océano, no del desierto.

El Departamento de Guerra investigaba varios sitios. El equipo del JPL estaba a favor del primero, que por casualidad estaba en su patio trasero, a las afueras de San Diego, a una distancia muy conveniente de tres horas en auto por la costera. Cuando El Departamento de Guerra eligió el sitio de California, todos estaban emocionados —con excepción del presidente de México—. Con las heridas todavía frescas del incidente de Juárez, el gobierno mexicano no quería dar su consentimiento para tener misiles volando sobre las playas de Baja California antes de dirigirse al Océano

Pacífico. El Departamento de Guerra tuvo que contentarse con la segunda opción: Cocoa Beach, Florida.

Ese tranquilo pueblo de Florida estaba aislado, aunque el clima era soleado y por lo general estaba despejado. Un inconveniente era que los cohetes tendrían que sobrevolar las Bahamas en su camino al mar abierto. Por fortuna, el gobierno británico no tenía objeciones. El sitio tenía una ventaja que con los años sería importante, cuando la cordillera comenzara a ser parte de la Space Coast. Como el pueblo estaba cerca del ecuador, los cohetes recibieron un incremento adicional por la velocidad de rotación de la Tierra, que es más poderosa en el ecuador que en cualquier otro sitio. Esto significaba que los lanzamientos requerían menor empuje de los motores del que era necesario en cualquier otro lugar.

El condado Brevard de Florida era una zona rural, un laberinto de puentes bajos de un carril que conectaban una red extensa de huertos de cítricos, famosos por producir las naranjas Indian River y toronjas. Nubes negras de mosquitos sobrevolaban en enjambre sus terrenos húmedos pantanosos y hacían inhabitable el área, hasta la aparición del DDT, a mediados de la década de 1940. Y provistos con una nueva arma contra las plagas, los pescadores y los granjeros empezaron a habitar la zona. La reacción frente al nuevo campo de misiles era mixta. Por un lado, traería trabajo y una nueva economía, pero también traería a gente de fuera y misiles peligrosos. Algunos soñaban con vender sus tierras y casas al gobierno por una buena cantidad mientras que otros temían que les arrebataran sus casas por la fuerza, con excavadoras para hacer lugar a una plataforma de lanzamiento.

En California, el estado de ánimo en el JPL era sombrío, ya que se iban sumando uno tras otro lanzamientos de cohetes y las noticias de que los futuros lanzamientos tendrían lugar al otro lado del país. Barbara se sentía intensamente decepcionada; era difícil aceptar que su trabajo era un fracaso. La frustración se coló a su vida hogareña, y la hizo todavía más seria y retraída. Su madre siempre le preguntaba de todo corazón cómo le había ido en el trabajo, pero Barbara no se sentía capaz de comunicar los retos que ella y sus compañeras tenían que enfrentar. Su trabajo era clasificado, pero incluso aunque no lo hubiera sido, sus detalles técnicos eran complejos, lo que servía para aislarla más de la vida que había fuera del laboratorio. Por otro lado, la experiencia compartida la vinculaba de manera más profunda

con las mujeres con las que trabajaba en el JPL.

Barbara algunas veces se sentía asfixiada con las expectativas de su madre. Seguía soltera y no tenía prisa por sentar cabeza. Su familia esperaba que pronto encontrara un esposo, pero no había ninguno a la vista. Al regresar a casa al final de la jornada de trabajo, los pies de Barbara se arrastraban por el camino que conducía a la puerta principal. Una vez dentro, su madre la reprendía antes de que Barbara colgara incluso su sombrero: ¿cómo esperaba casarse si trabajaba tantas horas? Sus hermanas intentaban constantemente encontrarle pareja. Incluso en la iglesia, no podía evitar los comentarios bien intencionados y las inevitables citas forzadas. Parecía que todos tenían un hijo que sería perfecto para ella. Solo en el JPL estaba libre de este peso abrumador. En el laboratorio nadie esperaba que saliera con alguien; de hecho, eso no era bien visto. En el trabajo había libertad, ya que su éxito se medía por sus cálculos en lugar de por el número de propuestas de matrimonio que acumulara. Y sin embargo, algunas veces, recostada en su cama por la noche, todo el miedo de un futuro solitario le llegaba como una tromba. “¿Debería preocuparme?”, pensaba. “¿Tendré alguna vez una familia propia?”.

Barbara estaba inquieta ese día nevado de enero en que las computadoras, incapaces de quedarse dentro, salieron por fin a construir ángeles de nieve, hacer hombres de nieve y lanzar bolas de nieve en el aire gélido. Liberarse era justo lo que necesitaban, un respiro bienvenido del trazado de trayectorias y de las jornadas que cada vez se hacían más largas, a pesar de la luz invernal de menor intensidad, porque se acercaban a la siguiente fecha de lanzamiento.

Los días que siguieron, al derretirse la nieve y manchar el laboratorio con charcos lodosos, también la claridad quedó atrás. Al discutir con los ingenieros los problemas recientes con el Bumper WAC, la computadora Coralie Pearson identificó una discrepancia en sus pruebas. Habían estado calculando todo el día las trayectorias de cohete asumiendo que el tanque del cohete estaba lleno de propelente, pero los lanzamientos se habían hecho con un tanque parcialmente lleno. Un tanque lleno daba 13 segundos adicionales de tiempo de combustión. Los ingenieros al principio habían estimado que la diferencia no tenía importancia, era solo cuestión de segundos, pero en definitiva afectaba sus cálculos. Dispuestos a probar todo, los ingenieros

estuvieron de acuerdo en que la siguiente ronda se haría con el tanque lleno. Había otros cambios en marcha. Cubrieron la tobera del Bumper WAC con un disco poco profundo para mantener constante la presión del aire mientras el cohete ganaba altura.

El equipo del JPL estaba realizando los últimos lanzamientos programados en White Sands y la presión era intensa. A la 1:15 a.m., tiempo de la montaña, el 24 de febrero de 1949, los ingenieros y los técnicos comenzaron los preparativos. Los técnicos conectaron circuitos y detonadores, examinaron las juntas tóricas, verificaron el clima y comenzaron el silencio de radio. A las 7:15 a.m. los ingenieros estaban listos para disparar el cohete. Pero el clima no cooperaba. Se nubló. Después de pasar la noche en vela, el grupo tenía que esperar otras siete horas para que el cielo se despejara. El día era ventoso, más de lo que les gustaba, pero decidieron intentarlo de todas formas. A las 3:14 p.m. el comandante comenzó la cuenta regresiva: “Tres, dos, uno, ¡fuego! ¡Fuera misil!”. El cohete se elevó de manera constante. Treinta segundos después el V-2 se separó. La *hermanita* salió disparada, sus tres pequeños estabilizadores expuestos. Con el impulso adicional voló más rápido y alcanzó los 8 288 km por hora. El cohete dejó la atmósfera y aceleró hacia el espacio. Alcanzó los 389 km por encima de la Tierra. Era la mayor velocidad y la mayor altura que cualquier objeto hecho por el hombre hubiera alcanzado. Transmitieron las noticias al grupo del JPL, que de inmediato rompió en hurras. Todos abrazaron a Coralie, que se puso tan roja como el cono de la nariz de un cohete por toda la atención que recibía. Al fin, Barbara pensó, se siente como que ya llegó la primavera.

Conforme los cohetes iban siendo cada vez más exitosos, el equipo debía enfrentar la realidad del uso que les iban a dar. Mientras todos en el JPL estaban enfocados en atravesar los límites del espacio y romper barreras, los cohetes que acababan de diseñar fueron destinados para cargar cabezas explosivas. Su objetivo no era la exploración sino el poderío militar. Cobijados en su cómodo ambiente académico, podían fácilmente negar este hecho. Con el éxito del Bumper WAC, Barbara se dio cuenta por primera vez de todo lo que esto podría significar. Y eso la hacía sentir ansiosa.

Fuera del laboratorio, Barbara tenía cuidado de no hablar de su trabajo con nadie. El laboratorio utilizaba un sistema de codificación por colores para diferenciar qué empleados tenían acceso a información confidencial. Una

línea roja vertical en la credencial del JPL de un empleado significaba que su trabajo era clasificado. Algunos empleados, como Barbara, también tenían una línea azul que cruzaba su credencial. Esto significaba que su trabajo era clasificado y secreto. Barbara era cuidadosa en dejar bajo llave los archiveros que guardaban los cálculos clandestinos de las computadoras por la noche.

Debido a estas restricciones, Barbara mantenía separadas su vida profesional y su vida privada. No hablaba de su trabajo con su madre ni con sus hermanas y, en la iglesia o cuando salía con sus amigas, las profesiones casi nunca eran tema de plática entre mujeres. La importancia de sus profesiones se consideraba marginal en comparación con su vida social. Solo entre sus compañeras computadoras podía hablar con libertad.

Había caído una sombra roja en Estados Unidos y había un miedo descontrolado a que los comunistas se infiltraran en las instituciones estadounidenses. Para 1949, cuando la Unión Soviética detonó su primera bomba atómica, cuyo nombre en clave era First Lightning, en el remoto sitio de Kazajistán, Estados Unidos dejó de ser el único en el desarrollo de tecnología nuclear. En Estados Unidos no podían creer la velocidad con la que los soviéticos habían sido capaces de producir armas atómicas. Como la mayoría de sus compatriotas, la sangre de Barbara se helaba con las noticias de que los científicos estadounidenses que tenían lazos secretos con los comunistas habían filtrado información a la URSS.

La histeria aumentó. Las historias de espías ocultos en los laboratorios estadounidenses predominaban en los encabezados noticiosos. El JPL celebraba reuniones sobre el tema de la amenaza soviética creciente mientras que el FBI fisgoneaba en las vidas pasadas de todos. Hasta entonces, Barbara no había prestado mucha atención a las noticias. Le encantaba escuchar música en la radio, pero no escuchaba los noticiarios. Le gustaba ir al cine, pero rara vez veía los noticiarios cinematográficos. Casi nunca leía los periódicos. No se esperaba que las jóvenes de 20 años hablaran de política ni estuvieran informadas de los sucesos mundiales. Pero ahora las tensiones en el escenario mundial la afectarían de forma directa.

El “terror rojo” no era solo un encabezado; estaba destruyendo las vidas de aquellos con quienes trabajaba. En el JPL todos se conocían y todos conocían a Hsue-Shen Tsien, un miembro fundador del laboratorio. Era experto en cohetes V-2, y había adquirido su conocimiento en la Segunda

Guerra Mundial. Originario de China, llegó a Estados Unidos en 1935 para estudiar en el MIT. Como Frank Malina, el director en funciones, había obtenido su doctorado en Caltech y casi de inmediato había sido atraído al Suicide Squad. Aunque era un hombre callado, algo de audacia había en el grupo que lo atrajo. Había estado involucrado con el JPL desde su concepción, y tuvo un papel clave para su éxito antes de servir al ejército de Estados Unidos.

Fue en el ejército, cuando servía como coronel honorario, cuando Tsien fue consultor en la Operation Paperclip [Operación Clip], cuyo objetivo era capturar científicos nazis después de la guerra antes de que la URSS pudiera establecer contacto con ellos. Estados Unidos estaba desesperado por clavar sus garras en la tecnología de cohetes nazi, cuya complejidad superaba por mucho a la de los aliados. Tsien, científico de cohetes consumado y muy respetado, era una elección natural para entrevistar a los científicos enemigos. Cuando Wernher von Braun y Rudolf Hermann, ambos notorios por su pericia en cohetes, fueron capturados, Tsien fue uno de los primeros que habló con ellos. Tanto Tsien como Frank habían estado persiguiendo por mucho tiempo la tecnología del cohete alemán V-2. Conocer por fin sus secretos era excitante. Estaban ansiosos por llevar a Estados Unidos tanto la tecnología como a los científicos nazis. Tsien soñaba lo que el JPL podría hacer con un cohete como ese.

Irónicamente, justo cuando la promesa del cohete V-2 empezaba a rendir frutos y el Bumper WAC de dos etapas que Barbara y el equipo del JPL comenzaba a volar, el mundo de Tsien se derrumbó.

En las garras del macartismo, el FBI lo acusó de ir a reuniones comunistas secretas disfrazadas de fiestas de Caltech para exalumnos. Descubrieron a comunistas entre sus jóvenes y tímidos amigos. Sus orígenes chinos intensificaron los miedos del gobierno, en especial porque hacía poco tiempo había regresado al campus de Caltech y visitaba el JPL con mayor frecuencia. Al fin, en 1950, el gobierno anuló su habilitación de seguridad. Se le prohibió la entrada al laboratorio que había ayudado a construir.

Para muchos empleados en el JPL, esas acusaciones eran absurdas; pero había nuevas acusaciones en los laboratorios a lo largo del país, y parecía que los espías acechaban por todas partes. Y de todas formas, la mayoría de

quienes trabajaban en el JPL creían que Tsien era inocente. El tema era demasiado triste para que corrieran los chismes. Tsien era brillante y le simpatizaba a mucha gente; los cargos contra él parecían imposibles.

Durante cinco años, Tsien y su familia estuvieron bajo arresto domiciliario antes de ser deportados a China. Mientras él fue expulsado y calificado de traidor, los criminales de guerra nazis que él ayudó a llevar a Estados Unidos recibían más libertad y recursos que nunca. En 1950, el mismo año que comenzó el arresto domiciliario de Tsien, Von Braun y su equipo de científicos alemanes llegaban a Redstone Arsenal, en Huntsville, Alabama, ya que se reconocía y se impulsaba su importancia en el desarrollo de cohetes.

Las aportaciones de Tsien —de regreso en su país natal— al programa espacial chino le brindarían el título de Padre de la Cohetería China. Es tentador imaginar qué innovaciones habría llevado al programa espacial de Estados Unidos de haberse quedado. Mientras los reportes del gobierno, realizados hasta 1999, continuaron denunciando a Tsien como espía, estas acusaciones nunca fueron probadas.

Frank, director y fundador del laboratorio, fue otra víctima del “terror rojo”. A diferencia de Tsien, había admitido que asistió a reuniones comunistas a fines de la década de 1930 antes de renunciar al partido en 1939. No era comunista, pero su postura política no estaba definida con claridad. Sus tendencias liberales se resentían ante el clima político del momento. Entre otras razones personales, la ola creciente de paranoia acerca de los científicos comunistas y su propia incertidumbre moral en cuanto a desarrollar armamento lo llevó a dejar tanto al JPL como la cohetería para siempre. Era difícil para las computadoras ver ir a Frank, alma y corazón del laboratorio. Y, sin embargo, sabían que su naturaleza sensible lo hacía demasiado frágil para quedarse. Al retirarse del desarrollo de cohetes, retomaría su naturaleza artística y crearía pinturas cinéticas que entretejían sus pasiones duales de ciencia y arte.

Una tarde de primavera de 1955, el mismo año que Tsien fue deportado a China y Frank inauguraba una exposición de arte cinético en una galería de arte en París, Barbara y sus amigas firmaban con sus nombres el metal pintado de blanco del centésimo Corporal construido en el JPL. Era una ocasión trascendental que celebraba la década que el equipo del JPL se había

dedicado a optimizar el arsenal, y el resultado de una larga y dolorosa cadena de fracasos. Se relajaron cuando pudieron ver el misil adornado con sus firmas, desarmado y cargado en una caravana de camiones. El Corporal necesitaba una gran cantidad de equipo de apoyo; un compresor de aire masivo, suministro de aire, plataforma y un dispositivo de lanzamiento. Las grúas se balanceaban al levantar el equipo difícil de manejar. El erector, diseñado para levantar el misil hasta su posición, todavía estaba pintado de color cereza, un recordatorio de su vida previa en un manzano. Seguían dos camiones cisterna, llenos con combustible líquido altamente explosivo, cuya fórmula era resultado de años de investigación. El misil mismo estaba empacado en un contenedor gigante. En conjunto, la caravana se extendía 25 km. Parecía un batallón dirigiéndose a la guerra.

El sol estaba en la parte baja del cielo y proyectaba sombras largas que bailaban a lo largo del pasto. Algunas de las mujeres saludaban con la mano mientras veían a los camiones salir por la reja y dirigirse al desierto. La tristeza inundó a Barbara; se sentía como si un niño se fuera de casa. Los ingenieros y las computadoras se sentaron en las sillas y tomaron champaña hasta que el cielo se tiñó de rosa. La celebración fue alegre pero silenciosa. Confiados, esperaban tener éxito, pero los desastres pasados les habían enseñado a no celebrar demasiado pronto.

Una semana después una docena de técnicos e ingenieros hicieron las cuidadosas maniobras necesarias con el cohete tapizado de sus firmas; lo llevaron hacia la plataforma de lanzamiento de White Sands y comenzaron la cuenta regresiva. Entonces, con la simple pulsión de un botón y la orden “¡Fuera misil!”, dispararon. El cohete se elevó con lentitud al principio y, de pronto, se echó un clavado de nariz hacia los arbustos del desierto antes de explotar. Las llamas lo consumieron mientras nubes gigantes de humo llenaban el aire. Cuando apagaron el fuego encontraron solo fragmentos irreconocibles. A pesar de ser el centésimo Corporal construido, los ingenieros no tenían la menor idea de lo que había fallado. Por lo pronto, sus firmas estaban dispersas a lo largo del desierto de Nuevo México.

Parecía que el JPL estaba destinado a luchar con su armamento aun cuando todos en el laboratorio comenzaban a visualizar un futuro sin él. Se embarcarían en este viaje sin su fundador. Y para su mayor consternación, Frank tendría que ver de lejos cómo el sueño del JPL de explorar el espacio

poco a poco se iba haciendo realidad. Nunca tendría la posibilidad de sentir el entusiasmo de adaptar su tecnología para probar los límites del Universo. Pero Barbara Lewis lo haría. Primero, sin embargo, se convertiría en reina de belleza.



El misil Corporal descrito antes, el cual contenía las firmas de Barbara y sus colegas, hecho añicos a lo largo del paisaje de White Sands, 1955 (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).

Notas

Todas las anécdotas personales y la historia familiar fueron obtenidas de entrevistas de la autora.

Barbara firmó el centésimo Corporal en 1955. El cohete fue lanzado desde White Sands el 28 de abril de 1955. William Pickering describió el evento en una presentación de JPL Stories en la biblioteca del JPL, enero de 2001.

Las descripciones del Corporal, WAC Corporal y el Bumper WAC pueden encontrarse en Frank H. Winter, *Rockets into Space*, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1990; A Bowdoin Van Riper, *Rockets and Missiles: The Life Story of a Technology*, Baltimore, Johns Hopkins

University Press, 2007; y Mike Gruntman, *Blazing the Trail: The Early History of Spacecraft and Rocketry*, Reston, VA, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2004.

Una historia del nombre del WAC Corporal, incluyendo las definiciones alternativas “Without Altitude Control” y “Women’s Army Corps” pueden encontrarse en Simon Naylor y James R. Ryan, eds., *New Spaces of Exploration: Geographics of Discovery in the Twentieth Century*, Londres, I. B. Tauris, 2010.

La descripción del White Sands Proving Ground fue obtenida de entrevistas personales y correspondencia. Una descripción de las travesuras que ocurrieron ahí pueden encontrarse en M.G. Lord, *Astro Turf; The Private Life of Rocket Science*, Nueva York, Walker, 2006. La belleza física del sitio y su uso en la prueba del Trinity son mencionados en Rose Houk y Michael Collier, *White Sands National Monument*, Tucson, AZ, Western National Parks Association, 1994.

La descripción de la tormenta de nieve de 1949 es de Stephen B. Johnson, “In 1949, the Snowman Socked Los Angeles”, *Los Angeles Times*, enero 11 de 2013.

Los resultados de las pruebas del Corporal y el Bumper WAC están documentados en el reporte oficial de gobierno, James W. Bragg *et al.*, “Development of the Corporal: The Embryo of the Army Missile Program”, Army Missile Command, Huntsville, AL, abril, 1961.

El vuelo del cohete V-2 sobre El Paso y su choque en Juárez fue descrito en “V-2 Rocket, Off Course, Falls Near Juarez”, *El Paso Times*, 30 de mayo, 1947.

Una historia de lo que después sería Cabo Cañaveral y sus orígenes en Cocoa Beach, puede encontrarse en Tony Long, “July 24, 1950: America Gets a Spaceport”, *Wired*, 24 de julio, 2009.

La información sobre el papel de Coralie Pearson para ayudar al lanzamiento del Bumper WAC se obtuvo gracias a las entrevistas de la autora. Se puede encontrar una descripción del lanzamiento el 24 de febrero de 1949, así como consideraciones técnicas del Bumper WAC en J.D. Hunley, *Preludes to U.S. Space-Launch Vehicle Technology: Goddard Rockets to Minuteman III*, Gainesville, University Press of Florida, 2008.

La primera bomba atómica de la URSS, con el nombre cifrado First Lightning, se describe en Andrew Krepinevich y Barry Watts, *The Last Warrior: Andrew Marshall and the Shaping of Modern American Defense Strategy*, Nueva York, Basic Books, 2015.

Hsue-Shen Tsien es el nombre utilizado en Estados Unidos, aunque Tsien era conocido como Qian Xuesen en China. Su historia está documentada en Iris Chang, *Thread of the Silkworm*, Nueva York, Basic Books, 1995. Su registro en el FBI se obtuvo utilizando la Freedom of Information Act [Ley de Libertad de Información]. Tsien todavía era considerado espía por el gobierno de Estados Unidos en 1999, según el reporte del Informe 105-851 de la Cámara de Representantes de Estados Unidos, “Report of the Select Committee on U.S. National Security and Military/Commercial Concerns with the People’s Republic of China, Submitted by Mr. [Christopher] Cox of California, [Committee] Chairman”, 3 de enero, 1999, 105° Congreso, segunda sesión.

Los problemas de Frank Malina con el FBI y su exilio a Francia, impuesto por él mismo, están documentados en los archivos del FBI.

Se puede encontrar una descripción de la caravana del Corporal, incluyendo su extensión de 25 km, en Stephen B. Johnson, *The Secret of Apollo Systems Management in American and European Space Programs*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 2006.

Señorita Misil Guiado

Barbara Lewis se quitó con cuidado los tubos de su cabellera gruesa y oscura. Había llegado por fin la gran noche. Hoy se reiría, bailarían y tal vez incluso ganaría la corona en el concurso Miss Señorita Misil Guiado en el JPL. Pasó sus dedos con delicadeza por los rizos para aflojarlos antes de separar los mechones cercanos a su cara y atarlos con un listón de terciopelo negro. Era optimista en cuanto a sus posibilidades en el concurso de belleza de esa noche, pero no porque se pensara más bonita que las otras chicas que competían. A sus ojos, el concurso Señorita Misil Dirigido no era un concurso de belleza tradicional. Se elegía a la ganadora con base en su popularidad, más que en su figura esbelta y su vestido de crinolina. Todas las primaveras, una mujer de cada departamento se anotaba para ser considerada y la votación estaba abierta a todos. Consciente de esto, Barbara usaba sus artimañas para influir en sus colegas. No era hábil en particular en la cocina, pero hizo tres recetas de galletas con chispas de chocolate y llenó una pequeña canasta con los premios. Armada con las galletas, Barbara caminaba por el laboratorio ofreciéndolas con una sonrisa, llamándolas abiertamente un soborno y diciendo, alegre: “Vota por Barbara”.

Antes de que comenzara la votación, sin embargo, los colegas de Barbara la subieron a un convertible y condujeron alrededor del laboratorio. Con el viento soplando en su cabello, ella sonreía y saludaba con la mano. Se sentía algo tonta y se reía, nerviosa. Barbara tal vez no fuera la mujer más hermosa del laboratorio, pero era sociable y era fácil trabajar con ella. Todas las computadoras estaban a favor de ella. Se imaginó al director del instituto coronándola en el baile de verano. Pero no se obsesionaba pensando en su posible victoria, puesto que era solo un asunto poco importante. Nadie lo

tomaba muy en serio. Barbara, que representaba la sección de cómputo, competía con Lois Labee, que era química, y con Margaret Anderson, que trabajaba en la división de diseño de investigación. Todas eran jóvenes, hermosas y muy buenas en sus difíciles trabajos. De acuerdo con las normas actuales, este extraño concurso de belleza era resultado de las prácticas progresistas de contratación del JPL. Cuando se entregaban los pequeños ramos de flores y una mujer atractiva coronaba a la ganadora, la competencia destacaba de manera involuntaria el hecho de que hubiera mujeres jóvenes con educación trabajando en el JPL. Después de todo, a otros laboratorios les habría sido imposible llevar a cabo un concurso como ese en la década de 1950 porque ellos no contrataban a suficientes mujeres.

Barbara se puso un modesto vestido camisero cuyo dobladillo revelaba sus pantorrillas. Era negro, tenía diminutos lunares blancos y lo había comprado especialmente para la ocasión. Se lo abotonó hasta el cuello pero, de pronto, para afirmar su femineidad, ajustó bien su cinturón a fin de destacar su figura delgada. Se puso las medias y echó un vistazo a sus zapatos nuevos para admirarlos antes de calzárselos. Los zapatos negros de raso con tacón y punta abierta eran la última moda. Un pequeño lápiz labial rojo oscuro y estaba lista para irse. Giró, feliz, frente al espejo antes de bajar la escalera para mostrarse con orgullo a su madre y a sus hermanas.

La sala de cómputo estaba a punto de reventar con nuevas mujeres que llegaban. El JPL tenía un nuevo contrato con el ejército y Macie Roberts había estado buscando tantas mujeres jóvenes cualificadas como podía. Entre 1950 y 1953, el presupuesto anual del JPL se había duplicado, de casi cinco millones de dólares a 11 millones. El trabajo también se iba a duplicar y, sin embargo, la administración dudaba si expandirse o no. El laboratorio siempre había disfrutado de la sensación de intimidad; no querían destruir la cultura que habían construido. Con esto en mente, Macie contrataba solo a mujeres que, creía, trabajarían bien con su equipo.

Cuando Janez Lawson entregó su solicitud, era obvio que estaba hecha para el trabajo. Estaba egresando de la prestigiosa Universidad de California en Los Ángeles (UCLA) con una licenciatura en ingeniería química. Janez, nacida y criada en Los Ángeles, venía de una familia adinerada. Su madre y su padre trataban de darles a ella y a su hermana menor las riquezas que ellos habían solo soñado al crecer. Pero el éxito de sus padres no había impedido

que Janez trabajara duro en la escuela. Amaba la química y las matemáticas. Aunque por lo general era la única mujer en sus clases, ella se enfocaba en las ciencias con una determinación inquebrantable. Y no era un ratón de biblioteca. Sumamente atractiva y de personalidad alegre, Janez estaba destinada a ser siempre la chica más buscada en su salón de clase.

En la UCLA se unió a la fraternidad Delta Sigma Theta, la cual reconoció sus logros y le otorgó una beca. El grupo le brindaba el perfecto contrapunto para las largas horas que pasaba estudiando. Janez algunas veces se escapaba de la biblioteca para ir a la playa con sus amigas, a relajarse o ayudar a planificar la fiesta anual de Navidad. Con sus hermanas de fraternidad era divertida y decía tonterías, mientras que en el salón siempre era seria. Su último año marcó la culminación de su época feliz de estudiante. Sus hermanas de fraternidad la eligieron presidenta de Delta Sigma Theta y estaba por graduarse con honores. Cuando sus años universitarios llegaron a su fin, comenzó a investigar sus opciones de trabajo, pero no tenía esperanzas de que alguna vez pudiera recrear la feliz mezcla de camaradería y ciencia.

Un día, Janez se paró frente al pizarrón de ofertas de trabajo de la UCLA y examinó sus opciones. Aunque era licenciada en ingeniería, apenas echó un vistazo a la oferta de trabajo de la Douglas Aircraft Company que buscaba ingenieros. Ya sabía que ella estaba excluida de sus puestos de elite, que casi eran solo para hombres. Atrapada entre solicitudes que buscaban hombres que trabajaran con láminas de metal y estenógrafos, llamó su atención un anuncio de Caltech. SE REQUIERE COMPUTADORAS DE FORMA URGENTE, decía en mayúsculas grandes a lo largo del borde superior de la hoja. En letra menor, la descripción de puesto decía: *Las computadoras no necesitan tener experiencia avanzada ni grados académicos, pero deben tener una aptitud e interés en las matemáticas y las máquinas computadoras.* En un mar de empleos disponibles, este sobresalía. Era especial por ofrecer un trabajo profesional en matemáticas en un instituto académico líder. El que el puesto no necesitara de un grado era un código que le decía a Janez que estaba abierto a mujeres. Para una mujer que quisiera ser ingeniera, tomar un trabajo como computadora era como entrar al campo de juego por una secreta puerta trasera.

Y entonces, una mañana de primavera en marzo de 1952, Janez estrechó con confianza la mano de Macie.

-Soy Janez Lawson -dijo, sonriendo con calidez.

-La señora Roberts, supervisora de cómputo -dijo Macie en su seco estilo habitual. En lugar de intercambiar frases de cortesía, comenzó directamente con sus preguntas.

-Veo que estás por graduarte de la UCLA, ¿verdad?

-Así es. Voy a recibir mi título de licenciada en ingeniería química. Como parte del programa tomé todos los cursos de matemáticas avanzadas que ofrecía la universidad.

-¿Has utilizado alguna vez una calculadora Friden?

-He visto una, pero no las utilizamos en clase -titubeó Janez, antes de agregar: “Pero aprendo rápido”.

-¿Te gusta trabajar con otras mujeres?

-Bueno -comenzó Janez y midió sus palabras con diplomacia, -casi no hubo mujeres en mis clases en la UCLA. Sin embargo, me encanta trabajar con mujeres. Como presidenta de mi fraternidad, he organizado muchos eventos con las chicas de nuestra casa. Nuestros bailes de invierno siempre tuvieron éxito. Por supuesto, he tenido a mi madre como modelo. Es muy activa en cuestiones sociales.

Macie estaba impresionada. Janez rebosaba confianza. La joven se veía madura y capaz. Macie estaba segura de que sería una adición invaluable para su equipo. Había solo un obstáculo que le impedía contratarla en ese momento: Janez era afroamericana.

Era innegable que a pesar de todas sus actitudes liberales y su modo relajado, California estaba segregada. Escuelas, vecindarios y lugares de trabajo estaban definidos por raza. Con el florecimiento de la posguerra, los afroamericanos se estaban yendo a vivir al sur de California, en especial a Los Ángeles, en grandes cantidades. La población de la ciudad creció de 75 000 habitantes en 1940 a casi 250 000 en 1950. Desde todo el país, la gente llegaba en oleadas al sur de California soñando con el sol brillante, las playas y un futuro como estrellas de cine. Era la tierra de los soñadores. Para darle lugar a todos, los desarrolladores inmobiliarios derribaron huertos de naranjas y reemplazaron hileras de color verde y anaranjado con hileras de casas de interés social. Pero estos nuevos vecindarios no ofrecían gran diversidad; los afroamericanos estaban confinados más que nada en algunas áreas en la ciudad en crecimiento. La familia Lawson era parte de una comunidad

pujante en Santa Mónica.

La decisión del JPL de contratar a Janez Lawson no fue tomada a la ligera. Sería la primera persona afroamericana en ser contratada para un puesto profesional en el instituto. Ella daba continuidad a un legado familiar. Su padre, Hillard Lawson, era el primer afroamericano miembro del consejo ciudadano en Santa Mónica. Surgieron preguntas, y la más común era: ¿cómo reaccionaría ante ella el personal? Macie respondió con gran velocidad por su equipo de mujeres, segura de que aceptarían a Janez como una de ellas. Los ingenieros, no lo dudaba, la aceptarían también. Contrataron a Janez.

Conforme el grupo daba sus primeros pasos hacia la integración racial, las presiones de la Guerra Fría también aumentaban. Se había establecido el diseño del misil Corporal, al menos en su concepto, y así el trabajo del JPL en el proyecto disminuyó. Ahora era tiempo de hacer que el misil fuera confiable. Para lograrlo, entregaron el proyecto a un contratista privado que haría la manufactura y las pruebas de los cohetes con el asesoramiento del JPL. El licitador seleccionado fue Firestone Tire and Rubber Company. Aunque esta empresa no había trabajado con misiles todavía, ofrecía la ventaja de la proximidad, puesto que su fábrica estaba en Los Ángeles. Sin embargo, desde el principio, la relación entre el instituto de investigación y el contratista fue tensa. Los dibujos que el JPL entregaba a Firestone eran muchas veces frustrantemente incompletos, y el JPL lamentaba la calidad inconsistente del trabajo de Firestone. El caos no era bueno para el desarrollo de misiles. Algunas veces el sistema de orientación de los misiles trabajaba a la perfección; otras veces disparaba al gigantesco cohete hacia los arbustos. Los ingenieros llevaban los problemas del sistema a las computadoras y ellas trabajaban en conjunto para resolverlos.

Parte del problema era que el sistema de orientación no era más que una suma de parches de tecnología existente que había sobrado de la Segunda Guerra Mundial. Aunque los ingenieros del JPL reconocían que lo ideal era tener un sistema inercial —en el que el misil pudiera corregir su propio curso—, no tenían tiempo de construirlo. Por el contrato que tenían con el ejército, no podían perder tiempo probando cosas. En su lugar, el misil utilizaba un sistema de orientación de mando por radio, una solución con la que los alemanes habían experimentado durante la guerra. Utilizando radar y Doppler, trazaban la posición y velocidad del misil, y luego lo mantenían en

curso con un transmisor de radio.

El sistema de orientación armado de manera tan apresurada fallaba con frecuencia. Las computadoras bromeaban diciendo que lo único que necesitaba para ser derribado era una ligera brisa. Los Corporales se producían ahora en la línea de ensamblaje de Fireston, pero el misil ya no les parecía su bebé. La falta de consistencia en la manufactura les trajo frustración y una enorme decepción. Había un deseo creciente en el JPL de construir sus diseños internamente, donde podrían controlar todos los aspectos de su desarrollo, pero esto no era práctico en el caso de las armas. Aunque podían construir un puñado de cohetes ellos mismos, no tenían los medios para producirlos en masa en las cantidades necesarias para la guerra.

Mientras el JPL batallaba en su relación con contratistas privados, también había comenzado a trabajar en un proyecto nuevo: el Sergeant. El sistema de armas tendría un sistema de orientación mucho más elaborado, así como precisión y alcance mejorados, y como utilizaría pasteles compactos de combustible sólido que cabían dentro del misil, no se necesitaría una caravana de 25 km para lanzar el cohete. Sería el sistema de misil más avanzado que el mundo hubiera visto jamás. Pero el proyecto apenas era una idea; no había sido aprobado todavía por el ejército. No obstante, con las tropas estadounidenses en Corea, parecía inevitable la necesidad de un arma tanto poderosa como ligera. La solución parecía residir en una maravilla olvidada de la ingeniería de la Segunda Guerra Mundial.

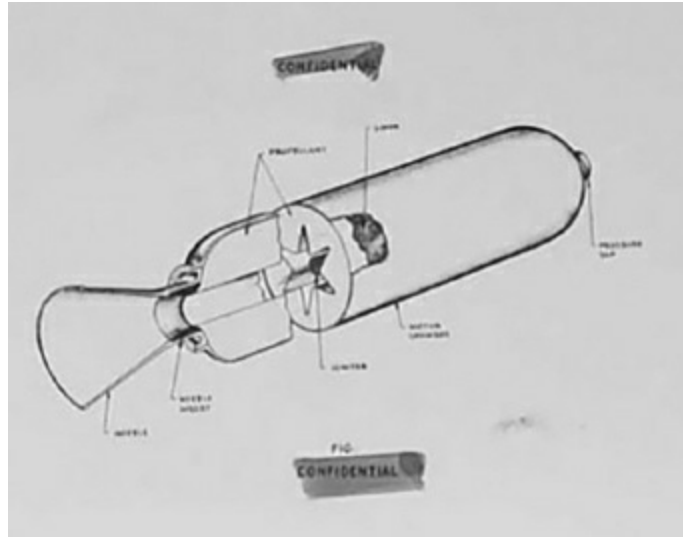
En la década de 1930, un grupo de científicos del Reino Unido estaba desesperado. La guerra con Alemania era inminente y necesitaban desarrollar un arma antiaérea, pero los materiales eran limitados y casi no tenían dinero. Diseñaron un cohete delgado y simple de cinco centímetros para lanzar a los aviones enemigos, utilizando los únicos materiales que tenían disponibles: tubos delgados de acero. El problema era que los endebles revestimientos exteriores del cohete se derretían al ser expuestos a la combustión explosiva del motor del cohete. Necesitaban una manera de aislar el delicado recubrimiento del núcleo del motor.

A Harold James Pool, químico del grupo de reacción en el British Woolwich Royal Arsenal se le ocurrió una solución elegante. Inventó una estructura oculta dentro del cohete: una hermosa estrella de cinco picos. Desde el exterior se veía como cualquier misil, pero el propelente sólido que

había dentro tenía, cavada desde su centro, a lo largo, la forma de una estrella. El espacio entre el propelente y el recubrimiento externo estaba ocupado con un sello aislante. La estrella protegía el recubrimiento externo de las altas temperaturas del motor y tenía otras ventajas importantes. Puesto que la combustión estaba contenida dentro de la estrella, mantenía constante la velocidad en la que se consumía el combustible. El cohete fue impulsado hacia el aire con una aceleración más poderosa y consistente que nunca. Pero surgieron problemas. El combustible rudimentario de los científicos, el único disponible, se filtraba hacia dentro del sello y provocaba que los cohetes se deterioraran desde el interior hacia el exterior. Sin solución viable, Pool y su equipo abandonaron la “estrella ardiente”.

Aunque su invento ya no era práctico, Pool no podía soltarlo, convencido de que se trataba del diseño ideal para los cohetes. Lo dibujó desde todos los ángulos, probando con estrellas de tres, ocho, diez y doce picos. Creía que la estrella le daría al cohete una combustión consistente, lo que podría producir un empuje constante y brindar al cohete una potencia excepcional. Pero todo eran números en una página. Con las presiones de la guerra en Gran Bretaña, el gobierno no tenía fondos para experimentar con el diseño. Cuando terminó la Segunda Guerra Mundial, las ideas de Pool llegaron a Estados Unidos. Un apéndice adjunto a un memorándum que fue enviado al JPL a finales de 1945 describía la forma de la estrella y contenía algunas ecuaciones. Intrigado, el grupo del JPL comenzó a ver las posibilidades del diseño a finales de la década de 1940.

Las computadoras y los ingenieros trabajaron juntos para corregir los problemas técnicos. Como no los inhibían los recursos limitados de la época de la guerra, el equipo encontró la solución fácilmente. La dificultad parecía tener sus raíces en los materiales, que eran permeables. Para resolver esto podían unir el propelente de estrella directo a la carcasa y utilizar un material propelente distinto que no provocara tantos problemas. Los diseños, por lo menos en papel, eran perfectos.



Motor de cohete que muestra el propulsor de estrella interno (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).

Pero una vez que los números salieron de la página, todo empezó a fallar. La primera vez que el cohete Sergeant detonó, la explosión reverberó a través de la sala de cómputo y asustó a las mujeres. Al final de la tarde, los ingenieros trajeron los restos del motor a gran escala, que ahora eran rizos torcidos de acero, para que los vieran las mujeres. No quedaban rastros de ninguna estrella. Algo había salido mal en sus cálculos. Y seguía saliendo mal. Los encendieron 12 veces consecutivas, en 1950, y todas las veces la estrella se partía en dos y el motor cohete explotaba antes de tiempo, sin lograr acercarse a su objetivo. A pesar del peligro, el equipo continuó obstinadamente las pruebas, aunque cada explosión tentaba al destino y abría la puerta a potenciales accidentes.

No obstante, los ingenieros y las computadoras estaban acercándose a la solución. Parte del problema era la estrella misma: sus picos eran demasiado afilados y provocaban que la estructura entera se fracturara al estar bajo presión. Los cálculos de las mujeres mostraban que si redondeaban los picos de la estrella y utilizaban una carcasa más gruesa, podrían hacer que el cohete volara más lejos antes de explotar. Sin embargo, el número apabullante de fracasos había hecho que Louis Dunn, director del laboratorio, se preocupara por la seguridad. Canceló el proyecto, para decepción de todos.

El destino de la estrella ardiente era todavía incierto en 1951, cuando Marie Crowley comenzó a trabajar en el JPL. Llegó al laboratorio después de

haber estado poco tiempo en el grupo de reducción de datos en Aerojet. La compañía manufacturaba cohetes y misiles, y había sido fundada también por el Suicide Squad —Frank Malina, Jack Parsons, Ed Forman, junto con Martin Summerfield y su asesor, Theodore von Kármán— en 1942. La conexión de Aerojet con el JPL implicaba que para Marie sería fácil obtener una entrevista en el laboratorio, que ella esperaba que fuera para un trabajo más interesante. Le simpatizaban los ingenieros con quienes trabajaba, pero la reducción de datos le parecía aburrida. Solo insertaba números en ecuaciones a ciegas, sin visualizar lo que significaban los cálculos. Los días eran un trecho interminable de raíces cuadradas, logaritmos y polinomios. Quería algo más.

Perdida en el trabajo monótono de los cálculos diarios, estaba la belleza que al inicio la había atraído hacia las matemáticas. Era maravilloso ver cómo los números podían describir la naturaleza de un modo tan perfecto. La serie de Fibonacci, introducida en Europa en 1202 por un matemático italiano para describir la naturaleza en expansión de la reproducción de los conejos, aparece en todas las regiones de nuestro mundo. La secuencia de números — 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144...— forma un patrón en el que, después del primero, cada número sucesivo es la suma de los dos anteriores. El poder de esta secuencia es tal que repercute en el número de pétalos en las flores: los girasoles tienen precisamente 55, 89 o 144 pétalos. Define la manera en que las hojas se enrollan en espiral alrededor de una planta, como lo hacen las hojas apretadas de las piñas de los pinos y las frutas del mismo nombre, y también la forma de las caracolas de mar. Los números se reflejan también en los cinco brazos de una estrella de mar, el número de huesos en nuestros dedos e incluso la manera como se dividen las células vivas.

Marie amaba la secuencia de Fibonacci desde que estaba en el Immaculate Heart College, en Los Ángeles, donde había terminado hacía poco tiempo su doble especialidad en química y matemáticas. Era la primera persona de su familia que egresaba de la universidad. Su padre, escondiendo su orgullo, la previno: “Más te vale hacer dinero”. Como hija de la época de la depresión, Marie quería, por encima de todo, encontrar un trabajo bueno y estable. Pero quedó devastada al enterarse de que no había puestos de química en el JPL. El departamento ya tenía tres mujeres, y el jefe, que era hombre, había determinado que era la cantidad ideal. A diferencia de Macie,

él consideraba al sexo femenino como empleadas inestables, propensas a irse tan pronto como tuvieran la tentación del matrimonio o de los hijos. Tal vez estaba dejando que su vida personal coloreara su visión de las mujeres en la fuerza laboral —tanto su madre como su hermana se habían quedado en casa para criar a sus hijos— a pesar del hecho de que las mujeres en su departamento habían estado ahí durante años y no tenían planes de irse.

Aunque Marie no podía trabajar en el área de química, había disponible un puesto de computadora y decidió postularse. Estaba nerviosa cuando Macie la entrevistaba. Macie era una mujer pequeña y para Marie se veía como una suegra, más que como una jefa. Una de sus primeras preguntas la sorprendió:

-¿Te importa trabajar con mujeres de color?

Nunca le habían preguntado eso a Marie.

-No -respondió.

Después de comenzar a trabajar, comprendió por qué Macie le había hecho esa pregunta tan poco común. Compartiría un gran escritorio de madera con Janez Lawson. Para entonces, las computadoras habían dejado su residencia estrecha, con corrientes de aire, del Edificio 11, por el luminoso y nuevo Edificio 122 de dos pisos. Situadas junto a los ingenieros, las mujeres estaban en un lugar ideal para la conversación entre los grupos. La sala de cómputo tenía grandes ventanales que dejaban entrar el sol. Algunas veces era demasiado soleada —no había aire acondicionado—, y en el calor del día, se alineaban sobre las cejas de las computadoras gotitas de sudor que también humedecían sus palmas conforme escribían en sus cuadernos. Para ese entonces, ya abundaban las calculadoras Friden, una por cada escritorio, pero solo una de ellas era capaz de realizar raíces cuadradas, así que todavía tenían que esperar turno para utilizarla.

En su espacio compartido, Janez y Marie se hicieron buenas amigas, al trabajar juntas en proyectos e ir a una a casa de la otra cuando la jornada laboral terminaba. Janez le contó a Marie que le encantaba trabajar con científicos. “Los científicos son menos prejuiciosos”, dijo. “Están absortos en todas estas cosas que a la persona común no le interesan siquiera”. Marie se rio; no podía estar más de acuerdo.

Marie estaba impresionada con el dominio de las matemáticas de Janez. Para ella era obvio que Macie pensaba maravillas de ella también. Janez era

una de solo dos computadoras a las que el JPL envió a la escuela de capacitación de IBM. La capacitación sería muy oportuna con la llegada de la primera computadora que no estaba hecha de carne y hueso. La IBM 701 era la primera computadora científica comercial de la compañía, y la llamaban la *calculadora de defensa*. Mientras el término *computadora* había sido utilizado para describir a una persona que computaba desde el siglo XVII, se empleó para máquinas en épocas tan tempranas como a finales del siglo XIX. Aunque era todavía más utilizado para personas, la palabra se volvió cada vez más común para describir las máquinas electrónicas en la década de 1940.

La IBM 701 era un instrumento delicado de tubos y memoria. Estaba llena de decenas de miles de tubos de diodo de germanio, cada uno del tamaño aproximado de un pulgar, y actuaban de manera similar a los focos, capaz de amplificar las señales eléctricas. Los tubos enviaban los datos, llamados *dígitos binarios*, o «bits», de la entrada (*input*) a la salida (*output*). La computadora también tenía un sistema de memoria electrónica avanzado, que utilizaba una cinta magnética negra del ancho de una hoja de papel, enrollada alrededor de rieles. La tecnología de la cinta magnética para guardar grabaciones de audio había surgido desde la Segunda Guerra Mundial. Aunque los soldados estadounidenses estaban en *shock* por las consecuencias atroces del régimen nazi, no podían evitar admirar la calidad de sus grabaciones de audio. Se podía escuchar una canción desde la litera a altas horas de la madrugada, y sonaba como si la orquesta estuviera tocando en vivo frente al público, sin siseo y sin los rayones de la aguja que eran parte integral de la reproducción de discos de 78. Nadie se imaginaba cómo cambiaría la tecnología.

IBM fue una de las primeras compañías en adaptar esta tecnología para la memoria de la computadora en lugar de grabación de audio. Tal como su primo de audio, el magnetófono, la IBM 701 utilizaba cinta cuya superficie estaba recubierta con partículas de óxido. La máquina escribía información en la cinta por medio de imanes. Los imanes creaban una corriente que a su vez imantaba las partículas de óxido. Cada partícula imantada era una porción de datos guardada. Cada carrete de cinta podía contener dos millones de dígitos y la computadora tenía cuatro carretes.

Se necesitaba una habitación de igual tamaño que la mayoría de las casas de las computadoras para contener la IBM 701. No era una sola gran caja sino

11 componentes separados que, en conjunto, pesaban la enorme cantidad de 9300 kg. A pesar de su tamaño, la 701 llevó a IBM al negocio de las computadoras. Al principio la empresa no creía que fuera a tener muchos clientes para la máquina. En una reunión de inversionistas, el presidente de IBM, Thomas Watson Jr. explicó que esperaban vender solo cinco unidades, pero “regresamos a casa con pedidos de 18”. Uno de esos pedidos era para el JPL.

A pesar del precio de renta mensual, alrededor de 11 900 dólares, la 701 venía sin instructivo. Para utilizar la máquina, se tenía que aprender un difícil código numérico. Hasta las operaciones más simples, como obtener una raíz cuadrada, implicaba una cantidad increíble de programación. Peor aún, la gigante era propensa a sobrecalentarse. Aunque IBM presumía que la computadora podía realizar 16 000 operaciones de suma o resta en un segundo, el sistema fallaba una y otra vez. Un solo tubo que se quemara trababa la máquina entera, lo que hacía que las computadoras y los ingenieros desconfiaran de su precisión y su confiabilidad. Gracias su capacitación especial en IBM, Janez fue una de las primeras en comenzar a realizar programación de computadora en el JPL.

Marie estaba recién casada con su novio de la universidad. Su vida de pareja se había pospuesto porque Paul fue reclutado para servir en la guerra de Corea. Entre su entrenamiento básico y su despliegue, se veían poco. Era muy triste ser tan joven y estar enamorada de un hombre que nunca estaba en casa. Marie se sentía sola en la casa vacía; parecía como si estuviera esperando que su vida comenzara. Escapaba de esa sensación de aislamiento en el trabajo. Mientras su esposo combatía como soldado en Corea, ella hacía su parte diseñando armas en casa.

Aunque no portaba un arma como su esposo, de todas maneras su vida estaba a veces en riesgo. Cuando Marie estaba en Aerojet escuchó una explosión que rompió el silencio de una tarde tranquila de martes y el piso tembló bajo sus pies. Era el ruido más fuerte que jamás hubiera escuchado. Se había ido acostumbrando a las explosiones desencadenadas por las pruebas de motores grandes, pero esto era diferente. Al mirar a las demás computadoras e ingenieros con quienes compartía un salón de trabajo, escucharon gritos por las ventanas abiertas.

Minutos después, uno de los ingenieros entró en el salón con la cara

bañada en sudor. “Hubo un accidente”, explicó. “Es el propelente sólido”. Miró con gravedad alrededor, al salón repleto de empleados. El ingeniero explicó que habían estado mezclando el propelente sólido nuevo, cuando explotó. Nadie sabía muy bien por qué. “¿Hay alguien herido?”, preguntó Marie, pero antes de que él pudiera decir alguna palabra, ella vio la respuesta en su cara. Él asintió con la cabeza. El salón quedó en silencio otra vez; podían escuchar el sonido lejano de un vehículo de emergencia que iba en camino.

Había 11 hombres muertos o moribundos en las fosas de pruebas que estaban casi a 180 m de distancia de donde se sentaba Marie. Ella se había habituado a las explosiones frecuentes e incluso heridas menores que los rodeaban. Pero la muerte la sacudió y la sacó de su zona de confort. Estos eran sus amigos. Marie y los ingenieros con quienes trabajaba revisaron las ecuaciones que habían calculado, con angustia, temiendo que sus cálculos matemáticos hubieran matado a sus colegas. La Guerra Fría, y con ella sus contratos con el ejército, estaban generando una presión que los obligaba a apurarse. La urgencia les pesaba a diario. Poco después de que sus lápices dejaban la página, llevaban sus cuadernos aprisa a las fosas de pruebas. Su trabajo casi nunca se volvía a revisar. No había medidas de seguridad ni inspecciones.

Al transferirse al JPL, Marie encontró poco que admirar en los estándares de seguridad. Eran tan descuidados como los de Aerojet. Aunque había pocas oportunidades de revisar su trabajo, por lo menos en el JPL un grupo grande de computadoras que veían el trabajo. Marie descubrió también que el trabajo era mucho más emocionante. Sentía que al fin estaba en la acción y tenía un papel clave en el desarrollo de los proyectos. No obstante, los horarios no eran mejores. Las computadoras se sentaban frente a sus escritorios muchas veces durante 12 horas al día, cinco días de la semana. Estaban exhaustas y, aun así, necesitaban estar más despiertas que nunca respecto a sus cálculos.

La intensidad de su trabajo afectó sus vidas sociales fuera del laboratorio. Marie podía sentir cómo se iban alejando sus viejos amigos conforme ella les pedía disculpas por no ir a las cenas ni a las citas para comer. Por el contrario, hacia el interior de las rejas del JPL sus relaciones se estaban haciendo más fuertes. Los largos días que pasaban juntas no eran suficientes (las mujeres planificaban continuamente fiestas por las tardes donde conversaban de sus

vidas y del JPL). Se reunían de manera regular: Marie preparaba una cena con espagueti en su casa, Virginia Swanson (Ginny para sus amigos) invitaba a todas para un bufet de carnes frías. Janez posponía su largo viaje en auto para ir a casa en Los Ángeles y se quedaba con sus amigas en Pasadena. Una noche en casa de Marie en Alhambra, todas se reunieron para una cena en la que cada quien llevaría un platillo. Barbara se sentó junto a Patsy Nyeholt, las dos conversaban felices de la vida mientras Janez se reía con Ginny. Ginny y Marie se tomaban de la mano y brindaban por la tarde, y todas las chicas levantaban su copa. Marie, jugando, llevó una cucharada de comida a la boca de Ginny y ambas se rieron, al tiempo que sus amigas les tomaban una fotografía haciéndose las graciosas. Las computadoras no parecían cansarse unas de otras.

La mayoría de los días, las computadoras y los ingenieros comían su almuerzo afuera, en unas mesas largas en lugar de hacerlo en la cafetería, que siempre estaba llena. Sentada a la mesa, rodeada con sus colegas, Marie sentía el sol cálido en su espalda y escuchaba la conversación a su alrededor. Dejaba que los detalles mundanos de sus cálculos diarios desaparecieran mientras que sus colegas discutían sus diseños más recientes. Visualizar el panorama general y hablar de los límites de sus cohetes eran sus partes favoritas de cada día.

Aunque el laboratorio estaba creciendo, todavía era lo suficientemente pequeño para considerarse algo familiar. Los empleados del JPL confiaban y dependían unos de otros, no solo con el trabajo, sino también, dada la naturaleza de sus experimentos, con sus vidas. Por desgracia, los accidentes en el laboratorio los estaban acercando más. En su primer accidente, en Aerojet, Marie había sido solo un testigo; pero ahora sería también la causa.

Marie estaba trabajando en el tamaño de la apertura de la tobera de escape para el Sergeant. Era un cilindro sencillo colocado a la salida del cohete, pero su tamaño y su forma eran cruciales. La tobera acelera el escape ardiente conforme sale de la carcasa. Mientras más rápido la tobera deje salir los gases de escape, mayor empuje se genera para impeler el misil hacia arriba. Marie estaba probando con varios tamaños de tobera, y calculaba con cuánta velocidad disparaban el escape de óxido nítrico y querosén. En un cálculo abría lo más posible la tobera y después la colapsaba a casi nada en el siguiente. Quería probar todas las posibles combinaciones.

Pero el tiempo se les terminaba y necesitaba llevar los datos a los ingenieros para la ronda de pruebas que harían esa tarde. Terminó la fórmula con celeridad y la envió al otro edificio. Sentada a su escritorio, estaba dándole vueltas a las ecuaciones en su cabeza cuando sus sueños se rompieron con el lamento de una sirena. Aquel chirrido zumbante significaba que el experimento estaba a punto de comenzar. Abajo, en las fosas de grava, estaban a punto de encender el motor basándose en sus cálculos. De pronto se le heló la sangre. Había olvidado obtener la raíz cuadrada antes de enviar los cálculos. Presa del pánico, corrió al teléfono, y marcó el número cuando de pronto escuchó una gran explosión detrás de la colina. La señal de teléfono estaba muerta; siempre cortaban las líneas en preparación para una prueba inminente. En su mente podía ver el desastre, una explosión gigante, un incendio e incluso tal vez alguno de sus colegas muerto. Regresó el auricular a su lugar en el teléfono y esperó ansiosa. Todo estaba en silencio.

Por fortuna, no hubo muertes ni desmembramientos que provocaran que le remordiera la conciencia a Marie. En cambio, se asomó por la puerta un ingeniero que se veía algo molesto.

-Bueno -dijo, dejando la palabra en el aire.

-Lo sé -respondió Marie. Lo lamento.

A pesar de que su error había sido la causa de que hubiera un motor cohete errante, el JPL no solicitó disciplinarla ni hacer una revisión. En su lugar, el castigo para Marie estaba en la angustia que sintió durante aquellos momentos de espera. El recuerdo de ese sentimiento aplastante permanecería con ella, recordándole que con los números y las fórmulas que escribía en su cuaderno tenía el poder de afectar las vidas de sus colegas.

El equipo había diseñado el Sergeant para convertirlo en lo último en sistemas de misiles de tecnología avanzada. Era la culminación de la pericia del JPL en cohetaría y beneficiario de lo que todos habían aprendido de sus múltiples errores. El cohete sería tan grande como el V-2 alemán, pero capaz de cargar una cabeza explosiva nueve veces más pesada y con un sistema de orientación tan elaborado que podía alcanzar su objetivo desde 135 km de distancia. A diferencia del Corporal, para el que se necesitaban nueve horas de preparación para el despegue, el Sergeant precisaba solo 90 minutos.

Marie estaba fascinada con la instrumentación que se incorporaría al

Sergeant, la cual era en verdad tecnología de punta. El objetivo de su grupo estaba ampliándose de la propulsión a chorro hacia la electrónica. El nuevo director del JPL, William Pickering, estaba detrás de los cambios. A diferencia de sus predecesores, no le interesaba la cohetaría, ya que se inclinaba por la investigación en la electrónica, y el sistema de mando del Sergeant era un salto tecnológico. El misil Corporal había utilizado un sistema de orientación de mando en el que las señales se envían desde una estación de Tierra por medio de ondas de radio al misil. El sistema tenía sus desventajas, a saber, problemas con la precisión, la necesidad de un equipo de personal de Tierra numeroso y, lo más preocupante, su vulnerabilidad. El enemigo podía detectar la señal de radio del Corporal y posiblemente distorsionarla o apropiársela.

Para evitar esto, el JPL estaba desarrollando un sistema de orientación por inercia. Este nuevo sistema utilizaba acelerómetros y giroscopios colocados dentro del misil para rastrear su velocidad y su posición. El rotor giraba mientras el cardán se balanceaba en direcciones variables. “Es como una cabeza giratoria”, le explicaron los ingenieros a Marie. El giroscopio parecía desafiar la gravedad, ya que al mismo tiempo rotaba en un eje y lograba mantener la dirección. La fuerza de su inercia brindaba estabilidad al cohete. Durante años, los giroscopios grandes habían encontrado su lugar en los cohetes, pero los nuevos, que eran pequeños y funcionaban con un motor eléctrico diminuto, eran especiales. Los que el JPL probaba en sus cohetes estaban cubiertos de aluminio y acero, y enrollados con cables eléctricos. Los aparatos no se veían particularmente avanzados, pero dentro de sus carcasas había un delicado equilibrio de movimiento.

Los giroscopios no solo eran elegantes, sino que también tenían el potencial de mejorar en forma significativa la precisión de los misiles. Montado en una plataforma estable a lo largo del eje principal del misil, un giroscopio mantenía su posición en el espacio, luchando contra el movimiento del cohete. Conforme el cohete adquiría velocidad y altitud, el giroscopio tenía que trabajar más duro. Con cables que conectaban el giroscopio a los estabilizadores del cohete, entre más resistía, mayor fuerza aplicaba para desplazar los estabilizadores hacia delante y hacia atrás, y corregir la posición del cohete.

El JPL ya no necesitaba puntos de referencia externos de una estación

terrestre para controlar el cohete. Las computadoras calculaban los efectos de la fuerza gravitatoria de la Tierra en el misil utilizando los datos de velocidad y orientación que ofrecían los nuevos instrumentos. Probaban híbridos de radio y orientación por inercia. Los laboratorios de todo el globo experimentaban con giroscopios para guiar a los cohetes, pero nadie había comprobado que fuera posible un sistema exclusivo de orientación por inercia. Esto hacía que el ejército vacilara en aprobar los diseños del JPL. Antes de que el gobierno de Estados Unidos pudiera financiar una técnica tan radicalmente nueva, el JPL tenía que probar que era factible. Las computadoras no estaban seguras de poder hacer que el nuevo enfoque luciera atractivo, incluso en papel.

Una mañana una de las chicas llegó a la sala de cómputo, riéndose de un libro que traía abrazado contra el pecho. El sobrino de Jean O'Neill le había prestado el libro con entusiasmo, preguntándose cuánto de la historia fantástica que contenía era cierto. La portada mostraba un cohete volando a la Luna, un robot cayendo de las estrellas. El libro era *Moon Ahead* [Más allá de la Luna], de Leslie Greener, y Jean había leído sus 256 páginas en dos noches. Gran parte de la ciencia ficción del libro la había hecho reír, pero lo que la sorprendió eran las descripciones técnicas de los cohetes que salían disparados al espacio, luchando contra la gravedad y sobreponiéndose a ella gracias a una maravilla moderna: los giroscopios. Tan absurda como era la historia fantástica, había una semilla de ciencia real en sus páginas. Las chicas se juntaron alrededor de Jean, y rieron cuando ella les leía pasajes en voz alta, y al mismo tiempo admiraban las ilustraciones del cohete que volaba en el espacio.

Los estadounidenses estaban fascinados con los cohetes y el espacio, aunque no al grado de quienes trabajaban en el JPL. En todos los lugares adonde iban las computadoras, veían cohetes de juguete, fiestas de Tupperware con temática del espacio y escuchaban programas de radio que presentaban astronautas. Tal vez era esta obsesión nacional lo que llevó a Janez Lawson al trabajo sobre proyectos teóricos del JPL. Así como cuando era alumna destacada en la universidad, algo de los “qué tal si...” la embelesaba. Pasaba los días tratando de resolver los problemas del sistema de misiles más elaborado del mundo, el Sergeant, mientras pasaba sus tardes

planificando su boda.

Janez iba a casarse con el amor de su vida: Theodore Bordeaux. Theodore no venía de una familia acomodada y no tenía un empleo profesional. Era estudiante del tercer año en el Los Ángeles State College, cuyo prestigio no llegaba a los talones del *alma mater* de Janez, la UCLA. Pero a Janez no le preocupaba; pensaba que él era brillante. Compartían un amor apasionado por las matemáticas y el uno por el otro.

En contraste con las otras chicas, Janez no vivía en Pasadena; pocos afroamericanos vivían en ese suburbio conservador, predominantemente blanco. Aunque su posición social en Los Ángeles era buena, en Pasadena las cosas eran diferentes. Su abuela trabajaba como cocinera en casa de la importante familia Jowitt de Pasadena, así que Janez sabía muy bien la importancia de la jerarquía social en el pueblo. Asomándose por la puerta de la cocina, de pequeña, había atestiguado las fiestas en el jardín de la familia Jowitt: mujeres con vestidos de estampados llamativos, en corte A, con cuellos bien definidos, susurrando unas acerca de las otras. Para 1950 estas mismas mujeres exacerbaban las juntas del consejo de la escuela, se oponían de manera tajante a la integración racial y expulsaron al superintendente de la escuela que la promovía. A pesar del racismo que los rodeaba, los Jowitt adoraban a la abuela de Janez. Le compraron una casa y un automóvil e incluso la mandaban de vacaciones. Fue en esta casa que Janez muchas veces pasó la noche, en especial después de haber trabajado jornadas largas en el laboratorio.

La mayor parte del tiempo, no obstante, conducía desde la casa de su madre, en Santa Mónica. Eran 32 km de autopistas sin terminar y carreteras que serpenteaban a través del cañón. El tráfico horrendo hacía que la travesía —muchas veces más de una hora de ida y otra de regreso— pareciera más larga. A su madre la inquietaba que ella condujera esa distancia a diario, e incluso sugería que encontrara un empleo más cerca de su casa, pero Janez no quería escucharla. Había hallado un grupo especial de mujeres con quienes trabajar en el JPL y sabía que esta clase de posición profesional no sería fácil de encontrar en otro sitio. De todas maneras, debe haberse sentido sola algunas veces durante ese largo viaje. Era la única afroamericana del grupo y la distancia que recorría simbolizaba cuánto más lejos había llegado en comparación con muchos de sus colegas.

Algunas veces, en el camino, se preguntaba cómo sería la vida de casada. Fantaseaba sobre cambiarse a una casa propia con su esposo. Tenía 24 años, era una solterona a los ojos de muchas amigas que se habían casado justo al salir de la universidad, y estaba lista para sentar cabeza. Soñaba con ser madre y criar una familia. Odiaba la idea de renunciar a su trabajo, pero ¿cómo reaccionaría Theodore ante el largo viaje que hacía a diario? Eso la preocupaba.

Su boda en agosto fue preparada cuidadosamente. La joven pareja pronunció sus votos en una iglesia en Santa Mónica antes de salir hacia la recepción en el Club Wilfandel, el club para mujeres afroamericanas más antiguo de Los Ángeles. Sus entrañables amigas del JPL estaban rodeadas de los amigos de Janez y su familia. Los ojos de Marie Crowley se llenaron de lágrimas al ver a Janez caminar por el pasillo, con un vestido largo de encaje y pliegues de tul asomándose bajo la falda. Los invitados bailaron en el jardín a la luz de la luna, rodeados del aroma de orquídeas. Pearl Bailey, una famosa actriz y cantante, interpretó *Takes Two to Tango*, y la pista de baile se llenó de parejas. Al ver a la pareja irse en auto hacia su luna de miel, Marie estaba feliz por Janez, pero se preguntaba qué sería de ella ahora.

Para la mayoría de las mujeres estadounidenses, el matrimonio significaba ser ama de casa, pero muchas de las computadoras habían encontrado una manera de reconciliar ambas actividades, administrando sus vidas de casa y de trabajo con el aplomo de un surfista deslizándose en la cresta de una ola. Las esposas trabajadoras llevaban su equilibrio lo mejor que podían, sin temor a mojarse algunas veces. Janez era un talento raro; las computadoras no podían imaginar que una mujer tan brillante como ella simplemente dejara la ciencia atrás. Eso sería una triste pérdida para el equipo.

Mientras la vida de Janez cambiaba, el proyecto Sergeant comenzaba a florecer. Para 1956 las computadoras estaban terminando sus cálculos en el JPL y observaban a la distancia cómo sometían el misil a pruebas en White Sands. En contraste con los numerosos accidentes y retrasos del Corporal, las pruebas del Sergeant transcurrieron con relativa fluidez. Antes de poco tiempo, estaban viendo noticieros cinematográficos del Sergeant volando sobre White Sands. Era el misil más fino que hubieran visto jamás, y sería la última arma en la que las mujeres trabajarían.

Las contribuciones del JPL al armamento solo tendrían un éxito limitado. Las interrupciones burocráticas retrasaron la producción de misiles, lo que significó que fueran obsoletos poco tiempo después de ser operativos. Para el tiempo en que las mujeres vieron fotografías del Sergeant pegadas en un jeep del ejército en Corea, ya habrían seguido adelante, y rara vez se detenían a pensar en los misiles que alguna vez ayudaron a desarrollar. En cambio, descubrirían que sus cálculos eran necesarios para una nueva clase de exploración.

El Concurso Señorita Misil Dirigido estaba llegando a su fin. La música estaba haciéndose más lenta y las luces se hicieron más tenues. Barbara sonrió, posando para fotos. Era la tercera finalista. Sonrió alegre, junto a la ganadora, la hermosa Lee Ploughe, la enfermera del laboratorio. Lee le llevaba casi 10 cm, pero el espíritu de Barbara se estaba elevando. Pocas mujeres serían tan felices de estar en tercer lugar como Barbara. Haber sido seleccionada en el concurso la hacía sentir como una parte vital del laboratorio. El título de belleza tenía para ella un significado más profundo. Sus responsabilidades en el trabajo iban en aumento y su popularidad en el concurso afianzó su papel entre las computadoras, donde desempeñaba, cada vez más, las funciones de supervisora. Barbara tenía uno de los pocos títulos de Señorita Misil Dirigido. Los concursos de belleza no se acabarían todavía, pero su nombre estaba a punto de cambiar, para reflejar la profunda transformación que estaba en marcha.

Barbara y Macie fueron las primeras de las computadoras que tuvieron una pista de hacia dónde las llevarían sus cálculos. Un día, sentado en la cafetería, estaba un hombre cuyo trabajo había inspirado desde hacía mucho tiempo tanto admiración como repugnancia en el laboratorio. Sabían que este hombre, un criminal nazi de guerra, estaba por llevarlos al viaje de sus vidas.

Notas

Todas las anécdotas personales y la historia familiar fueron obtenidas de entrevistas de la autora.

El presupuesto del JPL se duplicó a 11 millones de dólares y el personal

del laboratorio creció de forma consecuente, según se describe en Clayton R. Koppes, *JPL and the American Space Program: A History of the Jet Propulsion Laboratory*, New Haven, CT, Yale University Press, 1982.

Numerosos anuncios para buscar computadoras se hicieron por parte del JPL en la década de 1950 y fueron colocados en las universidades, como se documenta en los archivos del boletín del laboratorio, *Lab-Oratory*.

La cambiante población afroamericana en Los Ángeles es descrita por Charles A. Gallagher y Cameron D. Lippard, eds., *Race and Racism in the United States: An Encyclopedia of the American Mosaic*, Santa Barbara, CA, Greenwood, 2014.

El reemplazo de los huertos de naranjas por casas de interés social en el sur de California está documentado en “Tract Housing in California, 1945-1973: A Context for National Register Evaluation”, preparado por el California Department of Transportation, Sacramento, CA, 2011.

La contratación de Firestone Tire and Rubber Company para la producción del Corporal y la creciente frustración del JPL por su falta de consistencia se describen en Stephen B. Johnson, *The Secret of Apollo: Systems Management in American and European Space Programs*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 2002.

La historia de James Pool y su estrella ardiente puede encontrarse en P. Thomas Carroll, “Historical Origins of the Sergeant Missile Powerplant”, en Kristan R. Lattu, ed., *History of Rocketry and Astronautics: Proceedings of the Seventh and Eighth History Symposia of the International Academy of Astronautics, 1973-1974*, San Diego, Univelt, 1989.

Las 12 explosiones sucesivas del cohete Sergeant y los problemas intrínsecos con la estrella ardiente están descritos en Roger D. Lunius y Dennis R. Jenkins, eds., *To Reach the High Frontier: A History of U.S. Launch Vehicles*, Lexington, University Press of Kentucky, 2002.

Más información sobre la secuencia de Fibonacci se puede encontrar en Alfred S. Posamentier e Ingmar Lehmann, *The (Fabulous) Fibonacci Numbers*, Amherst, NY, Prometheus Books, 2007.

La historia de la IBM 701 está en Paul E. Ceruzzi, *Beyond the Limits: Flight Enters the Computer Age*, Cambridge, MA, MIT Press, 1989, y Emerson W. Pugh, *Building IBM: Shaping an Industry and its Technology*,

Cambridge, MA, MIT Press, 1995.

Janez Lawson y Elaine Chappell fueron enviadas a la escuela de capacitación de IBM, como se reporta en el boletín del JPL *Lab-Oratory*, febrero, 1953.

Los recuerdos sobre escuchar grabaciones de audio de cinta magnética durante la Segunda Guerra Mundial son del John T. Mullin, “Creating a Craft of Tape Recording”, *High Fidelity*, abril, 1976, 62-67.

Más información sobre la manera como la cinta magnética guarda datos puede encontrarse en H. Neal Bertram, *Theory of Magnetic Recording*, Nueva York, Cambridge University Press, 1994.

Thomas Watson hijo dijo a los accionistas de IBM el 18 de abril de 1952: “Como resultado de nuestro viaje, en el que esperábamos tener pedidos por cinco máquinas, regresamos a casa con pedidos de 18”, según fue registrado en Susan Ratcliffe, ed., *Oxford Treasury of Sayings and Quotations*, Oxford, Oxford University Press, 2011.

Los accidentes que hubo en el JPL en la década de 1950 fueron descritos por antiguos empleados, en entrevistas de la autora; existe poca documentación al respecto.

El sistema de orientación por inercia del Sergeant se describe en Koppes, *JPL and the American Space Program*.

Leslie Greener, *Moon Ahead*, Nueva York, Viking Press, 1951.

La oposición a la integración social en Pasadena en 1950 y las consecuencias para el superintendente de la escuela están reportadas en Adam Laats, *The Other School Reformers: Conservative Activism in American Education*, Cambridge, MA, Harvard University Press, 2015.

El matrimonio de Janez Lawson con Theodore Bordeaux fue anunciado en el *California Eagle*, 2 de septiembre, 1954.

Refrenarse

La noche de color tinta parecía escaparse del cielo y sangrar hacia el océano. Barbara Lewis quedó de pie observando la playa en Santa Mónica, y viendo las olas oscuras elevarse y caer. La brisa era fresca y provocaba pequeños temblores que subían por su espalda a pesar de la calidez de la noche de junio. La cita de Barbara, un hombre llamado Harry Paulson, hizo un gesto refiriéndose al delgado chal de algodón que cubría los hombros de ella y preguntó si tenía frío. Barbara sonrió y negó con la cabeza. La costa majestuosa la distraía del aire frío. Arriba, las estrellas brillaban en el atardecer mientras el oleaje y la arena se convertían en un gris indistinguible en la luz tenue. Ella miraba cómo la playa se alargaba hacia el norte, las luces de Malibú brillando en la distancia. “Es tan diferente de noche”, le dijo Barbara a Harry al tiempo que la mano de él rozaba su codo.

Lo había conocido en la iglesia presbiteriana de Pasadena y aunque era tímida para aceptar salir con alguien, lo encontraba irresistible. Era alto, no exactamente atractivo, pero tenía una cara bondadosa y un comportamiento tranquilo. La hacía reír, y cuando ella hablaba, Barbara podía darse cuenta de que él estaba atento, y escuchaba sus palabras con entusiasmo. Ella giró la cabeza hacia el muelle de Santa Mónica, frente a ellos, y vio cómo las luces intermitentes de la rueda de la fortuna pintaban el océano de rosa y rojo. Después de cenar habían dado un paseo por el centro de la ciudad, y habían caminado al azar hasta llegar a los riscos de arenisca. Ahora Barbara estaba entre dos mundos, un tacón plantado con firmeza en el concreto de la banqueta, mientras el otro se hundía en la tierra arenosa y suave del acantilado que daba al océano. Su trabajo en el JPL también estaba cambiando de la misma manera: estaba parada sobre el suelo sólido del desarrollo de

misiles en tanto que sus dedos se hundían en el mundo de la exploración espacial. Podía ver hacia dónde iban con la misma claridad con que veía las olas frente a ella.

El primer signo de que sus sueños sobre el espacio se acercaban a su realización llegó en el comedor del JPL. Barbara se sentó con Macie Roberts y vio que un hombre alto y bien parecido, de cabello café ondulado y ojos azules se sentó en la cafetería que estaba a reventar. Wernher von Braun era una leyenda, una superestrella y un antiguo criminal de guerra nazi. A pesar de su notoriedad, Barbara no podía evitar sentir pena por él.

En medio de la camaradería reinante y el ruido de la cafetería, Von Braun se veía solitario al comer su almuerzo. Era uno de los científicos de cohetes más prominentes del mundo. Sus artículos y libros sobre la compleja ciencia del espacio exterior, en la que él imaginaba la primera estación espacial — que incluía habitaciones y un elevador propulsado por un cohete— eran tan entretenidas que Walt Disney lo contrató como consultor y después como estrella para su película para la televisión *Man in Space*. El hecho de que un fotógrafo tomara una fotografía de él junto al creador de Mickey Mouse, hacía difícil creer que Von Braun había sido alguna vez enemigo de Estados Unidos.

Las computadoras se pasaban unas a otras una copia gastada de la revista *Collier's*, con la esquina doblada en la firma de Von Braun y el encabezado *Man Will Conquer Space Soon* [El hombre conquistará pronto el espacio]. Estaba subrayada la frase “Dentro de los siguientes 10 o 15 años, la Tierra tendrá un nuevo compañero en los cielos, un satélite hecho por el hombre que podría ser la mayor fuerza para la paz jamás vista o una de las armas de guerra más terribles, dependiendo de quién la haga y quién la controle”. Se deleitaban con sus palabras. Todo sonaba fantástico e improbable y, sin embargo, aquí estaban trabajando en el satélite. El entusiasmo de Von Braun iba a la par del de ellas.

La fama de Von Braun, en un campo en el que Barbara apenas comenzaba a trabajar, exigía admiración; no obstante, verlo en persona la incomodaba. Su cara sin arrugas la hizo recordar un momento en su adolescencia, cuando una voz en la radio había descrito a Londres como un montón de madera colapsada, con ladrillos y cemento, obligada a arrodillarse por el primer misil balístico del mundo. Mientras miles de londinenses

sufrían por el impacto, Von Braun tomaba champaña. Y a la vez, una década había cambiado muchas cosas. El cohete Vergeltungswaffe Zwei [Arma de venganza dos], mejor conocido como el V-2, era ahora solo un juguete en el JPL. El hombre detrás de esa arma estaba ahora almorzando con indiferencia frente a ella.

Macie se estremeció al recordar los primeros chismes sobre Von Braun. “Es cruel y arrogante”, le dijeron los ingenieros cuando lo capturaron y lo llevaron a Estados Unidos. “No es más que un asesino”. Pero los chismes no durarían mucho. El antiguo oficial de las SS, con su manera de ser cordial y sus buenos modales se hizo rápidamente de amigos. Tenía una habilidad especial para discutir sobre coherencia en toda su complejidad con los ingenieros en las oficinas después de bromear con los mecánicos en las fosas para pruebas. Podía explicar la ciencia con tal claridad que incluso un lego podía comprender lo básico. A pesar de su terrible pasado, estaba convirtiéndose en parte integral del futuro de Estados Unidos en el espacio. Sorprende que la primera colaboración del ejército de Estados Unidos que culminaría en un proyecto no relacionado con armamento se apoyaría en gran medida en Wernher von Braun.

Así como Macie conocía su pasado, también sabía por qué él estaba en el JPL: el Orbiter Project [Proyecto Orbiter]. Desde que Macie había entrado al laboratorio, en 1949, se estaban preparando los planes para el primer satélite. Soñaban desde hacía mucho con enviar una nave espacial tan alto que alcanzara un equilibrio perfecto entre el jalón de la fuerza gravitatoria de la Tierra y su propia inercia. Si estas fuerzas se equilibraban, el satélite podría orbitar la Tierra. Así como la Luna marca un camino gravitatorio alrededor de nuestro planeta, el satélite del JPL no necesitaría energía externa para rodear el globo. La idea de un satélite que orbitara la Tierra de manera ininterrumpida había existido desde los tiempos de Isaac Newton. Empero, el poder para lograrlo era nuevo.

En 1947 William Pickering compartió esta idea en un artículo en el que recomendaba “posponer los estudios amplios de los rayos cósmicos hasta que se pudiera producir un cohete satélite”. Incluso entonces, él tenía claro el proyecto en la mente, tanto su alcance como su principal objetivo científico. No obstante, el gobierno de Estados Unidos no estaba interesado en financiar proyectos sin un propósito militar claro. La propuesta languideció hasta un

simposio en 1954 en el que Pickering, que ahora era director del JPL, abogó con firmeza por la creación de un satélite de la Tierra como contribución de Estados Unidos al International Geophysical Year [Año Geofísico Internacional, IGY].

Concebido cuatro años antes por sugerencia del físico Lloyd Berkner, el IGY sería un proyecto científico internacional, el estudio cooperativo más grande de la Tierra, de todos los tiempos. Desde julio de 1957 hasta diciembre de 1958, el año aprovecharía la extraordinaria actividad solar predicha para ese período. Los países alrededor del mundo buscarían nuevas maneras de estudiar la Tierra, incluyendo el uso de rayos cósmicos, la gravedad, la física de la ionósfera, oceanografía y meteorología. En el JPL solo se hablaba sobre el IGY. En la sala de cómputo se preguntaban emocionadas qué experimentos estarían en marcha.

-El Año Geofísico Internacional es especial por el ciclo solar 19 -explicó un ingeniero a Barbara. -El Sol tendrá una actividad intensa. Veremos el mayor número de manchas solares desde que se tiene registro.

Cuando Barbara comunicó las noticias a las mujeres, vio que una chica de las recientemente contratadas tenía la mirada vacía. Sabía que no duraría mucho. Esto era cada vez más común. Conforme crecía la necesidad de más computadoras, se arriesgaban más y contrataban chicas con experiencia limitada, con la esperanza de que el equipo de Macie pudiera capacitarlas para hasta que llegaran a ser competentes en matemáticas y ciencias. Pero no siempre resultaba. Ser computadora no era un trabajo que cualquiera podía hacer. Barbara y Macie se quejaban cuando quienes solicitaban el empleo no tenían las habilidades necesarias en matemáticas o en ciencias.

Cuando Macie leyó la solicitud de Helen Chow por primera vez, la animó saber que se había graduado en la Notre Dame University con una especialización en matemáticas. Esta era exactamente la clase de chica que quería contratar. Pero a Helen le preocupaba que su grado académico no fuera suficiente para conseguirle un empleo en el JPL. Estaba desesperada por el trabajo y tenía esperanzas de que Macie le diera una oportunidad. Incluso aunque su licenciatura no había sido en matemáticas, era la materia en la que siempre había sido mejor.

Edwin la dejó en el departamento de personal una mañana antes de atravesar el portón hacia su oficina. “Suerte”, le dijo por encima del hombro.

No estaba preocupado. Sabía que su hermana menor era inteligente y era casi seguro que la contratarían. Helen no compartía su confianza. La habían rechazado de muchos empleos más sencillos que este. Llenó su solicitud y se sentó en la pequeña sala de espera donde, nerviosa, tamborileaba con sus dedos en sus rodillas.

Fue una larga espera. Cuando la llamaron para ir a la sala de entrevistas, se había puesto tan nerviosa, que casi no podía hablar. La primera impresión que tuvo de Macie fue que se trataba de una mujer mayor muy estricta. A pesar de su acento extranjero, Helen respondió las preguntas de Macie acerca de su educación y su experiencia con las matemáticas. Trató de permanecer calmada mientras Macie le preguntaba sobre su pasado y su educación. Recuperándose de su ataque de ansiedad, Helen explicó que había elegido arte como especialidad, esperando que derivara en una profesión. Habló de sus clases de matemáticas, y las comparó con la manera como algunas chicas describían sus idas al cine. Las matemáticas eran para ella puro entretenimiento; nunca soñó que podría tener un empleo utilizando esas habilidades. Era justo lo que Macie quería escuchar.

A continuación, Barbara entrevistó a Helen. De alguna manera, Barbara era lo opuesto a su supervisora. Era joven, muy amigable y le entusiasmaba dar la bienvenida a nuevas mujeres al grupo. Aunque de manera oficial no era la supervisora, Barbara capacitaba a las nuevas chicas y monitoreaba su progreso. Su personalidad atractiva se ganó a Helen de inmediato. Se sentía como si estuvieran destinadas a hacerse amigas en un instante.

Antes de que Helen saliera del laboratorio, Macie le ofreció el empleo, algo que casi nunca hacía tan rápido. Tenía tanta confianza en las habilidades de Helen que quería que comenzara en ese momento. Helen estaba sorprendida; no podía creer que alguien se hubiera arriesgado por fin a contratarla.

Barbara estaba algo fatigada con las nuevas contrataciones. Ingresaban en promedio dos mujeres al mes. Se necesitaba un esfuerzo extraordinario para capacitar a cada nueva chica y el peso de este trabajo recaía de manera automática sobre ella. Creía que Helen duraría en el trabajo, en lugar de quedar en la nada, como les había pasado a muchas antes que ella. El JPL estaba en medio de una carrera y necesitaban tantas computadoras competentes como fuera posible.

Con el IGY llegó el momento de comenzar de nuevo un intercambio científico entre Este y Oeste, que había sido interrumpido desde hacía mucho tiempo por la guerra. Al morir Stalin en 1953, las posibilidades de cooperación internacional estaban abiertas. Sin embargo, la carrera para desarrollar el primer satélite trajo una competencia intensa en lugar de colaboración. Estados Unidos quería ganar a los soviéticos a como diera lugar. También se estaba desplegando una carrera secreta dentro de las fronteras de Estados Unidos. El Ejército, la Marina y la Fuerza Aérea estaban preparando, cada una por su lado, diseños de satélites para competir, y ninguna sabía qué propondrían sus rivales. Un comité especial de gobierno nombrado por el Departamento de Defensa decidiría quién sería el ganador.

La competencia hacía que todos en el JPL estuvieran tensos. Para distraer a Barbara de la presión del trabajo, Harry la llevó a bailar al Hollywood Palladium, en Sunset Boulevard. Harry y Barbara se unieron a la multitud en la enorme pista de baile de casi 930 m². A pesar del tamaño de la pista, la gran banda, con sus bocinas y sus tambores, no tenía dificultades para inundar con música el lugar. El piso estaba lleno de parejas y casi no había espacio para bailar, mucho menos respirar.

Barbara se sintió agobiada. Su madre había fallecido hacía poco de un infarto, la misma enfermedad que le había quitado la vida a su padre, y los había dejado huérfanos a ella y a sus hermanos. Era difícil para Barbara aceptar que su madre, que siempre había sido tan fuerte, se hubiera ido. Solo tenía 57 años. El anonimato del salón de baile era reconfortante y Barbara se perdió en la música. Harry la abrazó fuerte cuando la banda comenzó a tocar su canción favorita: *It Had to Be You*. Miró hacia arriba. Los focos titilantes del techo parecían estrellas. Su mente se fue de regreso al espacio.

Ningún cohete de los existentes podía contener un empuje suficiente para llevar a un satélite al espacio. La intención del Proyecto Orbiter era cambiar esta situación, y los ingenieros del JPL comenzaron a diseñar la nave espacial que esperaban impulsar más lejos. Las computadoras y los ingenieros trabajaron juntos para desarrollar la carcasa y la antena del satélite. Tenía que ser suficientemente ligero para salir disparado al espacio pero también tan sólido que pudiera proteger el delicado equipo científico de los efectos de la atmósfera y más allá de ella.

Aunque el vacío del espacio no tiene temperatura, los objetos que vuelan atravesándolo sí la tienen. El rango de estas temperaturas es formidable: más de 120 °C al Sol, pero a la sombra por debajo de los 100 °C bajo cero. El reto que enfrentaba el JPL era como el de diseñar un barco que pudiera navegar tanto en los mares congelados de la Antártida como en agua hirviendo. Los ingenieros eligieron fibra de vidrio para la carcasa y las antenas, y probaron con varios diseños en busca del equilibrio perfecto entre fuerza y velocidad. El satélite final, estimaron las computadoras, pesaría cerca de 2.27 kilogramos.

A pesar de que el satélite era muy ligero, necesitaban el suficiente empuje para lograr vencer la atracción de la gravedad de la Tierra, luego atravesar la atmósfera y llegar a su órbita. Las moléculas de gas de la atmósfera chocan con el recubrimiento del cohete y lo hacen perder velocidad. Con un recubrimiento suave, encerado, disminuye la fricción, así como es más fácil patinar en hielo liso que sobre hielo disparejo. Se requiere una cantidad de energía enorme para superar esta resistencia atmosférica. De hecho, el costo energético para llegar de la Tierra a la Luna es una bicocha comparado con el costo de escapar la atmósfera terrestre. Debido a la gravedad y a la fuerza de resistencia atmosférica, si no se le da a un cohete suficiente empuje, será lanzado de regreso al suelo. Desde esta perspectiva, el paso gigante para la humanidad estaba en dejar atrás la atmósfera terrestre, no en dar un simple paso en la Luna. Solo había una manera de lograr esto: múltiples cohetes que se encendieran en etapas.

-¿Por qué necesitamos tantos cohetes? -le preguntó Marie a Barbara. -
¿Por qué no podemos utilizar un solo cohete grande?

Escuchaba la conversación Margaret Behrens, a la que decían afectuosamente Margie. Ella tenía 18 años y había estado en el JPL solo un mes. Esta hermosa muchacha de cabello rubio suave y ojos astutos, había sido contratada directo desde la preparatoria y era notablemente inteligente. Pero detrás de su forma de ser dulce había una personalidad formada en el ambiente estricto de la casa de su padre. Margie se rebelaba contra la autoridad. Macie, con su manera buena, maternal, actuaba como antídoto. Sus compañeras computadoras mitigaban las inseguridades de Margie e incitaban su curiosidad. No quería solo masticar números; quería comprender lo que significaban sus cálculos. En este caso, estaban tratando de resolver el

acertijo de los cohetes multietapas.

Para lograr a estar en órbita necesitamos lanzar un satélite a 28 160 km/h explicaba Barbara. Eso es cinco veces más rápido que el V-2. No existe ningún cohete que pueda ir tan rápido. E incluso si pudiéramos construir un cohete capaz de ir así de rápido, sacudiría todos los instrumentos hasta hacerlos gelatina.

Marie se rio y asintió con la cabeza mientras Barbara continuaba.

Así que hacemos que nuestros cohetes viajen montados cada uno en la espalda del otro. Al hacer un sistema en etapas, dejamos caer los tanques de combustible en el camino. Una vez que a esos tanques se les termina el combustible, no son más que peso muerto, y desecharlos implicará menos trabajo de carga para los cohetes de las etapas superiores, y el satélite podrá volar más alto.

Marie y Margie asintieron al mismo tiempo, imaginando a cada cohete dando un empujón a los demás. En lugar de utilizar un cohete poderoso que se moviera tan rápido que hiciera temblar sus instrumentos hasta su destrucción, emplearían una serie de cohetes capaces de mantener la velocidad. La secuencia de cohetes era similar a la manera en que las mujeres del JPL se ayudaban entre sí, construyendo *momentum* de manera continua.

Como parte de la secuencia de cohetes, las computadoras estaban trabajando con cohetes pequeños a los que llamaban Baby Sergeant. Eran una versión a escala del misil Sergeant más grande, de solo 1.2 m de largo en lugar de 10 m, y eran tan delgados que su diámetro no pasaba de 15 cm. El pequeño misil era como un juguete para las mujeres sin ningún arma dentro. En sí mismo, poco podía hacer más allá de proporcionar información para sus cálculos con los misiles mayores, pero los ingenieros y las computadoras determinaron que si los Baby Sergeant se agruparan, tendrían un gran empuje. Si juntaran 15 Baby Sergeant, las computadoras calculaban que podrían producir potencialmente 725 kg de empuje durante cinco segundos. Esta potencia era perfecta para las etapas superiores. Pero la elegante potencia del Baby Sergeant, hecho en el JPL, tendría que combinarse también con la enorme fuerza del cohete Redstone, fabricado por el equipo de Von Braun en el Redstone Arsenal.

Originalmente una instalación para la fabricación de armas químicas donde elaboraban productos tóxicos como el gas mostaza, la base militar

Redstone, en Huntsville, Alabama, se había convertido en el hogar de Von Braun y otros 126 científicos alemanes en 1950. Fueron enviados a este lugar desde Fort Bliss, Texas, la antigua base de operaciones para la Operación Clip, el programa que llevó a los científicos nazis a Estados Unidos después de la guerra. Enclavado en el Valle de Tennessee, el laboratorio era tierra fértil para la investigación sobre cohetes. Para 1956, se valoraron las contribuciones de Von Braun de tal manera que lo nombraron director del programa de operaciones de desarrollo en el nuevo organismo del Ejército enfocado en misiles balísticos, en Redstone. Con su nuevo cargo estaba listo para colaborar con el JPL.

El cohete Redstone era un calco del misil V-2 de Von Braun. Era inmenso —21 impresionantes metros de alto y 1.8 m de ancho— y podía generar 34 000 kg de empuje. Las computadoras y los ingenieros lo llamaban el “caballo de trabajo”. Era justamente el cohete necesario para dar a su satélite su primer empujón al espacio.

El equipo preparó su propuesta para el Proyecto Orbiter mientras el entusiasmo crecía en el JPL. Las computadoras y los ingenieros recorrían el laboratorio con amplias sonrisas en el rostro. Barbara podía sentir que dejaban atrás los grilletes que implicaba la producción de máquinas de guerra. El JPL, a pesar de ser un instituto militar, había sido construido con miras a la exploración del espacio. Ahora estaba ocurriendo en verdad. Para Von Braun el proyecto también representaba libertad. Por primera vez trabajaba por un bien científico mayor. Junto con su equipo de Alabama, el JPL tenía planeado lanzar cuatro satélites científicos, el primero de los cuales sería lanzado pronto, en septiembre de 1956.

Pero el 9 de agosto de 1955, la confianza de todos fue destrozada. El Comité para Capacidades Especiales del Departamento de Defensa de Estados Unidos, en preparación para el IGY, tomó la decisión de elegir un satélite de la Marina, el Proyecto Vanguard, y no el de ellos. El Proyecto Vanguard tenía algunas ventajas sobre el Orbiter. Este último había sido diseñado para hacer lo mínimo en términos científicos y sería impulsado por un sistema de cohetes confiable y probado. En cambio, el Vanguard era más ambicioso respecto a sus funciones científicas, pero sería impulsado por el cohete Viking, que todavía estaba en desarrollo. La propuesta del Vanguard incluía una amplia variedad de estudios científicos que serían realizados

desde el espacio una vez que el satélite estuviera en órbita, incluyendo investigar la luz ultravioleta emitida en la vastedad del espacio (como la de estrellas calientes jóvenes); medir la intensidad de la fuerza gravitatoria; y estudiar los rayos cósmicos, las partículas altamente cargadas del espacio exterior que rodean nuestro planeta. Como respuesta, el JPL prometió igualar las habilidades científicas del Vanguard, pero fue demasiado tarde. Vanguard era el ganador. Solo sería financiado su diseño y los demás proyectos se desecharían.

Hubo protestas amargas en el JPL. Además de las diferencias en el diseño, las computadoras sabían que una de las razones por las que el Orbiter no había sido elegido era que el gobierno quería preservar el interés del Ejército —a cuyos rangos pertenecía el JPL— en los misiles. Debido a las presiones crecientes por parte de los soviéticos, se creía que el Ejército debería perfeccionar los misiles de cabeza nuclear explosiva antes de dedicarse a la investigación sobre satélites. Más aún, abundaban los rumores que afirmaban que el involucramiento de Von Braun había puesto trabas a la propuesta. Aunque él era una figura central en la investigación sobre cohetes en Estados Unidos, su pasado nazi todavía provocaba resentimientos en la administración de Eisenhower. Fue un golpe. Alrededor de la mesa en el almuerzo, las computadoras y los ingenieros se lamentaban de lo tontos que eran los burócratas del gobierno, pero no había nada que hacer. El Proyecto Orbiter había muerto.

Mientras en el laboratorio todos estaban deprimidos, Barbara saltaba de alegría.

-¿Cómo puedes estar tan alegre en momentos como este? -le preguntó una de las computadoras.

-Es Harry -respondió Barbara, sonriendo con timidez.

Los compañeros de trabajo de Barbara pensaban que ella era una causa perdida en lo que se refería a relaciones. Había trabajado para el JPL durante casi una década y no había tenido una relación romántica seria. No quería salir con nadie del laboratorio, a pesar de que se lo habían pedido muchas veces. Y como pasaba todo el tiempo en el trabajo, había tenido pocas oportunidades de conocer a alguien en cualquier otro sitio; había analizado a fondo a todos los hombres con los que había salido, y a todos los encontraba peros. A sus 27 años las computadoras más jóvenes la veían como una

solterona. Ahora, sentada ante su escritorio, el día que debía derrumbarse con las noticias del Proyecto Orbiter, no sentía otra cosa que el entusiasmo de estar enamorada.

Cuando conoció a Harry, Barbara estaba desmoralizada. No la habían impresionado los hombres de la iglesia con quienes había salido hasta entonces. Su mente activa le hizo insoportable pasar tiempo con alguien que no tenía su inteligencia y su pasión. Y Harry no se parecía al hombre que ella había estado esperando. Le llevaba nueve años, como lo evidenciaban las orillas plateadas de su cabello castaño. Fiel a su naturaleza, Barbara no pensaba en romance cuando él se le acercó y se presentó. Y cuanto más conversaban, más la intrigaba. Igual que ella, su manera de ser no era cohibida ni tímida. Hablaba con una facilidad natural, como un hombre que era apreciado y estaba cómodo consigo mismo. Era gracioso y ella se descubría riendo a carcajadas.

-¿En qué trabajas? -le preguntó amablemente.

Él esperaba escucharla decir que trabajaba como mecanógrafa o maestra, así que no pudo evitar levantar las cejas cuando dijo: “Soy computadora en el JPL”.

Este era siempre un tema delicado en sus conversaciones con los hombres. Un hombre con el que había salido, un doctor a quien le gustaba presumir, no podía comprender su falta de ego cuando supo lo que implicaba su trabajo. Ella describió sus labores con modestia, pero su entusiasmo brillaba a través de su descripción. Para su sorpresa, Harry parecía encontrar su trabajo tan fascinante como a ella misma se lo parecía. Él podía ver cómo brillaban los ojos de ella con emoción cuando describía sus días volcada sobre un cuaderno, calculando los potenciales de los motores de cohete. La mirada en sus ojos era un reto para él. Quería lograr que sus ojos brillaran de esa manera.

Barbara nunca había tenido la experiencia de un romance como el que ofrecía Harry. Siempre iba a recogerla cuando tenían una cita y la llevaba diligente a cenar bajo la luz de las velas en restaurantes de moda por todo Los Ángeles. Harry trabajaba en seguros y tenía facilidad para comenzar conversaciones. Hablaba con el mismo entusiasmo con que lo hacía Barbara y siempre encontraban que la cena conducía de manera natural a bailar y después a largas conversaciones hasta horas avanzadas de la noche tomados

de la mano, saboreando los últimos momentos de su encuentro.

Un sábado por la tarde él pasó por Barbara temprano para ir a bailar y le dijo que se veía hermosa. Se había puesto un vestido que a Harry le encantaba; era de tejido negro con un cuello blanco grande y se ceñía a las curvas de su cuerpo. Salieron por la autopista de Arroyo Seco a través de las desnudas colinas de Pasadena. Al llegar hasta la cima de las montañas San Gabriel, Los Ángeles estaba se desplegó ante ellos, ya que el sol de la tarde se reflejaba en casas y edificios. La ciudad se veía pequeña, enclavada entre las montañas y el océano.

-¿Adónde vamos tan temprano? -preguntó Barbara.

-Ya verás -fue la respuesta de Harry, con una sonrisa pícaro.

Harry sentía una necesidad intensa de aprovechar la vida. Se había hecho una serie de exámenes con su doctor y estaba sano. Pero pocos meses antes había tenido un susto cuando sus doctores habían mencionado la posibilidad de que tuviera cáncer. La enfermedad no solo provocaba temor, sino que en la década de 1950 un diagnóstico como ese tenía la mancha de la vergüenza, puesto que algunos creían que los que lo padecían estaban pagando por sus pecados, que el cáncer era consecuencia de una vida inmoral. Cuando Harry supo que después de todo no estaba enfermo, quería celebrar. Y recurrió a Barbara.

Cuando llegaron a la terminal aérea de Hollywood-Lockheed, en Burbank, Barbara estaba impresionada. Harry estaba encantado al ver los ojos de ella casi salirse de sus órbitas conforme le rogaba que le dijera adónde iban. Él negó con la cabeza y se rio mientras Barbara estrujaba su brazo.

-No hay tiempo para explicaciones -dijo él. -Tenemos que subir a un avión.

Volaron a San Diego y tomaron un taxi al famoso Hotel Del Coronado.

-Es tal como te dije -declaró Harry burlón. Te llevo a un baile. En la noche volaremos de regreso a casa.

Barbara quedó sin aliento al ver el imponente hotel blanco al borde del océano. Banderas estadounidenses golpeaban con la brisa sobre torretas de azulejos rojos. Era un hotel donde celebridades como Joan Crawford y Donna Reed iban a relajarse los fines de semana. Algunas tardes, un todavía no descubierto Liberace tocaba el piano mientras que Lucille Ball y Desi Arnaz

ensayaban su comedia. Solo pasar por las puertas, dejó a Barbara deslumbrada.

Ella y Harry estaban en el muelle, el brazo de ella en la corva del de él, la cabeza de ella en su hombro conforme el sol se ponía sobre el océano. “Esto es lo que se siente estar enamorada”, pensó ella. Pero no estaba lista para decírselo. No estaba segura siquiera de que deseara estar enamorada y casarse. La idea de comprometerse con otra persona era aterradora. A ella le bastaba saborear estos momentos, ser amada con esta intensidad, incluso si no resultaba. Observó el disco dorado del sol caer con languidez al océano y se volteó a bailar con Harry en el resplandeciente salón de baile.

El futuro de Barbara no estaba claro. Así como no estaba segura de la dirección en la que iba su relación con Harry, tampoco tenía idea de hacia dónde iba su trabajo en el JPL. Cuando el equipo trabajaba en el Proyecto Orbiter, el objetivo era claro: desarrollar el primer satélite. Ahora, con el proyecto rechazado, su objetivo había dejado de ser claro. Todavía sujetarían los Baby Sergeant al cohete de Von Braun, el Redstone, pero ahora se llamaba cohete Júpiter y recibía fondos como programa para misil balístico.

Barbara se habría alegrado si hubiera sabido, con las partes esperando en la repisa y el diseño frente a ellos, que el JPL no planeaba dejar de construir un satélite. Iban a ignorar la cadena de mando y proseguir con sus planes. Con sus colaboradores, Von Braun y el equipo de Redstone, comenzaron a hacer pruebas con conos nariz. Astutamente, declararon que su objetivo era encontrar un cono nariz que pudiera sobrevivir a los efectos destructivos del reingreso a la atmósfera terrestre. El problema era que cuando la superficie del cono nariz cae a través de los gases inflamables de la atmósfera en su reingreso, la fricción entre ellos provoca calor, lo que enciende los gases y envuelve el cono nariz en llamas. Pero para probar el cono nariz, tendrían que construir el cohete entero y enviarlo fuera de la atmósfera. Este era el chiste. Bajo el disfraz del proyecto de misil balístico Júpiter, sujetaron los Baby Sergeant al cohete Redstone, de la manera exacta como habían planificado hacerlo con el Proyecto Orbiter.

El nuevo diseño era conocido como Júpiter-C, y las computadoras pronto comenzaron a calcular la mejor manera de estructurarlo. El cohete se dividiría en cuatro etapas. La primera sería el cohete Redstone, dispuesto en la base.

La siguiente etapa sería un tambor giratorio de 11 cohetes Baby Sergeant, seguidos de un segundo tambor de tres Baby Sergeant. Por último, la cuarta etapa contendría la carga, el satélite prohibido en sí, asegurado a lo más alto del cono nariz mientras que un solitario Baby Sergeant le daría el empujón final hacia el espacio. La cuarta etapa estaría restringida solo a diseños en papel; no tendrían permiso de cargar en realidad el satélite al cohete.

Con motores eléctricos pequeños hacían rotar los tambores y los encendían inclusive antes del despegue. Los tambores giratorios daban estabilidad al cohete y aseguraban que las diferencias pequeñas que hubiera en empuje entre los Baby Sergeant individuales no causaran problemas. Al lanzar el cohete, la velocidad de giro aumentaba poco a poco para estabilizar el cohete, que de otra manera quedaría propenso a doblarse a causa del empuje disparate de los Baby Sergeant. Helen Chow sabía que este cálculo debía ser preciso; si la rotación no concordaba de forma exacta con el movimiento del Redstone en el espacio, el sistema entero vibraría y saldría volando en pedazos. Para prevenir esto, ella tenía los tambores girando a 550 revoluciones por minuto (rpm) antes del lanzamiento, y luego, 70 seg. después del despegue, aumentarían de manera gradual hasta 650 rpm. Al final, después de 155 seg., ella calculaba que la velocidad podría aumentar despacio, otra vez, hasta 750 rpm y quedarse así hasta que el misil alcanzara el pico de su trayectoria. Verificó sus cálculos repetidas veces hasta que se sintió segura de que el diseño era correcto. Cuando los números regresaron de las pruebas en tierra, ella tenía cada vez más confianza en esta estrategia poco común.

Los ingenieros estaban impresionados con la habilidad de Helen. Trabajaba a gran velocidad y con precisión. Su conocimiento de las matemáticas era excepcional y si hubiera sido hombre al solicitar el puesto, seguramente lo habrían contratado como ingeniero. Esto pasaba también con muchas de las computadoras, cuya educación, que consistía con frecuencia en una licenciatura, era idéntica a la de los hombres jóvenes que contrataban en ingeniería. Helen de inmediato se convirtió en una de las favoritas de los ingenieros, la chica a quien recurrir cuando los problemas parecían imposibles.

Mientras tanto, Marie y los ingenieros del JPL planeaban un nuevo sistema de rastreo llamado Microlock, construido con la investigación

realizada para los primeros sistemas de orientación del Corporal. Anotando en su cuaderno, Marie calculaba cómo podía funcionar *phase-locked loop* [un lazo de amarre de fase, PLL] en el cual la señal de salida está sincronizada con la señal de entrada. De forma similar al principio de un reloj de pared en la cocina que se comienza a retrasar poco a poco y cada cierto tiempo necesita volverse a ajustar utilizando un reloj más exacto, Marie y los ingenieros estimaban que si ajustaban el equipo, alojado en un camión de 7.60 m de largo, podrían detectar señales muy pequeñas, con una intensidad de un milivatio, a 4 800 km de distancia. Esto era fundamental, puesto que la señal del satélite sería enviada utilizando una frecuencia de radio, cuya poca energía hacía que pareciera un fuego fatuo flotando por el cosmos. El lazo de amarre de fase (PLL) recibía la señal del satélite y el ruido que la acompañaba (el reloj de cocina según la analogía previa) y comparaba su frecuencia con una referencia artificial sin ruido (el reloj más preciso). La señal filtrada sería ahora suficientemente sensible para detectar el satélite moviéndose incluso algunos centímetros a través del cielo. Microlock se estaba desarrollando para ser la forma ideal de rastrear al satélite, por si alguna vez llegaran a tener la posibilidad de lanzar uno.

Bueno, puede ser que no sepamos hacia dónde se dirige el Júpiter-C, pero sé adónde va Margie esta noche, Barbara molestaba sin piedad en la cafetería una tarde.

Margie se ruborizó y trató de negar sus planes para el viernes en la noche, pero las mujeres no quitaban el dedo del renglón.

-Eso ha pasado todos los fines de semana de este mes -dijo Ginny, riendo al ver las mejillas rosadas de Margie.

Las computadoras se burlaban todo el tiempo de Margie por su incipiente romance con uno de los ingenieros. Observaban a la pareja, que sostenía conversaciones torpes en el laboratorio y evitaba hacer contacto visual. Todos en el laboratorio podían ver que cada vez iban más en serio. Margie era la más joven de su grupo y era inexperta en las estrategias para salir con alguien. Su juventud y su belleza provocaban que una y otra vez la subestimaran. Era una de las mujeres más brillantes en el grupo y parecía tener un potencial ilimitado.

Todos querían que ella fuera a la universidad y con frecuencia le hacían llegar catálogos de cursos. Mientras las computadoras disfrutaban al bromear

con ella, veían con preocupación real cómo se desarrollaba su relación con el ingeniero.

Es demasiado lista para él decía Barbara. Sería un error que se casara con él. No van a durar.

Mientras que al grupo le preocupaba Margie, Helen se sorprendió al encontrar que un viejo conocido la había localizado, desde China. La última vez que había visto a Arthur Ling, él era un joven despreocupado que revoloteaba de carrera en carrera en el Canton College, hasta que al fin se decidió por titularse en historia. Retrasado por la Segunda Guerra Mundial, le tomó el doble que a Helen terminar su carrera. Arthur estaba en una fiesta al terminar la universidad cuando comenzó una conversación con un amigo que trabajaba en migración. “¿Te gustaría ir a Estados Unidos?”, le preguntó él sorpresivamente. Arthur pensó que su amigo bromeaba y le sorprendió cuando apareció con los documentos para la visa al día siguiente. Antes de que pudiera darse cuenta, estaba camino a Los Ángeles. Pronto se puso en contacto con Helen, pero cuando se volvieron a ver, sus papeles se habían invertido. Él no era ya el hombre importante en el campus. Había caído a la oscuridad en cuanto que la estrella de Helen brillaba más fuerte que nunca. Él quedó cautivado con su energía y su inteligencia, y comenzaron a verse.

En el JPL, Helen tenía poco tiempo para detenerse a reflexionar en su nuevo interés amoroso. Estaba ocupada trabajando en el Júpiter-C. Equipado con el sistema Microlock, y una vez establecidas las etapas del diseño del cohete, estaban listos para su primera prueba. Las computadoras trabajaron hasta tarde el 19 de septiembre de 1956. El primer lanzamiento del Júpiter-C tendría lugar a las 10:45 esa noche. Helen estaba incómoda. No podía probar bocado y el café que había tomado horas antes le estaba revolviendo el estómago. Pero su mente estaba a 4 800 km de distancia, en la plataforma de lanzamiento número 5, en Cabo Cañaveral, Florida.

El lanzamiento era secreto, conocido solo por el gobierno de Estados Unidos. En el Pentágono, los oficiales se retorcían las manos, preocupados. No los habían engañado los intentos subversivos del JPL de disfrazar el Júpiter-C como un simple experimento de cono nariz. Parecía que el lanzamiento era un ardid, que en lugar de ver un cohete volar y evaluar un cono nariz, en realidad estarían siendo testigos del primer lanzamiento de un satélite. Con el incremento de las tensiones de la Guerra Fría, Eisenhower

temía efectos colaterales políticos si el ejército de Estados Unidos lanzaba el primer satélite. Junto con esta preocupación estaba la necesidad de mantener en secreto los misiles que desarrollaba el Ejército. No serviría poner en el tapete a los cohetes ultra secretos con un lanzamiento.

El Pentágono no tendría que haberse preocupado. De hecho, para evitar que el Júpiter-C lanzara el primer satélite del mundo, ya se habían tomado medidas. La cuarta etapa y última del cohete no contenía combustible. El Baby Sergeant estaba vacío en su punto más alto. Y lo más importante, no había un satélite sujeto al cono nariz, sobre el vehículo de lanzamiento. En cambio, había dentro sacos de arena pesados.

De acuerdo con el programa, el Misil RS-27 Júpiter-C fue lanzado a la 1:45 a.m., tiempo del Este, el 20 de septiembre. El cohete se elevó con lentitud, el brazo de soporte bajó de regreso y un humo blanco comenzó a extenderse en la plataforma de lanzamiento. Los tambores de los misiles Sergeant giraron en la parte superior del cohete, y generaron un destello blanco y negro mientras ganaban velocidad. Una llamarada intensa surgió de la tobera del cohete al despegar. Pronto estaba fuera del alcance de la vista, pero en la sala de control, en Pasadena, Helen observaba los números. Nunca pudieron ver el lanzamiento en sí, a pesar de su deseo de mirar, con toda su grandeza, cómo dejaban la Tierra a los cohetes que ayudaron a construir. Gracias al sistema Microlock, no era necesaria una imagen: podían trazar la ruta del cohete a través del espacio con solo números.

Sus dedos volaban sobre su cuaderno, porque Helen anotó cuando el Redstone de primera etapa se desprendió y la segunda etapa de once Baby Sergeant hizo combustión durante seis segundos antes de caer de regreso a la Tierra. Luego se encendió la tercera etapa de tres Baby Sergeant e impulsó los delicados instrumentos aún más lejos a través de la atmósfera. La tercera etapa se desprendió y la última, a pesar de estar llena de arena y no portar un satélite, aceleraba y se alejaba más allá de donde cualquier objeto hecho por el hombre hubiera jamás llegado. Helen abrió los ojos con asombro cuando calculó que había alcanzado una velocidad Mach 18 y se había elevado 5 367 km de la superficie, con lo que marcó un nuevo récord de altitud. Una vez confirmados los números, el JPL estalló en entusiasmo mientras que, en Alabama, Von Braun literalmente bailaba de alegría. El lanzamiento fue más exitoso de lo que habían imaginado. Helen se regodeaba con exclamaciones

en chino, conforme la euforia y el agotamiento la inundaron. Lo habían logrado, aunque no había satélite.

Cuando la celebración se calmó, Helen se hundió en una silla. Estaba llena de sentimientos encontrados, feliz por su éxito pero frustrada con pensamientos de lo que habría podido ser. “Si solo hubiera habido un satélite en la cuarta etapa en lugar de sacos de arena, pensaba, estaríamos celebrando el primer objeto construido por el hombre en órbita”. No cabía duda en su mente, ni en la de nadie más, de que si hubieran seguido adelante con su diseño y hubieran colocado un satélite a la cabeza y combustible en ese cohete final, su creación habría estado circundando el globo en ese preciso momento. La sensación de pérdida le pegó con fuerza a Helen mientras que la falta de comida y sueño abusaban de sus emociones. Sus ojos se inundaron de lágrimas. Se sentía engañada. Lo tomó de forma personal. “Pero todavía hay esperanzas. Ahora tendrán que darnos una oportunidad”, pensó.

Notas

Todas las anécdotas personales y la historia familiar fueron obtenidas de entrevistas de la autora.

Una excelente biografía de Wernher von Braun está escrita por Michael J. Neufeld, *Von Braun: Dreamer of Space, Engineer of War*, Nueva York, Alfred A. Knopf, 2008.

La relación de Von Braun con Walt Disney se describe en Mike Wright, “The Disney-Von Braun Collaboration and Its Influence on Space Exploration”, en Daniel Schenker *et al.*, eds., *Selected Papers from the 1993 Southern Humanities Conference*, Huntsville, AL, Southern Humanities Press, 1993.

“Man Will Conquer Space Soon” fue una serie de artículos en *Collier's* de 1952 a 1954. Von Braun contribuyó con ocho artículos a la serie, incluyendo “Crossing the Last Frontier”, 22 de marzo, 1952.

La reputación de Von Braun de arrogante y los celos que provocaba en los científicos estadounidenses se describen en Drew Pearson y John F. Anderson, *U.S.A., Second-Class Power?*, Nueva York, Simon and Schuster, 1958.

La cita “posponer los estudios amplios de los rayos cósmicos hasta que se pudiera producir un cohete satélite” es de William Pickering, “Study of the Upper Atmosphere by Means of Rockets”, Publicación del JPL núm. 15, 20 de junio, 1947.

Los planes para el Año Geofísico Internacional se describen en “Proposed United States Program for the International Geophysical Year, 1957-1958”, National Academy of Science, National Research Council, 1956.

Se utilizaron registros personales en los Archivos del JPL para calcular el número promedio de contrataciones en el departamento de cómputo.

Detalles del Proyecto Orbiter y la competencia con el Vanguard pueden encontrarse en Dwayne A. Day, “New Revelations About the American Satellite Programme Before Sputnik”, *Spaceflight* 36(11), 1994: 372-373; Constance McLaughlin Green y Milton Lomask, *Vanguard: A History*, Washington, DC, U.S. Government Printing Office, 1970; Roger D. Launius *et al.*, eds., *Reconsidering Sputnik: Forty Years Since the Soviet Satellite*, Londres, Routledge, 2013; Pickering y James H. Wilson, “Countdown to Space Exploration: A Memoir of the Jet Propulsion Laboratory, 1944-1958”, en R. Cargill Hall, ed., *History of Rocketry and Astronautics*, San Diego, Univelt, 1986.

Las condiciones del vacío del espacio se describen en Andrew M. Shaw, *Astrochemistry: From Astronomy to Astrobiology*, Chichester, John Wiley, 2006.

Los retos de dejar la atmósfera se explican en Paul A. Tiper y Gene Mosca, *Physics for Scientists and Engineers*, 6^a ed., Nueva York, W. H. Freeman, 2007.

La ciencia de la cohería multietapas, incluyendo la velocidad necesaria y la dirección para lograr la velocidad de escape y entrar en órbita se explica en George P. Sutton y Oscar Biblarz, *Rocket Propulsion Elements*, Hoboken, NJ, John Wiley, 2009.

Una historia del Redstone y la Army Ballistic Missile Agency puede encontrarse en T. Gary Wicks, *Huntsville Air and Space*, Charleston, SC, Arcadia, 2010.

Cómo se eligió el Proyecto Vanguard en lugar del Proyecto Orbiter se describe en Green and Lomask, *Vanguard*.

Se puede encontrar una historia del Hotel Del Coronado en Donald Langmead, *Icons of American Architecture: From the Alamo to the World Trade Center*, Santa Barbara, CA, Greenwood, 2009.

El Júpiter-C se describe en Clayton R. Koppes, *JPL and the American Space Program: A History of the Jet Propulsion Laboratory*, New Haven, CT, Yale University Press, 1982; Abigail Foerstner, *James Van Allen: The First Eight Billion Miles*, Ciudad de Iowa, University of Iowa Press, 2009; Roger D. Launius y Dennis R. Jenkins, eds., *To Reach the High Frontier: A History of U.S. Launch Vehicles*, Lexington, University Press of Kentucky, 2002; Asif A. Siddiqi, *The Red Rockets' Glare: Spaceflight and the Soviet Imagination, 1857-1957*, Nueva York, Cambridge University Press, 2010; y James M. Grimwood y Frances Strowd, "History of the Jupiter Missile System", Reporte del U.S. Army Missile Command, 27 de julio, 1962.

Microlock se explica en David Christopher Arnold, *Spying from Space: Constructing America's Satellite Command and Control Systems*, College Station, Texas A&M University Press, 2008, y en H. L. Richter hijo *et al.*, "Microlock: A Minimum-Weight Radio Instrumentation System for a Satellite", publicación del JPL núm. 36, 17 de abril, 1958.

Noventa días y noventa minutos

Era una noche clara en Washington D.C., el 4 de octubre de 1957. Bill Pickering, el director del JPL, estaba en el pueblo para asistir a una reunión que duraría una semana con los participantes del Año Geofísico Internacional. El lunes, el delegado soviético, Anatoly Blagonravov, había hecho un informe de avances. Después de hablar, su traductor interpretó: “Estamos bastante cerca de lanzar un satélite”. El hombre que estaba sentado al lado de Pickering se inclinó hacia él y susurró en su oído: “No dijo eso. En ruso, dijo que el lanzamiento era *inminente*”. Pickering asintió con la cabeza, despreocupado. Solo unos meses antes, en junio, el presidente Eisenhower había hecho una declaración similar cuando hablaba de la contribución estadounidense al IGY. Los satélites estaban a punto de llegar, pero nadie decía cuándo.

Era viernes por la noche y Pickering entró al espectacular gran salón de la embajada soviética, recubierta de oro. Los barandales de las escaleras de caracol estaban revestidos con tiras anchas de chapa de oro y provocaban que la luz se reflejara en las columnas de mármol y los candelabros de cristal. El coctel estaba lleno de científicos, políticos y periodistas que celebraban el final de los procedimientos. A pesar de la advertencia que había recibido el lunes, Pickering no estaba preparado para lo que le deparaba esa tarde.

Había sido un año difícil en el JPL. Después de la prueba con el Júpiter-C que batió el récord, lo vieron tropezarse en mayo por una falla en el sistema de teledirección. El cohete voló dibujando un arco errante antes de clavarse en el océano. Cuando recuperaron la carga, encontraron que había sido destrozada por tiburones.

El tercer lanzamiento, el 8 de agosto, fue impecable. Cada etapa se separó de la siguiente con facilidad, impulsando el Júpiter-C cada vez más alto. El cohete incluía combustible en la cuarta etapa, pero en su caso no había satélite, solo un saco de arena. La supuesta meta del proyecto, probar cono nariz, fue un éxito. El cono nariz recuperado después del lanzamiento estaba intacto a pesar de las condiciones extremas del regreso a la atmósfera. Al calcular los efectos del reingreso, las computadoras habían encontrado que su experiencia con el proyecto Corporal había sido útil. El calor extremo y la fricción son capaces de desintegrar por completo los objetos que regresan a la atmósfera. Incluso rocas grandes, como los meteoros, se vuelven de color rojo brillante al toparse con los gases inflamables que hacen posible toda la vida en la Tierra. Se calientan a 1 648 °C antes de, literalmente, freírse. Cerca de cien toneladas de polvo de meteoro llueven sobre la superficie de nuestro planeta cada día. Gracias a la atmósfera, solo es polvo y no rocas gigantescas.

Para sobrevivir al reingreso, se había diseñado una nueva generación de conos nariz. En lugar de las agujas delgadas que reducían la resistencia y ayudaban a los cohetes a deslizarse por el aire después del lanzamiento, estos conos nariz sobresalían de manera ostensible. Los ingenieros a lo largo del país habían descubierto que los modelos delgados brindaban muy poca protección frente a condiciones extremas, mientras que las formas romas acojinaban el cono nariz en una gruesa onda de choque de gas y lo salvaban de la atmósfera. Descritos por primera vez en teoría por H. Julian Allen en el Ames Research Center [Centro de Investigación Ames], en California, los conos nariz podrían verse toscos, pero eran una pieza clave de tecnología en la carrera espacial en desarrollo.

Armado con un cono nariz capaz de resistir las agresiones de la atmósfera, el nuevo cohete fue rebautizado como Juno. El JPL esperaba que el nuevo nombre, al no estar asociado al Ejército, podría convencer a Washington de su potencial para proyectos pacíficos. Habían demostrado con claridad que tenían la capacidad de lanzar un satélite, así que ¿cómo podrían los jefes decir que no?

Entre tanto, el Proyecto Vanguard naval no avanzaba. Como el diseño dependía de cohetes que no estaban desarrollados por completo, cada cohete del proyecto multietapa se lanzaba por separado. La primera etapa despegó una noche lluviosa en diciembre de 1956. Fue un éxito, pero desmereció en

comparación con Juno, pues alcanzó solo un tercio de la altura a la que llegó aquel. Mientras Juno llevaba ya tres lanzamientos en su haber, y un cohete de cuatro etapas operativo, Vanguard tenía todavía que probar su segunda etapa.

Así que fue una sorpresa para las computadoras el enterarse de que Juno iba a ser cancelado. Helen Chow suspiró cuando le entregaron los cuadernos listos para archivar. Todo lo que necesitaban para lanzar un satélite estaba escrito en páginas destinadas a un armario oscuro. Era desgarrador tener su trabajo archivado cuando habían estado tan cerca. En respuesta, todos en el laboratorio se tornaron melancólicos. Inclusive la mesa de lanzamiento, que por lo general era un lugar alegre, se llenó de conversaciones malhumoradas.

Marie Crowley resintió el cambio profundamente. Había dejado el laboratorio de computación el año anterior para trabajar en el departamento de química, un lugar donde ella siempre había querido estar. De 35 personas en el departamento, ella era una de las tres únicas mujeres. Disfrutaba de moverse alrededor del laboratorio en lugar de estar sentada a un escritorio todo el día. Se sentía cómoda entre los químicos y los cilindros graduados, preparando con cuidado sus experimentos. Una de sus partes favoritas era soplar vidrio. Aunque los laboratorios compraban algunas piezas estándar de vidrio, ellos necesitaban ser capaces de hacer piezas diseñadas a la medida, así como reparar el equipo que tenían. Todos los alumnos de química aprendían el delicado arte de doblar y soplar vidrio. Marie sostenía el vidrio sobre el mechero Bunsen y veía las llamas anaranjadas elevarse a su alrededor. Con lentitud, el vidrio sólido se comenzaba a fundir mientras ella lo giraba rápidamente para formar un cilindro, antes de colocar sus labios en el tubo y soplar. En sus manos, el vidrio se inflaba hasta formar un matraz. Era hermoso observar cómo se derretía el vidrio; parecía agua que fluía en medio del aire.

No obstante, Marie extrañaba a las chicas, así que a la hora del almuerzo iba de regreso hacia sus amigas. En las mesas del exterior, las conversaciones de las computadoras y de los ingenieros se volvían teóricas. Discutían sobre satélites, estaciones espaciales, y sobre enviar hombres al espacio. Pero ahora que Juno estaba cancelado, se preguntaban si algún día tendrían la oportunidad de lanzar un satélite.

Marie estaba probando propelentes que los soldados pudieran cargar en tanques sobre su espalda. La idea era que el líquido podría brindar a las balas

más energía que la pólvora común. Era un proyecto peligroso, y a Marie le preocupaba diseñar químicos explosivos para que un hombre los cargara en su espalda. Experimentaba con ácido nítrico, capaz de contener un golpe explosivo pero altamente corrosivo. Un día, mientras vertía el líquido incoloro en un matraz, de pronto sintió un dolor agudo, como si algo estuviera desgarrando la piel de su brazo. Miró hacia abajo para encontrar rayas color rojo encendido. Lavó su brazo de inmediato, llorando, no solo por el dolor sino por saber que las cicatrices le quedarían para siempre. No podía creer lo tonta que había sido.

El accidente dejó al descubierto nuevas emociones. Por primera vez, Marie consideró dejar la ciencia. A pesar de que la mayor parte del tiempo le encantaba trabajar en el laboratorio, deseaba tener hijos. En las tardes, ella y su esposo reían de los posibles nombres y soñaban con lo que un bebé traería a sus vidas. Después de años de trabajo de Marie en jornadas largas mientras que Paul peleaba en el extranjero, por fin él había regresado y estaban ahora sí, listos. Marie se moría de ganas de ser mamá.

Estaba emocionada por embarazarse, pero le preocupaban los químicos con los que trabajaba a diario —en especial los radiactivos—. ¿Podrían hacer daño a un bebé nonato? Ella y sus compañeros químicos utilizaban poco o ningún equipo de protección y había pocos protocolos de seguridad que seguir. Su accidente con ácido nítrico le mostraba cuán peligroso podía ser el laboratorio. Aunque no fue fácil dejar un trabajo que amaba y a colegas que se habían convertido casi en una familia, Marie, desbordada con las ansiedades de una maternidad inminente, de mala gana decidió renunciar.

Janez también se iba del JPL. Como Marie, estaba embarazada. En una época en la que no existía la incapacidad por maternidad, tenía pocas opciones. Debía renunciar. Sin embargo, después de haber tenido dos hijos, encontraría trabajo en la industria privada como ingeniera química en la Ramo-Woolridge Corporation, en Los Ángeles. El JPL le había brindado la experiencia ideal necesaria para trabajar en la sección de ingeniería aeronáutica. Si bien estaba feliz por unirse a dicha compañía, extrañaría a sus amigas del JPL. Nunca más pertenecería a un grupo tan unido de colegas femeninas.

Juno también se les estaba escapando, pero Pickering, en el JPL, y Wernher von Braun en la Army Ballistic Missile Agency [Departamento de

Balística de Misiles del Ejército], en Alabama, no permitirían que sus planes para un satélite se retrasaran. Creían que tarde o temprano el gobierno les daría permiso para hacer un satélite. Y cuando eso ocurriera, debían tener por lo menos todas las partes que necesitaban. Guardaron todo en un almacén y continuaron defendiendo su causa.

Las probabilidades estaban a punto de mejorar. Y mientras socializaban en la opulenta embajada de la URSS esa noche de octubre de 1957, Pickering notó que Walter Sullivan, un reportero científico que trabajaba para el *New York Times*, se abría paso entre la multitud. Sullivan se acercó a él y le preguntó: “¿Qué han dicho del satélite? Radio Moscú dice que tienen un satélite en órbita”.

Era lo primero que Pickering escuchaba del satélite que el mundo pronto conocería como Sputnik. Estaba impresionado. Conforme las noticias se esparcieron en la fiesta, el vodka comenzó a fluir. Todos brindaban por el éxito del satélite soviético. Desde arriba, enviaba una serie de bips, una canción de triunfo, mientras pasaba por encima de sus cabezas cada 96 minutos.

Esa noche en Alabama, en respuesta al Sputnik, Von Braun habló con el nuevo secretario de Defensa, Neil McElroy, recién llegado de su primer viaje a Redstone Arsenal esa tarde.

-Vanguard nunca lo logrará. Tenemos el equipo guardado. Por Dios, suéltenos y déjenos hacer algo -le imploró. -¡Podemos lanzar un satélite en 60 días, señor McElroy! Solo denos luz verde y 60 días.

El comandante de Von Braun, el general John Medaris, lo corrigió: “No, Wernher, 90 días”, dijo. Pero McElroy no se inmutó. Al contrario, regresó a Washington sin comprometerse.

El corazón de Helen se rompió cuando escuchó sobre el Sputnik en la radio. Era enloquecedor pensar con cuánta facilidad podrían haber sido los primeros. Sus pensamientos se dirigieron hacia el satélite no aprobado y ultrasecreto que habían diseñado en el JPL. En ese momento estaba escondido en un armario. Un cilindro alargado, muy diferente del brillante Sputnik con forma de esfera que volaba allá arriba. Ella estaba segura de que ahora saldría de su escondite.

Para su sorpresa, el satélite del laboratorio se quedó en donde estaba. A pesar de la ansiedad que comenzaba a producir el Sputnik a lo largo del país,

Eisenhower no daba la orden de proseguir ni al JPL ni a Von Braun. Aunque reconocían que el Ejército podía haber lanzado un satélite el año anterior, el gobierno se aferraba con terquedad a la idea de que debería mantenerse aparte del Ejército. Los oficiales sabían que si lanzaran satélites al espacio, tendrían que demostrar que se trataba solo de mera exploración, y no de una prueba militar. A los políticos les preocupaba que si ignoraban este detalle, la carrera espacial se convertiría en guerra espacial.



Barbara Canright es la tercera de la izquierda (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



Pruebas exitosas del avión cohete Ercoupe en 1941 (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



Vista aérea del JPL en 1950 (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



Las computadoras, 1953. Primera fila, de izquierda a derecha: Ann Dye, Gail Arnett, Shirley Clow, Mary Lawrence, Sally Platt, Janez Lawson, Patsy Nyeholt, Macie Roberts, Patty Bandy, Glee Wright, Janet Chandler, Marie Crowley, Rachel Sarason y Elaine Chappell. Segunda fila: Isabel deWaard, Pat Beveridge, Jean O'Neill, Olga Sampias, Leontine Wilson, Thais Szabados, Coleen Veeck, Barbara Lewis, Patsy Riddell, Phyllis Buwalda, Shelley Sonleitner, Ginny Swanson, Jean Hinton y Nancy Schrimmer (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



Barby y Richard Canright, 1940 (*Cortesía de Patricia Canright Smith*).



El puesto para el almuerzo en el JPL 1947 (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



Bill Pickering corona a la Señorita Misil Guiado 1955 (*Cortesía de Ia NASA/JPL-Caltech*).



La atmósfera íntima del laboratorio con regularidad reunía a los empleados para celebrar, en particular en los bailes a los que acudía todo el laboratorio, que se llevaban a cabo cada primavera y otoño, así como en las fiestas decembrinas (*Cortesía de Ia NASA/JPL-Caltech*).



Las computadoras trabajando, 1955. Helen Ling está sentada en el segundo escritorio en la fila izquierda. Barbara Lewis está al teléfono al fondo, y Macie Roberts está de pie a la derecha, junto a la ventana (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



Barbara Lewis (Paulson) está en el extremo izquierdo como tercera finalista para el Concurso Señorita Misil Guiado 1952. Las otras dos mujeres, de izquierda a derecha, son Doris Mahon y Judith Buckhave (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



Las orquestas de jazz eran una incorporación muy bien recibida en las fiestas regulares del JPL (*Cortesía de Ia NASA/JPL-Caltech*).



Una conferencia de prensa en enero de 1958 posterior al exitoso lanzamiento del Explorer I, con Bill Pickering, James van Allen y Wernher von Braun sosteniendo un modelo del satélite en el aire (*Cortesía de Ia NASA/JPL-Caltech*).



La computadora Phyllis Buwalda con miembros del equipo del Explorer I en el JPL, 1958 *(Cortesía de la NASA/JPL-Caltech).*



La celebración por el Explorer I en el JPL, 1958 *(Cortesía de la NASA/JPL-Caltech).*



Bill Pickering corona a la Reina del Espacio Exterior en 1964. Conforme la misión del JPL cambió, también cambió el nombre de su concurso de belleza (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



Rastreando misiones lunares con la problemática IBM 704 en 1959. Nótese las tarjetas perforadas utilizadas para programar (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



La reducción de datos para lanzar el Pioneer 4. La computadora Phyllis Buwalda aparece en camisa blanca, 1959 (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).





Sue Finley, 1957 (*Cortesía de Susan Finley*).



Del manual de Caltech para nuevos estudiantes, 1957. Sue Finley aparece sentada a la derecha (*Cortesía de Susan Finley*).



Helen y Art Ling, 1958 (*Cortesía de Helen Ling*).



Barbara (Lewis) Paulson recibiendo de Bill Pickering un prendedor por 10 años de trabajo, en 1959 (*Cortesía de Ia NASA/JPL-Caltech*).



Barbara y Harry Paulson, 1959 (*Cortesía de Barbara Paulson*).



Sylvia Miller, 1973 (*Cortesía de Ia NASA/JPL-Caltech*).

Esperarían por el Proyecto Vanguard. En Pasadena, las computadoras se mantenían unidas. Barbara Lewis estaba furiosa y todos se quejaban del presidente. Pero lo que más los frustraba era el que el Sputnik no tenía un enfoque científico. El satélite soviético hacía poco aparte de medir la temperatura y la presión atmosférica. El JPL podía haber lanzado con facilidad algo similar el año anterior. Ya no era suficiente igualar a los rusos, los estadounidenses tendrían que mostrar que eran superiores. Con esto en mente, el JPL comenzó a hacer cálculos para el Proyecto Red Socks.

Cuando Helen supo por primera vez del plan, le pareció completamente absurdo. La idea era lanzar un cohete a la Luna. Fortalecerían a Juno agregando más misiles Baby Sergeant y utilizarían el sistema Microlock para rastrear el cohete. Barbara se rio cuando vio la lista de objetivos: “1. Tomar fotografías, 2. Refinar las técnicas de guía en el espacio, 3. Impresionar al mundo”. Con verdadero fervor, las computadoras comenzaron a calcular trayectorias a la Luna, pero parecía más un juego de simulación que trabajo real. Era difícil creer que después de haber rechazado su sensata propuesta de satélite, el gobierno aprobaría este viaje fantástico. En efecto, el Proyecto Red Socks no logró llegar lejos. El Departamento de Defensa, inundado de propuestas fantásticas después del Sputnik, no podía tomar en serio los nueve cohetes a la Luna. Sin embargo, las computadoras no tiraron sus cálculos al cesto de la basura. Lo que hicieron fue archivarlos con la esperanza de que algún día serían útiles.

Mientras las computadoras calculaban viajes imaginarios, los soviéticos lanzaron el Sputnik 2. El segundo satélite soviético era más avanzado en cuanto a tecnología, equipado con contadores Geiger y espectrómetros para medir la radiación solar y los rayos cósmicos. Más impresionante aún, llevaba la primera criatura viviente en ser lanzada al espacio: una perra de 4.9 kg llamada Laika. Varios ingenieros y computadoras del JPL se reunieron afuera del laboratorio una tarde y, de pie, miraban hacia arriba, a la noche. El satélite se veía como una estrella flotante, y cruzaba el cielo, zumbando. Sentían punzadas de envidia, pero al mismo tiempo se maravillaban de que la proeza de ingeniería sobre sus cabezas fuera real. Sus cálculos les habían enseñado que era un logro que no debía ser tomado a la ligera, en especial con un animal viajando al interior—incluso a pesar de que la pequeña Laika había muerto solo horas después del despegue—. Mientras los soviéticos se

vanagloriaban de la salud de su “astronauta de cuatro patas”, el perro muerto, que había sucumbido tristemente al sobrecalentamiento, pasaba por encima de sus cabezas cada 103 minutos.

En los cinco meses que siguieron al anuncio de Eisenhower de que Estados Unidos estaría lanzando un satélite pronto, los soviéticos habían lanzado dos. Los estadounidenses no podían estar seguros de que los Sputnik no fueran una suerte de arma o máquina espía. Con sus misteriosos bips, detectables por cualquier entusiasta radioaficionado y un transcurrir incansable por el cielo, acarreaban sentimientos de incertidumbre y miedo. El dominio estadounidense, establecido por las bombas atómicas y de hidrógeno, había sido suplantado por dos esferas metálicas veloces en el espacio. Realmente enojaba el comportamiento calmado de Eisenhower en el amanecer de la derrota. John F. Kennedy, entonces senador demócrata de Massachusetts, acusaba al presidente de “cálculos equivocados y complacientes, mezquindad, recortes al presupuesto, administración mala e increíblemente confusa, y un derroche de rivalidades y envidias”. A los ojos de sus críticos, Ike había dejado ganar, de manera imperdonable, a los soviéticos.

Un mes después de que el Sputnik 2 despegara, era el turno del Proyecto Vanguard para lanzar un satélite. Las cámaras de televisión estaban listas, transmitiendo el evento en vivo a una nación ansiosa por recuperar su reputación en ciencias e ingeniería.

-Hay ignición. Podemos ver las llamas. El motor del Vanguard está encendido y en combustión -dijo Jay Barbree, reportando en vivo en la radio el 6 de diciembre de 1957. -Pero esperen, ¡esperen un momento, no hay despegue! Parece estar desmoronándose en su propio fuego. ¡Se está incendiando en la plataforma! El Vanguard se ha deshecho en llamas. Falló, damas y caballeros. El Vanguard ha fallado.

Los que miraban desde casa vieron con claridad que el cohete se había elevado unos centímetros en el aire antes de caer con violencia y estrellarse. Antes de que pudiera chocar contra el piso fue envuelto en enormes llamas anaranjadas y rojas. Los tanques de combustible se rajaron y provocaron explosiones que sacudieron la plataforma en Cabo Cañaveral. Las nubes de fuego y humo se hicieron descomunales e inundaron la plataforma. Aunque era probable que la hubiera provocado una fuga de combustible, la caída

dramática del cohete nunca sería explicada del todo.

Los encabezados decían FIASCOSNIK, UPSNIK, KAPUTNIK y QUIETOSNIK.* Los soviéticos dieron sus condolencias y con arrogancia, ofrecieron su asistencia técnica. La Bolsa de Nueva York cerró. Por fortuna, el JPL estaba ya trabajando duro.

Un mes antes, en medio de intensa presión, la administración de Eisenhower había dado al fin luz verde a Pickering y a Von Braun. Los políticos estaban cambiando de opinión con gran rapidez en cuanto al laboratorio, con Donald Quarles, secretario adjunto de Defensa, que testificó ante un subcomité del Senado en noviembre y dijo que, en retrospectiva, debían haber encargado al Ejército la tarea de desarrollar el satélite desde un principio. Rumores sobre la necesidad de tener una agencia espacial aparte comenzaron a hacer eco a lo largo de los pasillos del Congreso.

Cuando las noticias sobre la autorización para construir un satélite llegaron, las computadoras saltaron de emoción. Sacaron sus cuadernos de los cajones en los que habían estado bajo llave, al tiempo que los ingenieros abrían el gabinete que escondía el proyectil prohibido en el que habían trabajado en secreto. Todos sabían que les esperaban jornadas largas de trabajo si iban a lanzar este satélite pronto. Por fortuna, gracias al Júpiter-C, gran parte del trabajo estaba ya hecho.

Lo llamaron Proyecto Deal. La estrategia en esencia no había cambiado desde el rechazado Proyecto Orbiter, pero tenía modificaciones que habían aprendido del Júpiter-C. El cohete lanzaría el satélite utilizando un diseño de cuatro etapas. La cubierta del satélite del JPL albergaría instrumentación desarrollada por el astrofísico James van Allen en la Universidad de Iowa. Astutamente, Van Allen tenía un equipo adaptable tanto al Proyecto Vanguard como al Orbiter.

Las mujeres pasaban sus días y noches verificando y volviendo a verificar las trayectorias mientras calculaban los efectos de la temperatura, la velocidad y la presión en la instrumentación. Trabajaban con nerviosa energía, con partes iguales de entusiasmo y ansiedad. Sabían que los riesgos eran altos. No había margen para fracasar. Sus vidas privadas deberían esperar conforme el trabajo se intensificaba y el lanzamiento del 29 de enero se acercaba.

Un día, Barbara llegó al trabajo temprano y se sentó a su escritorio. Ginny

Anderson, de soltera Swanson, la miraba de arriba abajo y sonreía.

-¿Qué pasa? -preguntó Barbara, pasando sus dedos por su cabello.

Se había vestido a las carreras, en la oscuridad de las primeras horas de la mañana. Últimamente, casi no pensaba en lo que se pondría cada día; en lugar de ello solo tomaba del clóset cualquier vestido que estuviera limpio.

-Mira tus zapatos -le dijo Ginny.

Barbara miró hacia abajo. Tenía puestos un zapato azul y otro negro. Ambas soltaron una carcajada. Barbara pasó el resto del día enseñando sus zapatos desiguales a todo aquel que necesitara reír.

El gran día por fin había llegado. Pero a pesar de que el cielo estaba despejado, la fecha fue cambiada porque los vientos azotaban Cabo Cañaveral a 289 km/h. La noche siguiente la misión fue cancelada justo una hora antes del tiempo programado para el lanzamiento de las 10:30 p.m.; los vientos aún no cesaban. Los ingenieros y las computadoras estaban exasperados por el retraso. Después de más de un año, esperar dos días más parecía una tortura.

Entre toda esta expectación, Sue Finley llegó al JPL por primera vez, el 30 de enero. No sabía qué hacer con la excitación que había en el laboratorio. Todos corrían de un lado para otro ocupados. Nadie tenía tiempo de hablar con ella, y mucho menos de comenzar a capacitarla. A Sue no le importó. Todavía seguía impactada por su pérdida. Había pasado solo un año desde que había perdido a su bebé y la experiencia la había cambiado de manera esencial. Había pasado de querer una profesión a no desear nada más que un bebé. La idea de convertirse en madre ocupaba sus pensamientos de manera constante. No estaba segura de durar mucho tiempo en este empleo en el JPL; era nada más algo que sirviera para distraer su atención del dolor mientras esperaba a quedar embarazada otra vez. Al observar a las computadoras ir como remolino de un lado al otro de la sala, y escuchar el sonido de las calculadoras Frieden al ser tecleadas furiosamente, se preguntaba si alguna vez un empleo podría importarle tanto como a ellas.

El viernes 31 de enero de 1958 el viento por fin se calmó. Barbara y Margie Behrens sabían que les esperaba una noche larga. La noche en la que el Sputnik había pasado volando por encima, Von Braun y Medaris le habían rogado al secretario de Defensa que les diera el visto bueno para lanzar su propio satélite, diciendo que solo les tomaría 90 días. Estaban acercándose

peligrosamente a la fecha límite. Habían pasado justo 84 días desde que Washington había autorizado la misión. Esta noche, Barbara y Margie, expectantes, entraron al *cuarto oscuro*, el centro de control de la misión construido al pie de las montañas de Pasadena. Sus ojos se ajustaron con lentitud a la luz tenue que aseguraba que, de forma similar a un automóvil en la noche, la instrumentación, iluminada con su propia luz, podía verse con claridad.

Los nervios seguían de punta mientras esperaban que comenzara el lanzamiento. Margie jugaba ajedrez con Sol Golomb, uno de los ingenieros. Él era un jugador de ajedrez formal que incluso escribía una columna sobre ajedrez para el *Los Angeles Times*. Los dos jugaban con calma, como si no tuvieran preocupación alguna. Barbara, entre tanto, estaba preparando todo. Colocó sus cuadernos en la mesa de luz y alineó lapiceros junto a ellos. Tomó papel cuadriculado, útil para medir tanto en milímetros como en pulgadas; conversaba con otra computadora, Nancy Evans. Platicaban de cosas sin importancia, pero mantenían los ojos en el reloj. Durante la espera, Barbara pensaba en Harry. Lo había visto solo unas horas antes, cuando él le dijo cuánto la extrañaba y le robó un beso antes de dejarla en el trabajo. Se suponía que tenían una cita, pero a Barbara la necesitaban en el JPL. Harry comenzaba a darse cuenta de lo que podría ser su vida si se casaba con ella.

No se permitían cámaras cerca de la Plataforma 26A. A los medios no les habían informado que estaba programado un segundo intento de lanzamiento de un satélite de Estados Unidos, en caso de que algo volviera a salir terriblemente mal. A las 10:48 p.m. en Cabo Cañaveral, la ignición comenzó y el cohete encendió. Una vez que estuvo fuera del alcance de la vista, Richard Hirsch, miembro del Consejo de Seguridad Nacional, dio formalmente al satélite el nombre de Explorer. En el Pentágono, Von Braun volteó a ver a Pickering y le dijo: “Es tuyo ahora”. El cohete ya no estaba en sus manos y solo podían esperar que fuera un éxito. Éxito o fracaso era algo que sabrían con certeza en el JPL. De regreso en Pasadena, los datos comenzaron a llegar por el teletipo. Barbara comenzó sus cálculos, su lápiz deslizándose aprisa por el papel.

Sentada a la mesa de luz, podía percibir a tres hombres muy intimidantes que se alzaban detrás de ella: Richard Feynman, el afamado físico, ahora en Caltech; el antiguo alumno de doctorado de Feynman, Al Hibbs, ahora

director de Ciencias del Espacio en el JPL; y Lee DuBridge, el presidente de Caltech. Feynman estaba de pie tras ella y se asomaba por encima de su hombro mientras ella calculaba la velocidad del satélite al dejar la Tierra. Estaba calmado, algo poco habitual en él, por lo general muy nervioso.

Los cálculos hasta ese momento se veían prometedores. El satélite se movía con la velocidad correcta para sobreponerse a la fuerza gravitatoria de la Tierra y en el ángulo correcto para entrar en órbita. Pero todo lo que sabían era que la prueba real vendría después de que el Explorer hiciera su primera vuelta alrededor de la Tierra y pudieran detectar la señal otra vez en California. Si no se movía con suficiente velocidad o en la dirección correcta, el cohete entero regresaría a estrellarse en la Tierra. Confiaban en que la espera tomaría noventa minutos. En ambas costas y en Alabama, hombres y mujeres esperaban en silencio bajo la luz tenue de las salas de control.

Una ausencia notoria en la sala de control del JPL era la de su director, Bill Pickering. Él, Von Braun y Van Allen habían sido trasladados, contra sus deseos, a Washington. El gobierno quería evitar el desastre mediático del Vanguard, pero si la misión resultaba ser un éxito, querían tener a las piezas clave disponibles de inmediato para una conferencia de prensa. Los hombres esperaban noticias en el Pentágono, Pickering con una línea telefónica abierta que lo comunicaba con el JPL.

Mientras aguardaban, el general Medaris, comandante en Cabo Cañaveral, envió un mensaje al JPL:

GEN MEDARIS DIJO TOMEN TAZA DE CAFÉ - FUMEN UN
CIGARRILLO AGUANTEN CON NOSOTROS

El grupo siguió su consejo de manera literal y la sala de control comenzó a llenarse de humo mientras esperaban con nerviosa energía. Barbara no era fumadora y estaba demasiado nerviosa como para tomar café. En respuesta, el JPL envió de regreso un mensaje en broma, característico de su actitud californiana relajada:

ESTAMOS DESPREOCUPADOS Y ENCENDIENDO UN
MARAJUANA HA [sic]

El humor era todo menos indiferente. A las 12:41 a.m. en la Costa Este,

Pickering había perdido toda esperanza. Debían haber escuchado del satélite para este momento. Era obvio que la misión había fracasado. El trío, en el Pentágono, estaba abatido. Sus audaces afirmaciones acerca de ser capaces de colocar un satélite en noventa días ahora parecían grandes sandeces.

Barbara, sin embargo, esperaba. Estaba rastreando el movimiento del satélite por su desplazamiento en la frecuencia Doppler. Conforme el Explorer volaba por el aire y hacia el espacio, enviaba ondas electromagnéticas de regreso hacia un receptor en Tierra. De manera similar al sonido de la sirena de una ambulancia, que comienza en el murmullo de un lamento al acercarse a un observador, alcanza su plena intensidad al pasar ruidosamente y luego cambia de tono al alejarse, las ondas del satélite al llegar cambiaban de frecuencia, dependiendo de su velocidad relativa respecto de la Tierra —y disminuyen mientras más lejos volara—. Al trazar la frecuencia de las ondas contra el tiempo, Barbara podía hacer una gráfica de la curva del trayecto del satélite hacia los cielos.

Mientras los minutos pasaban, el silencio se disolvió en estallidos esporádicos: el estrés del momento los desgastaba a todos. Pero por fin llegó la señal que todos habían estado esperando. Barbara confirmó la posición; repitió sus cálculos en papel varias veces antes de voltearse en su asiento y decir: “¡Lo logró!”.

Detrás de ella, todos estallaron en gritos de júbilo.

Un ingeniero transmitió las felices noticias a Pickering por teléfono a las 12:49 a.m. Lo inundó un gran alivio —los ocho minutos que habían estado esperando para detectar la señal del satélite habían sido los más largos de su vida—. Conforme gritaba de alegría, Von Braun dijo: “Se retrasó ocho minutos”.

En el Pentágono llamaron a Eisenhower que, de viaje para jugar golf, dormía. Respondió con un: “No hagamos demasiada alharaca”. Era demasiado tarde para eso; la celebración ya estaba en curso.

A las 2 a.m. los periodistas fueron conducidos al gran salón de la Academia Nacional de Ciencias, donde Von Braun, Pickering y Van Allen los esperaban. Después de dar el sorprendente anuncio de que Estados Unidos había enviado un satélite al espacio, los tres sostuvieron en alto un modelo del Explorer, con amplias sonrisas en sus rostros. Al mismo tiempo, en Pasadena, Barbara se recargó en su asiento. Estaba demasiado cansada

para moverse. Su década de trabajo en el JPL había culminado en un éxito tan dulce que no podía hacer otra cosa que disfrutar del momento con gran regocijo.

Margie, por otro lado, a pesar de que festejaba el logro, era todavía muy joven y nueva en su empleo para apreciar la magnitud de esa noche en que hicieron historia. No obstante, el lanzamiento del Explorer 1 daría forma a su vida radicalmente, en formas que no se imaginaba aún. Su vida, tanto personal como profesional, estaba a punto de despegar.

El lunes, Barbara y Margie podían escuchar los gritos júbilo y los aplausos incluso antes de entrar a la cafetería. Todos en el JPL estaban celebrando. Habían armado disfraces de hombres espaciales con el equipo del laboratorio y un letrero decía: “HECHO EN JPL POR LUMBRETERAS Y BEBEDORES DE CAFÉ EN LOS DESCANSOS”.* Barbara se rio. Las computadoras comían pastel y disfrutaban de la celebración. Sue se sentía algo incómoda por celebrar porque apenas había entrado al laboratorio. Al mismo tiempo, estaba orgullosa de su nuevo lugar de trabajo. El éxito del Explorer pertenecía a Estados Unidos y al JPL, que el público desconocía, había sido lanzado de pronto bajo los reflectores.

Pocos días después, el 5 de febrero, el cohete Vanguard hizo otro intento. Las computadoras estaban impacientes por ver si el proyecto financiado por la Marina tendría éxito con su segundo satélite. Gracias al Explorer 1 no sentían ya el aguijón de la competencia. El Vanguard se elevó alto en el aire antes de regresar a estrellarse en la Tierra. Había fallado otra vez.

Por su lado, los ingenieros y las computadoras en el JPL esperaban repetir el éxito mientras preparaban el lanzamiento del Explorer 2. El 5 de marzo vieron cómo el cohete despegó. Cada etapa se desprendió como se esperaba menos la cuarta, un solo Baby Sergeant, que no encendió. En lugar de llegar a su órbita, el cohete se estrelló. Fue un recordatorio de lo frágil que era todo esto; que no había nada rutinario en un lanzamiento.

El 17 de marzo, 12 días después, el Vanguard por fin tuvo éxito al lanzar un satélite. Pero las computadoras no tenían mucho tiempo para pensar en el éxito de la Marina. El Explorer 3 debía despegar tan solo nueve días después. Sus vidas se habían convertido en un torbellino de cálculos, trayectorias y lanzamientos nocturnos. En medio de toda esta locura, Helen intentaba planificar su boda. Arthur había conseguido un empleo en el Banco de

América, en Pasadena y, con su nueva estabilidad financiera, quería que Helen uniera su vida a la de él. Las chicas estaban muy ocupadas con las nupcias. Entre los cálculos de trayectorias, hablaban del corte del encaje, el largo del velo, flores y recepciones.

La boda llegaba en un período de mucho trabajo pero también era parte de un año de celebraciones. El JPL había dado el salto de desarrollar armas a dar los primeros pasos de Estados Unidos hacia la exploración espacial. De hecho, ya estaban comenzando a ver las ganancias científicas que les había traído el Explorer. El contador de rayos cósmicos diseñado por el grupo de Van Allen en Iowa había detectado cinturones de radiación que rodeaban la Tierra. Aunque su existencia había sido ya postulada, el Explorer dio pruebas de que había capas de partículas cargadas que envolvían el planeta como si fueran un cobertor. Con cada satélite Explorer adicional lanzado al espacio podrían hacer un mapa de esta radiación, ver cuán lejos se extendía y con qué intensidad lo hacía.

Pero las computadoras no estaban contentas solo por trabajar con satélites. Ya había comenzado, al menos en papel, la carrera hacia la Luna. Las mujeres desempolvaban los cálculos que habían hecho para el desdeñado Proyecto Red Socks. Entonces, el gobierno de Estados Unidos muy rápido antes para rechazar cualquier proyecto del JPL que tuviera relación con el espacio exterior, ahora, después del éxito del Explorer, le daba rienda suelta al laboratorio. La confianza se extendió hacia la sala de cómputo, donde las mujeres estaban entusiasmadas con sus nuevos cálculos. Helen se rio cuando vio a una de las chicas utilizar sus uñas con manicure para trazar la curva de la trayectoria de una nueva nave espacial.

Estás trazando el camino hacia la Luna en tus dedos bromeó.

Las uñas eran un sustituto muy pobre para un juego de plantillas francesas, unas plantillas de plástico cortadas en formas curvas elegantes que casi parecían *art nouveau*. En lugar de seguir un arco circular, las plantillas seguían la espiral de Euler. Esta forma, explorada por Leonhard Euler en 1744, se hace más curva cuanto más la línea se aleja de su origen. Es una curva perfecta de transición para un objeto en movimiento, porque cuando se sigue la línea, la aceleración del objeto no tiene saltos sino que aumenta de forma progresiva. Por ejemplo, la espiral es útil para calcular las curvas de las carreteras con el objetivo de proteger a los pasajeros de la incomodidad de

una sacudida por un giro abrupto. Cada espiral variaba levemente en longitud e inclinación y permitía a las computadoras conectar cualesquiera de dos puntos de datos en una curva pareja que describía la trayectoria de un cohete.

Helen tenía un juego completo de plantillas curvas que las mujeres adoraban y pedían prestadas siempre que podían. Pero ella no empezaba a calcular una trayectoria con las plantillas francesas; comenzaba por sacar sus lapiceros especiales 4H y papel milimétrico. Primero, calculaba dos hileras de números: cuán lejos y cuán alto volaría el cohete. Esta era la parte difícil, que le llevaba horas mientras llenaba páginas de su cuaderno. Después tomaba su papel milimétrico para registro y trazaba los datos. Algunas veces, el papel carbón amarillo se asomaba por debajo del papel milimétrico y Helen tenía que enderezarlo. Antes de las fotocopiadoras electrónicas, el papel carbón era la única manera de hacer duplicados de su trabajo. Volcada sobre su trabajo, observaba la primera hilera de números. Cuando el cohete se hubiera alejado horizontalmente 1 524 m, estaría a 2 300 m de altura. Toda esta información se convertía en un simple punto en su papel milimétrico. Helen llenaba el papel con puntos de datos que se elevaban cada vez más, justo como algún día podría elevarse el cohete. El toque final se hacía sacando su juego de plantillas francesas y uniendo los puntos.

Helen era la computadora más veloz del grupo. En las tardes las mujeres con frecuencia sostenían carreras de cálculos. Dos o más de ellas se preparaban en sus escritorios mientras el resto de la sala las miraba. Comenzaban con las mismas ecuaciones y estaban equipadas con calculadoras Friden idénticas. Una de las mujeres gritaba: “¡Fuera!” y de pronto la sala se llenaba con el clamor de las calculadoras; el escándalo se intensificaba conforme los dedos volaban por las teclas numeradas. Las computadoras se apuraban para calcular raíces cuadradas, y las calculadoras mecánicas comenzaban a temblar. Pronto toda la sala vibraba. Las mujeres gritaban para animar a sus colegas, impulsándolas a trabajar aún más rápido. Justo cuando parecía que la sala no podía alborotarse más, Helen levantaba la mano y gritaba: “¡Terminé!”. Había ganado otra vez. Las mujeres aplaudían y reían. No sabían por qué lo habían intentado; Helen era invencible.

Una tarde después del trabajo, Margie llevó en su auto a Sue. En lugar de conducir a sus casas en Pasadena, dio la vuelta hacia la calle principal y se dirigió a las montañas que miraban hacia el laboratorio. Querían ver hasta

dónde llegaba el camino. Condujeron a lo largo de la carretera del cañón; el auto de Margie apenas si subía por lo empinado de algunos lugares. No había mucho allá. Las montañas secas, color café, tenían arbustos raquíticos distribuidos de forma irregular, y no había una sola flor que ver. Salieron del auto y deambularon por las piedras en la luz cada vez más débil de la tarde mientras el sol se reflejaba en las ventanas del laboratorio, bajo ellas. El JPL se veía diminuto entre las colinas; era difícil creer que tanta excitación podía estar contenida dentro de esos pocos edificios dispersos. Cuando llegaron la cima del cañón, Sue señaló la luna que brillaba con un blanco eterno contra un cielo que se oscurecía poco a poco. Se veía frágil, su brillantez diluida por la luz del día. De todas formas, su brillo era como una señal que las retaba a acercarse y descubrir sus misterios. Sue y Margie estaban listas para aceptar ese reto.

Notas

Todas las anécdotas personales y la historia familiar fueron obtenidas de entrevistas de la autora.

Las experiencias de Pickering en Washington D.C. cuando lanzaron el Sputnik se describen en Douglas J. Mudgway, *William H. Pickering: America's Deep Space Pioneer*, Washington, D.C., U.S. National Aeronautics and Space Administration, 2008.

Los retos del reingreso se describen en José Meseguer *et al.*, *Spacecraft Thermal Control*, Oxford, Woodhead, 2012.

El diseño torpe de los conos nariz para el reingreso se explica en Andrew Chaikin, "How the Spaceship Got Its Shape", *Air and Space Smithsonian Magazine*, noviembre, 2009.

La desilusión por la cancelación del Júpiter-C o Juno se describe en Clayton R. Koppes, *JPL and the American Space Program: A History of the Jet Propulsion Laboratory*, New Haven, CT, Yale University Press, 1982.

Las quemadas producidas por ácido nítrico se describen en L. Kolios *et al.*, "The Nitric Burn Trauma of the Skin", *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery*, 63(4), 2010.

Una historia del Sputnik puede encontrarse en Paul Dickson, *Sputnik: The*

Shock of the Century, Nueva York, Walker, 2007 y Yanek Mieczkowski, *Eisenhower's Sputnik Moment: The Race for Space and World Prestige*, Ithaca, NY, Cornell University Press, 2013.

La conversación de Von Braun que comienza con “Vanguard nunca lo logrará”, con Medaris y McElroy la tarde en que fue anunciado el lanzamiento del Sputnik se reporta en William E. Burroughs, *This New Ocean: The Story of the First Space Age*, Nueva York, Random House, 1998.

El papel del presidente Eisenhower en el Júpiter-C y el Explorer se explica en Yanek Mieczkowski, *Eisenhower's Sputnik Moment: The Race for Space and World Prestige*, Ithaca, NY, Cornell University Press, 2013.

El Proyecto Red Socks se describe en Paolo Ulivi y David M. Harland, *Lunar Exploration: Human Pioneers and Robotic Surveyors*, Londres, Springer, 2004; R. Cargill Hall, *Lunar Impact: The NASA History of Project Ranger*, Mineola, NY, Dover, 2010; y Jay Gallentine, *Ambassadors From Earth: Pioneering Explorations with Unmanned Spacecraft*, Lincoln, University of Nebraska Press, 2009.

El gobierno soviético emitía reportes diarios de salud afirmando que la perra cosmonauta Laika estaba sana y después, que se le practicó eutanasia en el espacio. En 2002, se reveló que Laika murió pocas horas después de iniciado el vuelo, por sobrecalentamiento (las temperaturas dentro del Sputnik 2 rebasaron los 48 °C). Se puede encontrar más información en Jennifer Latson, “The Sad Story of Laika, the First Dog Launched Into Orbit”, *Time*, 3 de noviembre, 2014.

El fracaso inicial del Vanguard y su subsiguiente éxito se describe en Constance McLaughlin Green y Milton Lomask, *Vanguard: A History*, U.S. Government Printing Office, 1970.

Kennedy advirtió: “La nación estaba perdiendo la carrera de satélites y misiles contra la Unión Soviética por... cálculos complacientes equivocados”, etc., según fue citado por Zuoyue Wang, *In Sputnik's Shadow: The President's Science Advisory Committee and Cold War America*, Nueva Brunswick, NJ, Rutgers University Press, 2009.

El lanzamiento del Explorer I, incluyendo los teletipos entre Cabo Cañaveral y el JPL, así como la subsecuente conferencia de prensa se describe en Matthew A. Bille y Erika Lishock, *The First Space Race: Launching the World's First Satellites*, College Station, Texas A&M University Press, 2004.

Se cita a Von Braun diciendo: “Se retrasó ocho minutos”, en Erik Bergaust, *Wernher von Braun: The Authoritative and Definitive Biographical Profile of the Father of Modern Space Flight*, Washington, D.C., National Space Institute, 1976.

Notes

- * En inglés, haciendo burla en ruso simulado.
- * La frase original es un claro juego de palabras en inglés que es intraducible al español: “MADE AT JPL BY HARD-BOILED EGGHEADS AND COFFEE-BREAKERS”. [N. del T.]

Brillo de luna

Macie y Barbara estaban juntas de pie y lanzaban arroz a Helen, que salía de la iglesia con su esposo. Estaban embelesadas con el vestido que ceñía perfectamente la figura de Helen, con mangas hasta los codos, el corpiño que entraba en la falda a la altura de la cintura y una hermosa cola de encaje que caía con suavidad tras ella. Helen tenía una sonrisa radiante. En la recepción, que tuvo lugar en el hotel Hilton de Los Ángeles, Helen y Arthur se miraban uno al otro mientras bailaban una canción lenta en el salón de baile. Cuando la banda comenzó a tocar *Moonglow*, de la película *Picnic*, la pista se llenó con hombres en trajes nuevos y mujeres que se mecían en largas faldas de tul. Barbara apoyaba su cabeza en el hombro de Harry, las velas brillaban en las mesas y se oía la voz suave del cantante. Todos estaban enamorándose, no solo unos con otros, sino con la luna a lo alto.

Mientras Helen se casaba, Estados Unidos hacía oficial el programa espacial. El 29 de julio de 1958, el presidente Eisenhower firmó el National Aeronautics and Space Administration Act para convertirla en la Ley de Aeronáutica Nacional y Espacial. Su objetivo era “brindar financiamiento para la investigación sobre problemas de vuelo dentro y fuera de la atmósfera terrestre, y para otros propósitos” y le dio a Eisenhower cuatro años en los que debía transferir las oficinas existentes hacia la nueva administración. Los sueños de Pickering para el JPL, la esperanza de convertirse en un centro para la exploración espacial más que para el desarrollo de armamento, se acercaban poco a poco. Con la NASA establecida, el JPL deseaba comenzar cuanto antes con las misiones planetarias. Estaban ya esperando ver cómo la nueva administración cambiaría de manera fundamental la investigación aeronáutica al unir grupos de investigación tan dispares.

Alrededor de la mesa en el almuerzo, las computadoras y los ingenieros casi no hablaban de otro tema. Ahora que por fin tenían el visto bueno para dejar la Tierra, no estaban contentos con hacer gráficas para simples misiones lunares. Antes de que seicara la tinta que establecía la NASA, el JPL comenzó a proponer exploraciones hacia el espacio lejano. Marte y Venus les fascinaban como no lo hacía la Luna. Después de todo, los telescopios habían sido probados con la superficie lunar durante más de trescientos años. Los planetas, por otro lado, se veían tentadoramente cercanos, tal vez al alcance de los cohetes del JPL. ¿Y quién sabía qué habría en ellos? Tal vez incluso podrían descubrir vida extraterrestre.

No solo era en el JPL que los soñadores se imaginaban vuelos a los planetas cercanos. Marte y Venus tenían una poderosa atracción para la imaginación estadounidense desde la década de 1950. Al ser nuestros vecinos de al lado en el sistema solar, ambos planetas tenían las mejores probabilidades de tener vida. Los científicos sabían que los planetas externos (Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno y Plutón) eran demasiado fríos y sus atmósferas demasiado extremas para que fuera posible la vida, mientras que el pequeño Mercurio, por ser el más cercano al Sol, era demasiado caliente. Los astrónomos buscaban un planeta como el nuestro, ni demasiado caliente ni demasiado frío.

Una película de Disney de 1957 titulada *Mars and Beyond* describía esta idílica región templada: “En esta zona ideal están las órbitas de Venus, la Tierra y Marte. Podría haber vida en Venus, pero sabemos muy poco acerca de nuestro planeta hermano, ya que sus misterios yacen cubiertos tras un manto impenetrable de densas nubes. Más allá de la Tierra, en el borde externo de la zona de temperatura de la vida, está Marte, el tercer planeta en nuestro sistema solar donde podría existir vida”. Como solo había telescopios apuntando hacia los planetas, es fácil imaginar la vida acechando en la puerta de al lado.

Pero mientras algunos en el JPL estaban listos para alejarse de los cohetes, la sal y la pimienta del laboratorio durante dos décadas, y comenzar a diseñar naves espaciales, otros sentían que la idea de enviar sondas a Marte y a Venus antes de haber llegado a la Luna era una locura.

Harry pensaba que Barbara estaba un poco loca también. No era solo su trabajo poco común.

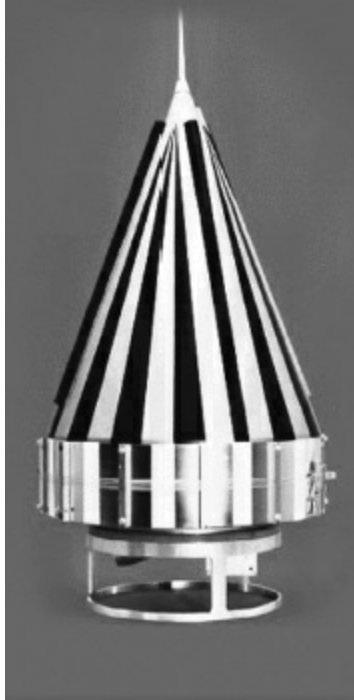
Tiene que haber algo malo en ti argüía. Eres joven, encantadora, y todavía no estás casada.

Por insistencia de él, Barbara comenzó a ver a un terapeuta. Harry la recogía después de cada sesión y la llevaba a tomar un café. Aunque ella amaba a Harry profundamente, le había dejado claro que no estaba lista todavía para casarse.

Con la aparición de la NASA, la competencia dentro de las fronteras de Estados Unidos por sus dólares era feroz; los laboratorios de investigación militar contendían por posición y proyectos. Cuando la Fuerza Aérea fracasó en dos misiones lunares, la administración de la NASA entregó el proyecto al JPL.

Estados Unidos estaba desesperado por vencer a la URSS en la exploración espacial. Para ayudar a lograr esa meta, el JPL comenzó a trabajar en el fracaso de la Fuerza Aérea, un satélite llamado Pioneer que exploraría la Luna. Si bien la Fuerza Aérea había llamado Pioneer a este satélite, las mujeres se referían a él solo como la sonda lunar. El diseño era muy similar a audaz Proyecto Red Socks. Los ingenieros y las computadoras intercambiaron el cohete Redstone diseñado por el grupo de Von Braun por un nuevo misil Júpiter. El recién desarrollado misil balístico tenía una capacidad de empuje de 68 000 kg, cerca del doble que la del Redstone. Necesitarían un empujón extra si iban a viajar 380 000 km desde la Tierra.

Encima del misil Júpiter el diseño en esencia no era diferente del Explorer. Utilizarían los mismos tambores giratorios de los Baby Sergeant y la nave espacial en la cuarta etapa. Las computadoras trazaron con cuidado el curso del satélite, determinando con precisión el tiempo necesario y la velocidad para poner en órbita el Pioneer. La ventaja inicial que tenían por el Proyecto Red Socks significó que completaron sus cálculos en tiempo récord. Ahora podían relajarse y admirar el diseño. El cono nariz estaba pintado con rayas blancas y negras anchas que provocaron que las mujeres le llamaran alegremente el *carrusel*. Combinaba de manera perfecta con los cohetes giratorios que había debajo de él. Observaron cuando los equipos de mecánicos construyeron la nave espacial. Lo que comenzó como hojas brillantes de metal poco a poco creció hasta convertirse en una sonda plenamente desarrollada.



La sonda con forma de cono del Pioneer (Cortesía NASA/JPL-Caltech).

En diciembre estaban listos para probar el *carrusel*. El Pioneer 3 (después de que el 1 y el 2 habían sido fracasos de la Fuerza Aérea) estaba preparado para el despegue el 6 de diciembre de 1958. Esa noche, el esposo de Sue, Pete, estaba preocupado por ella. No podía entender por qué ella siempre trabajaba jornadas tan largas y ahora parecía que pasaría toda la noche allá. Sue entró a la minúscula sala de control con aprehensión. La sala estaba repleta de mesas y se veía opresivamente pequeña. Ya estaba nerviosa — odiaba esperar y solo quería comenzar— y, mientras se preparaba para el lanzamiento inminente, Al Hibbs se paró tras ella y quedó justo sobre su hombro. Como director de la división de Ciencias del Espacio del JPL, quería saber tan pronto como fuera posible si la misión era un éxito o un fracaso y nada más Sue podía decírselo. El pobre de Bill Pickering fue otra vez apartado para depender, en el Pentágono, de una línea telefónica abierta para recibir noticias.

Tan pronto como los números comenzaron a llegar con rapidez, toda la ansiedad de Sue se disipó. Una vez en su escritorio realizando su trabajo, una tarea para la que sabía que era buena, podía sentir cómo se relajaba la tensión. Los números llegaban con celeridad y el lápiz de Sue corría por el papel, apenas capaz de mantener el ritmo de los datos. No había tiempo para utilizar

la Frieden; tenía que hacerlo todo a mano. Al calcular la velocidad y la dirección del cohete, determinaba su velocidad de escape. Sabía que para lanzar al espacio, sea un misil o un malvavisco, hay que alcanzar 11.3 km por segundo para escapar de la fuerza gravitatoria de la Tierra. Era la mitad de la noche y Sue estaba tratando de manera desesperada de determinar si el Pioneer 3 alcanzaría este número mágico.

Además de las computadoras hechas de carne y hueso, había llegado al JPL un nuevo procesador. A IBM, por lo menos hasta ahora, no le había ido bien en el laboratorio. Los ingenieros y las computadoras preferían hacer sus cálculos a mano, porque no confiaban en las máquinas gigantescas que tenían demasiadas fallas para ser confiables.

La IBM 704, la más reciente de su clase, había llegado al JPL justo a tiempo para el Pioneer 3. Para diferenciarla de sus contrapartes humanas, la llamaban simplemente la IBM. Era inmensa, pesaba más de 13 600 kg y necesitaba un cuarto construido solo para ella. Con un costo de dos millones de dólares, tampoco era barata.

Sue encontró demasiado sofisticado el mastodonte del que estaban a cargo las computadoras. Utilizando un codificador, escribían programas simples en tarjetas perforadas con las que alimentaban a su contraparte digital. La nueva máquina era más poderosa que la IBM 701. En lugar de tubos de rayos catódicos, utilizaba memoria de núcleo magnético, que era más veloz y más confiable. Operaba con hardware de punto flotante y permitía cálculos matemáticos más complejos que su predecesora. Pero no la utilizaran mucho. Ninguno de los ingenieros confiaba en la IBM, que siempre necesitaba reparaciones. Por desgracia, compartía el mismo sistema de circuitos de tubos de vacío que la 701. Por esto, la máquina generaba una cantidad de calor enorme y provocaba que se saturara un tubo cada hora y se desactivara el sistema entero. Pero incluso cuando trabajaba a la perfección, los ingenieros y las computadoras no tenían mucha fe en la IBM. Su nave espacial era demasiado valiosa para dejarla en manos de los caprichos de la nueva tecnología. El equipo gigantesco y caro con frecuencia quedaba sin usar.

La noche del lanzamiento del Pioneer 3 intentaron utilizar la IBM por solo un breve lapso antes de darse por vencidos. Era demasiado lenta para esta clase de trabajo. Además, el grupo en la sala podía tener confianza en los

cálculos si había una persona real a cargo de las matemáticas. Sue no se preocupaba cuando la IBM fallaba; ella sabía que todo se resolvería con sus cálculos dibujados a mano para predecir el éxito o el fracaso de la misión.

Las cosas no se veían bien. El misil Júpiter dejó de hacer combustión prematuramente. Haciendo cálculos como loca, Sue negaba con la cabeza. No lo iba a lograr. Si había una falla en la primera etapa, no había manera de que las siguientes etapas pudieran darle suficiente empuje a la nave espacial. Se puso triste al ver al Pioneer elevarse hasta los 102 000 km antes de caer a Tierra.

Eran las 6 a.m. cuando Sue salió del laboratorio. Estaba muerta de cansancio, exhausta por la noche de trabajo y por su final devastador. Cuando llegó a casa, Pete estaba viendo las noticias de la mañana cuando comenzaron a dar un reporte del despegue fallido. Ella de pronto se incorporó de un brinco, sin poder creer lo que veía. “¡Esos son mis números!”, gritó, señalando los cálculos que había hecho la noche anterior, ahora escritos con gis en un pizarrón. No podía creerlo; su trabajo era noticia.

Después del lanzamiento fallido, sin embargo, hubo algo que mitigó la angustia en el laboratorio: el JPL ya era oficialmente parte de la NASA. Aunque el éxito del JPL con el Explorer en enero implicaba que la transferencia era inevitable, de hecho había tenido lugar una delicada negociación entre la nueva administración espacial, el Ejército y Caltech. Con estas pláticas todavía en proceso, la NASA abrió sus puertas en octubre sin científicos en sus filas. Pickering estaba en espera de que el Congreso designara al JPL como el “laboratorio espacial de la nación”. Pero mientras la legislación no les daba el sello de alto rango que buscaba Pickering, Abe Silverstein, el nuevo jefe de la Office of Space Flight Programs [Agencia de los Programas de Viajes Espaciales] de la NASA compensó la situación dándole al laboratorio una nueva y jugosa tarea. Bajo el cobijo de la NASA, el JPL sería responsable de planificar y ejecutar misiones lunares y planetarias sin tripulación, además de desarrollar los cohetes necesarios para lograrlo.

En diciembre, Eisenhower firmó una orden ejecutiva que situaba al JPL bajo la dirección de la NASA. Afortunadamente, continuarían siendo administrados por Caltech, lo que les daba la misma libertad e independencia de la que habían disfrutado cuando eran parte del Ejército. Las computadoras

estaban felices por el cambio. Era un gran alivio saber que no las llamarían más para construir armas y estaban encantadas de ser parte de una exploración científica más importante.

Era Navidad de 1958 y Harry sorprendió a Barbara con un árbol con luces, cubierto de adornos para su departamento al sur de Pasadena. Estaba maravillada con él; Harry era tan romántico y espontáneo. Después de ponerse su abrigo, se dirigieron a la fiesta navideña del laboratorio.

Parecía que ese año tenía la temática de la NASA. El JPL celebraba su nueva afiliación con cohetes brillantes de papel, estrellas y lunas que colgaban del techo. La orquesta de jazz tocaba con entusiasmo mientras el personal y sus parejas bailaban alrededor del salón rentado. Bromeaban y reían con sus colegas, pero evitaban lo más posible las conversaciones sobre el Pioneer. No era fácil, pero querían mantener la noche sin preocupaciones. Conforme fluían las bebidas, Barbara se dirigió a las mujeres solteras y les recordó que estuvieran alerta. Después de sus largos días de trabajo bajo tanta presión, las fiestas del JPL podían desatarse y tal vez estar más relajados de la cuenta. Incluso en medio de las fiestas, a las mujeres les gustaba cuidarse mutuamente.

Pensando en el año que había vivido, el personal se regocijaba con el éxito del Explorer, pero el lanzamiento fallido de hacía unas semanas les había dejado un sabor amargo en la boca. Barbara cantaba villancicos navideños con el grupo, pero tenía sentimientos encontrados. Sin embargo, cuando miraba al hombre que estaba de pie junto a ella, se dio cuenta de que al fin se había decidido. Amaba a Harry y estaba lista para casarse con él. “No importa qué sea lo que traiga el nuevo año”, pensó, “por lo menos estaremos juntos”.

* * *

El 2 de enero de 1959, podía verse una pequeña esfera cruzando el cielo hacia la Luna con una cola anaranjada, brillante, de gas de sodio. Habían agregado deliberadamente gas para aumentar la visibilidad del satélite desde la Tierra. Pasó cerca de la Luna a una distancia de 6 400 km de su superficie, lo más cerca que cualquier objeto hecho por el hombre jamás hubiera llegado, para luego dirigirse hacia la órbita del Sol. Nombrada después Luna 1, la nave

espacial había sido diseñada para alunizar. Aunque no llegó tan lejos, resultó de todas formas un triunfo impresionante para los soviéticos. Presumían que su nave espacial era ahora un planeta, mientras que las computadoras en el JPL gruñían frustradas por las noticias. Era notorio que estaban perdiendo la carrera espacial.

En el primer aniversario del Explorer 1, en enero de 1959, un asunto deslumbrante en Washington reunió a Pickering, Von Braun y Van Allen otra vez en la capital. Von Braun era de lejos el más famoso de los tres y estaba acostumbrado a ser el centro de atención en reuniones como esa. Pero ahora se quejaba. Mientras que el JPL se había convertido con rapidez en parte de la NASA, el grupo de Von Braun en la Army Ballistic Missile Agency, en Alabama, iba a ser eliminado de forma gradual. La NASA quería reducir a la mitad al personal y conservar a los empleados que deseaba mientras cancelaba el resto de las operaciones. Von Braun no estaba tomando bien la decisión. Había hecho una exhortación pública para conseguir fondos —de 50 a 60 millones para preservar su grupo y continuar con el desarrollo de los cohetes grandes—, pero no tuvo éxito. Otros grupos de investigación también se habían topado con este problema. La NASA iba a transferir a 157 empleados del equipo del Vanguard de la Marina a lo que se convertiría en el Goddard Space Flight Center [Centro de Vuelos Espaciales Goddard], en Greenbelt, Maryland. Los antiguos competidores del JPL y los recién inventados Goddard formarían ahora el núcleo de la ciencia espacial de la NASA.

Otra celebración tenía lugar en California. Margie Behrens se iba a casar. Tenía 20 años y su familia estaba deseando que se casara desde que ella terminó la preparatoria. Macie sabía que Margie, una muchacha católica, empezaría pronto a tener hijos. Macie y las demás mujeres tenían a Margie en muy alta estima y les inquietaba su decisión, porque pensaban que era demasiado buena para su nuevo esposo, un ingeniero del JPL. Para tentarla a quedarse en el laboratorio, Macie mandó a Margie a aprender programación en una nueva máquina: la Burroughs E101.

Las capacidades del aparato se situaban a medio camino entre las computadoras masivas que ocupaban un cuarto entero, como la UNIFAC y la IBM 701 y 704, y las calculadoras Frieden que las mujeres utilizaban todos

los días. La máquina, grande y tosca, tenía el tamaño de un escritorio y era muy ruidosa. Margie utilizaba un lenguaje ensamblador rudimentario para programarla: insertaba alfileres en un tablero situado en la parte superior del mecanismo. Los anuncios de la Burroughs E101 presumían: “¡La programación con tablero de alfileres ahorra 95% de tiempo de computación manual!”. Además de su utilidad en la ingeniería aeroespacial, también se utilizaba para predecir los resultados de las elecciones presidenciales de Estados Unidos. La E101 estaba hecha con ocho tableros, cada uno de los cuales podía recibir 16 instrucciones diferentes. Al poner los alfileres en el tablero, Margie insertaba los cálculos que necesitaba. A las mujeres la máquina les resultó tremendamente lenta. Podía realizar veinte sumas o cuatro multiplicaciones por segundo, pero siempre se descomponía. No obstante, Margie estaba fascinada con la nueva tecnología.

Entre tanto, el JPL y el grupo de Von Braun colaboraban en el Pioneer 4. El 3 de marzo de 1959, la nave espacial fue lanzada. Esta vez el cohete de la primera etapa funcionó a la perfección. En la sala de control, las computadoras y los ingenieros esperaban. Pasarían cuatro horas y media antes de que la sonda sobrepasara a la Luna. El sistema de rastreo de Microlock que había ocupado tantas horas a las computadoras, funcionaba a la perfección. El Pioneer 4 se unió a su contraparte soviética y comenzó a orbitar el Sol como un segundo planeta artificial. Pocos días después, a altas horas de la madrugada, recibieron la última señal que jamás recibirían del Pioneer 4, ahora a más de 643 700 km de distancia. Conforme la sonda viajaba en su órbita, las computadoras consideraban con asombro el hecho de que tardaría otros 12 años en pasar a 1 609 000 km de la Tierra.

E101's are at work in aviation, petroleum, civil engineering, chemical, optical, pharmaceutical and other fields of science and industry. Engineers, statisticians, designers and researchers are saving costly time in handling their computational problems... from original design calculations, to the final test data reduction.



pinboard programming
saves 95% of manual
computation time!



Burroughs
electronic digital computer

Users of Burroughs E101 low-cost digital computers report average time savings of 20 to 1 over desk calculators and other manual devices... plus superior accuracy. Savings in calculating time frees technical talent for more creative jobs... ensures better design... allows fuller employment of laboratory facilities... bigger work loads. Simplified pinboard programming can be mastered in a matter of hours. Problem solving capacity is further extended by optional PUNCHED PAPER TAPE INPUT/OUTPUT equipment and the NEW PUNCHED CARD INPUT unit, for direct computer processing of punched card files. For brochure, write ElectroData Division, Pasadena, California.

 **Burroughs Corporation**
"NEW DIMENSIONS" in electronics and data processing systems

25

Anuncio de la computadora Burroughs E 101.

Aunque el Pioneer 4 fue un éxito, había un sentimiento general de que la misión no había sido suficiente. El JPL había vencido a sus competidores en la Fuerza Aérea, cuyos dos Pioneer habían sido un gran fracaso, pero seguía retrasado respecto de la URSS. El descontento no era solo por la competencia. El personal del JPL, desde Pickering hasta los ingenieros y las computadoras, se sentían motivados para comenzar a explorar los planetas. Pickering, en particular, vio las misiones lunares como simples medios para probar el

equipo.

Si iban a explorar el sistema solar, reconocían los ingenieros, necesitarían un mejor sistema de rastreo para sus satélites. Propusieron una red de espacio profundo que pudiera tener el mando y el rastreo de todas las naves espaciales estadounidenses. El JPL ya había tenido algunas estaciones de rastreo —en Florida, California y Puerto Rico— que eran responsables de transmitir los datos iniciales de la trayectoria de cada lanzamiento realizado en Cabo Cañaveral. La piedra angular de la red era la estación de rastreo en California. La antena de enormes dimensiones de casi 26 m de ancho y 109 toneladas de peso se localizaba en el lago seco Goldstone en el desierto de Mojave, al este de Pasadena. Goldstone había probado su valor cuando detectó la señal del Pioneer 4 a una enorme distancia: 658 000 km de la Tierra. Pero ahora necesitaban escuchar mucho más lejos en el espacio.

Barbara estaba a punto de echar su primer vistazo a Goldstone, la gran antena que le había brindado tantos datos. La habían nombrado supervisora de las computadoras. Macie estaba por retirarse y todos estaban tristes por verla partir. Había estado ahí tanto tiempo que parecía el final de una era. De cualquier manera, estaba acercándose a los 70 años y había dicho, con modestia, que simplemente ya no podía “mantener el ritmo de las mujeres jóvenes”. Barbara, que había actuado como supervisora junto a Macie por años, era su reemplazo natural.

Aun así, no todos estaban de acuerdo con esta decisión. Uno de los ingenieros, Bill Hoover, se quejó del ascenso de Barbara, porque creía que debía ser un hombre quien estuviera a cargo de una parte crucial de sus operaciones. “Se va a casar, se va a embarazar y va a renunciar”, se quejaba furioso.

En su primera visita al desierto de Mojave como nueva supervisora, Barbara no tenía tiempo para pensar en comentarios de tan poco de tacto. En cambio, ella y los ingenieros hablaron de los planes para la red de espacio profundo, y concibieron tres estaciones que albergaran antenas de radio gigantes, similares a la que había en Goldstone, que pudieran localizarse en sitios remotos alrededor del globo, y estuvieran listas para recibir señales del espacio exterior. Cuando la señal de una nave espacial se hundiera detrás del horizonte de una antena, la siguiente la captaría. La antena Goldstone sería un componente central del diseño y construirían nuevas estaciones en Australia

y África.

Cuando, por un lado, Barbara daba estas emocionantes zancadas en su carrera, por el otro, su vida personal también estaba evolucionando. El 21 de febrero de 1959, después de hacerlo esperar durante cuatro largos años, se casó finalmente con Harry Paulson. Parados en grupo afuera de la iglesia y celebrando con un volumen tan alto como hicieran en el lanzamiento del Explorer hacia su órbita, estaban sus amigos cercanos del JPL. Barbara no podría haber estado más feliz. Solo deseaba que su madre estuviera ahí para ver la concreción de lo que siempre había querido para ella.

El matrimonio no cambió la ética de trabajo para Barbara. Pero sí cambió su apodo. Nunca le había gustado que la llamaran Barb ni Barbie y prefería que sus colegas la llamaran Barbara. Ahora, con la adición de su apellido de casada, sus iniciales eran BLP. No pasó mucho tiempo para que comenzara a ser Blip en el laboratorio. Blip pasaba las mismas largas horas capacitando a nuevas computadoras y trabajando con las trayectorias. Su siguiente objetivo era claro y esperaba con entusiasmo los cálculos. El JPL había quedado en segundo lugar frente a los soviéticos para lanzar tanto el primer satélite del mundo como la primera nave que volara cerca de la Luna. Tal vez podrían vencer a la URSS y convertirse en los primeros en bajar a la superficie lunar.

A pesar de la naturaleza histórica de la tarea, en el JPL no le veían mucho futuro al proyecto. Había una sensación entre los supervisores de que estaban solo utilizando la tecnología tal y como se presentaba, en lugar de ampliar los límites de lo que podían hacer. La NASA quería pronto una nave que aterrizara en la Luna, punto. Para cumplir con las peticiones de la NASA así como con sus propios deseos, el JPL resolvió trabajar en misiones a la Luna y planetarias de forma simultánea. Al tiempo que salían chispas por las fricciones entre el JPL y la NASA, las mujeres trabajaban en trayectorias para las naves que aterrizarían en la Luna, junto con los planes más grandiosos de enviar sondas a Marte y a Venus. El entusiasmo por las misiones planetarias era palpable y las computadoras se descubrieron arrastradas a él.

Una mañana, Barbara eligió su atuendo con particular atención. Combinó una falda oscura en corte A que apenas dejaba ver sus pantorrillas con un suéter que cubría su camisa. Se puso sus zapatos favoritos de punta abierta con tacón y sonrió al ponerse su collar de perlas de tres hilos que Harry le había

dado como regalo de bodas. Cuando llegó a la oficina, todas las chicas la felicitaron y una de ellas le colgó un ramillete vistoso en el pecho. Con sus amigos y colegas celebrándola, caminó hasta donde estaba Bill Pickering y le dio la mano. “Gracias por una década de servicio”, le dijo él con calidez y le entregó un broche de oro que conmemoraba los años que Barbara había trabajado en el JPL. Dirigiéndose al personal, Pickering habló del trabajo arduo de ella en las misiones y dijo que esperaba que se quedara con ellos muchas décadas más. Barbara sonrió; el último año y medio había sido maravilloso. Había visto al Explorer volar hacia los cielos, había recibido el ascenso con el que soñaba y se había casado con el amor de su vida. ¿Qué otra cosa podría pedir? Algo era innegable: no quería irse nunca del laboratorio.

Notas

Todas las anécdotas personales y la historia familiar fueron obtenidas de entrevistas de la autora.

Los primeros días de la NASA están documentados en Thomas Keith Glennan, *The Birth of NASA: The Diary of T. Keith Glennan*, U.S. National Aeronautics and Space Administration, 2009.

Los planes iniciales para explorar el sistema solar realizados en el JPL poco después de la constitución de la NASA, así como la historia de las misiones Pioneer se describen en Clayton R. Koppes, *JPL and the American Space Program: A History of the Jet Propulsion Laboratory*, New Haven, CT, Yale University Press, 1982 y en Mark Wolverton, *The Depths of Space: The Story of the Pioneer Planetary Probes*, Washington D.C., Joseph Henry Press, 2004.

“Mars and Beyond” fue un episodio de *Disneyland* que se transmitió el 4 de diciembre de 1957.

La IBM 704 se describe en Paul E. Ceruzzi, *Computing: A Concise History*, Cambridge, MA, MIT Press, 2012.

Luna 1 también fue conocido como Mehta; fue el cuarto lanzamiento de la serie, aunque el primero que tuvo éxito. Recibió su nombre del famoso

ingeniero espacial soviético, Sergei Korolev y después recibió otro nombre por parte del gobierno. Todavía gira alrededor del Sol. Más información sobre las misiones Luna y Pioneer puede encontrarse en Tom McGowen, *Space Race: The Mission, The Men, The Moon*, Nueva York, Enslow, 2008.

La transferencia de 157 empleados del equipo naval Vanguard y la desintegración del grupo de Von Braun en ABMA se describen en Virginia P. Dawson y Mark D. Bowles, eds., *Realizing the Dream of Flight*, Washington, D.C., National Aeronautics and Space Administration, 2005, y en Howard E. McCurdy, *Space and the American Imagination*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 2011.

La historia de lo que se convertiría en la Deep Space Network puede encontrarse en William A. Imbriale, *Large Antennas of the Deep Space Network*, Hoboken NJ, John Wiley, 2003.

PARTE III

Década de 1960



Barbara Paulson



Helen Ling



Susan Finley



Sylvia Lundy (después Miller)

Jefes supremos análogos

Barbara se acarició con suavidad el vientre. El doctor había salido del consultorio unos momentos antes. Ella sostenía en sus manos un papelito con la fecha anotada en la garigoleada letra manuscrita del doctor: octubre de 1960. No podía creerlo: iba a ser madre. Se levantó y se miró al espejo, preguntándose si se veía diferente en algo. Pensó en Harry, que moría de ganas de tener un bebé y estaría fascinado con las noticias. La vida en matrimonio había sido dichosa. Pasaba sus días en un trabajo que amaba y en la noche volvía a casa para encontrar a Harry. Ahora todo cambiaría.

Barbara se vistió con lentitud, pero su mente iba de prisa. Cuando se puso sus zapatos de tacón bajo, se sentía abrumada. Estaba emocionada por comenzar una familia, pero su mente regresaba al laboratorio. Toda su vida adulta, desde que era adolescente, la había pasado entre las paredes del JPL. Ahora era supervisora con responsabilidades. Sería difícil despedirse.

A diferencia de otras mujeres embarazadas que había visto irse del laboratorio, ella no podía solo empacar sus cosas y desaparecer. Su puesto era crucial para el éxito del laboratorio. Habló con su jefe acerca de la mejor forma de proceder. Él era el doctor Clarence R. *John* Gates, que tenía un doctorado en ingeniería eléctrica. Ese era un signo de distinción entre los ingenieros, a quienes no se les exigía un posgrado. Felicitándola por su inminente maternidad, Gates le ayudó a elaborar un plan. Barbara trabajaría hasta que fuera momento de dar a luz.

La atmósfera en el JPL era tensa. Algunos meses antes, en septiembre de 1959, los soviéticos habían lanzado el Luna 2. La nave espacial voló durante 36 horas antes de hacer un aterrizaje forzoso en la Luna y convertirse en el primer objeto construido por el hombre en aterrizar en otro cuerpo celeste.

Ahora la Unión Soviética presumía su superioridad sobre Estados Unidos. Los estadounidenses no podían creer que en la superficie de la Luna, arriba de sus cabezas, el Luna 2 hubiera llevado banderines de titanio con el emblema de la URSS impreso. Otra vez más, el JPL estaba jugando a alcanzarlos.

En diciembre de 1959, sufrieron otro traspíe. La NASA canceló el Proyecto Vega, un plan audaz que requería un cohete capaz de lanzar varias sondas al mismo tiempo, una hacia la Luna, otra a Venus y otra a Marte. Las computadoras habían pasado cientos de horas trabajando en el proyecto y el laboratorio había gastado casi 17 millones de dólares en un sistema de cohetes nuevo y poderoso. Pickering había planeado que 1960 sería dedicado casi por completo al Proyecto Vega. Ahora que el proyecto había sido cancelado, necesitaban idear algo nuevo.

Puesto que los planes para el último vehículo de lanzamiento que el JPL concebiría jamás —y con él la “propulsión” del laboratorio de propulsión— estaban terminados, la NASA decidió que el laboratorio se enfocaría de manera exclusiva en naves espaciales para misiones lunares y planetarias. A las computadoras no les preocupaba; de todas formas, trabajar en naves espaciales era más emocionante.

Con su calendario de trabajo desocupado, el JPL apresuradamente elaboró otro plan. Lanzarían cinco sondas lunares, la serie Ranger, en 1960 y 1961. Las sondas de Venus y Marte, las Mariner, seguirían en 1962. Era fácil entusiasmar a los ingenieros y a las computadoras para trabajar en las sondas a Venus y Marte, pero las destinadas a la Luna no suscitaron el mismo entusiasmo. Con el Proyecto Vega muerto, había preocupación porque el programa lunar Ranger, que tenía asignado un presupuesto menor del necesario, también podría estar a punto de ser cancelado.

Los ingenieros y las computadoras hicieron sus planes comiendo palomitas de maíz en la sala de computación. Se había convertido en el lugar de reunión. Con el sol entrando por los grandes ventanales en las tardes, la sala se alegraba y los ingenieros muchas veces deambulaban por ahí y entraban a conversar. El hecho de que la sala estuviera llena de mujeres jóvenes tampoco estaba mal. Nadie sabía cómo había comenzado la tradición, pero para ahora ya estaba bien establecida. A las 3 p.m., el olor a palomitas llegaba hasta el pasillo y tentaba a los ingenieros a asomarse. Las

computadoras se turnaban para prepararlas en la minúscula cocineta que había al final del pasillo. Mientras hablaban, comían las palomitas en un globo terráqueo transparente que habían cortado a la mitad, en el que se veían todavía los hemisferios marcados con líneas de latitud y longitud.

Hablaban los aspectos técnicos de las misiones lunares, pero sus voces se elevaban solo cuando comenzaban a hablar de los planetas.

-¿Por qué ir a ese pedazo de roca sin vida cuando podemos explorar Marte y Venus? -preguntó uno de los ingenieros, un compañero belga bondadoso y regordete llamado Roger Broucke.

Bosquejó una misión en una hoja de papel, con un cohete que desprendía una serie entera de sondas, cada una hacia un planeta diferente. En un lanzamiento podrían explorar el sistema solar.

-Podemos enviar una a la Luna también añadió, casi como una concesión.

-Bueno, necesitaremos un cohete mucho más potente para eso, Bubbles -respondió Barbara riendo.

Algunos de los hombres pasaban tiempo con tanta frecuencia en la sala de cómputo que las mujeres les ponían sobrenombres de chicas, para que pudieran encajar. El pobre de Roger recibió el desafortunado apodo de Bubbles [Burbujas], mientras que Len Efron había sido rebautizado como Leona. Riendo de estos apodos, las mujeres entraban en la conversación. Con su pericia para calcular trayectorias, estimaban la potencia necesaria de un cohete para llegar a Marte y Venus. Como si fuera un juego, calculaban cómo juntarían los cohetes y cuántas etapas se necesitaría para hacer un viaje tan largo.

La falta de entusiasmo por las sondas Roger era problemática. Pero la meta de la carrera espacial estaba clara. Una huella humana grabada en la superficie de la Luna —que podría durar un millón de años o más, lejos de los efectos de la gravedad y la erosión— sería el paso que llegaría a esta meta. El problema era quién imprimiría la huella: si un ruso o un estadounidense. Pero para que Estados Unidos pudiera lograr el triunfo final en la carrera espacial, primero debían hacer llegar una sonda hasta allá arriba. El laboratorio necesitaba reenfocarse si iban a ayudar a Estados Unidos a ganar a los soviéticos.

Las computadoras definitivamente no podían sino mostrar interés en los siete astronautas seleccionados para el Proyecto Mercury: Walter M. Schirra

hijo, Donald K. *Deke* Slayton, John H. Glenn hijo, Scott Carpenter, Alan B. Shepard hijo, Virgil I. *Gus* Grissom y L. Gordon Cooper hijo. El Proyecto Mercury, la primera incursión en vuelos espaciales tripulados, tenía tres objetivos: poner en órbita una nave espacial tripulada alrededor de la Tierra, investigar la habilidad humana para desempeñarse en el espacio y recuperar tanto a los hombres como a la nave espacial sin peligro. Impresionado por el grupo, Wernher von Braun los describió en una carta a Pickering: “Son el puñado de gente más maravillosa que jamás hayas visto. No son temerarios, sino serios, sobrios, dedicados y equilibrados... pero resienten profundamente la sugerencia de ser conejillos de indias humanos más que pilotos de pruebas de ingeniería”. Junto con otros millones de mujeres jóvenes a lo largo del país, las computadoras estaban embelesadas con ese grupo de hombres apuestos.

Barbara era muy grande para perder la cabeza. Tenía siete meses de embarazo y a pesar de su fatiga, todavía llegaba felizmente al trabajo todos los días. Sin embargo, odiaba la larga caminata desde el estacionamiento subiendo por la colina hacia el laboratorio, que la dejaba jadeando y resoplando. Estacionarse era ahora un problema en el JPL. A diferencia de los viejos tiempos, cuando los empleados tomaban el tranvía hasta la reja y había suficiente espacio para estacionarse, ahora todos conducían. El lote estaba que reventaba no solo con empleados, sino también con visitantes, contratistas y políticos. La mayoría de los días, Barbara tenía que estacionarse en la parte más lejana del estacionamiento. Con su ropa amplia de maternidad, se sentía como una carpa de circo gigantesca haciendo una caminata al trabajo por las mañanas. Apelando a su embarazo, solicitó un mejor lugar de estacionamiento. Se sentía muy lista por su maniobra para conseguir uno de los lugares más codiciados cuando la administración respondió a su petición. “Debe dejar de trabajar de inmediato, hoy”, le dijeron por teléfono. “No podemos tener una empleada embarazada”. Alegando que se trataba de “propósitos del seguro”, despidieron a Barbara.

Fue un golpe. En un instante, miró alrededor de la sala a las mujeres que eran tanto sus subordinadas como sus amigas. No había tiempo siquiera de despedirse. Se preguntaba qué pasaría con las misiones en las que había trabajado tan duro, ahora sin su pasión y su pericia. Una década de su vida se esfumaba frente a sus ojos. En casa lloró mientras Harry la abrazaba. “Pensé

que era más importante que eso”, dijo entre sollozos. En el espacio temporal de una llamada, Barbara había ido de supervisora invaluable con una larga carrera a esposa embarazada y desempleada.

El JPL se estaba reorganizando desde que había comenzado a ser parte de la NASA. Las computadoras todavía eran humanas y todavía tenían literalmente una mano en todos los proyectos. En reconocimiento a la importancia de Helen Ling, la administración la hizo jefa del recién organizado departamento de cómputo, ahora llamado Mission Design [Diseño de Misión]. Se había ganado el respeto tanto de los ingenieros como de las demás mujeres. Constituido por las mujeres que Macie y Barbara habían contratado y capacitado, el departamento de cómputo pronto sería conocido como *las chicas de Helen*. Con frecuencia, los ingenieros se referían a ellas como *computatrices*, pero las mujeres se erizaban con el término. Se llamaban a sí mismas la *hermandad*.

Dentro del grupo de cómputo, comenzaron a aparecer intrusas. Estas intrusas sigilosas eran las nuevas IBM, mucho más avanzadas que sus inmensas predecesoras. Las mujeres no podían creer con cuánta rapidez avanzaba la tecnología. En lugar de tubos, las nuevas computadoras utilizaban transistores, pequeños, dispositivos de tres dientes que se hicieron primero de germanio y poco tiempo después, de silicón. Además de amplificar las entradas eléctricas como hacían los tubos, actuaban como interruptores que se encendían y apagaban y, por tanto, iban entre dos estados binarios, cero y uno. Los transistores eran mucho más eficientes que los tubos, y también eran capaces de trabajar con mayor velocidad, menor energía y mucho menos espacio. Podían también integrarse en un circuito y formar un *chip*. Ese chip se conectaba por medio de alambres finos de oro con una resistencia y un condensador. Las mujeres destapaban las nuevas IBM para admirar los prolijos anillos de oro que había dentro. Les llamaban las *pequeñas computadoras*, ya que cabían en un escritorio, en lugar de necesitar su propio cuarto. La IBM grande de tubos ocupaba su lugar de honor en su propio cuarto al lado, y todavía se usaba, pero la Burroughs E101 ya comenzaba a acumular polvo.

Las nuevas computadoras digitales todavía no podían realizar gran cosa. Inclusive en aritmética básica eran muy lentas. Este problema se agravaba por el hecho de que los ingenieros desconfiaban de la tecnología. Contar con un

ser humano que realizara los cálculos era la única manera de confiar en las matemáticas.

Mientras Helen se hacía cargo tanto de las mujeres como de las máquinas, los hombres dejaban la Tierra. El 12 de abril de 1961, Yuri Gagarin se convirtió en el primer hombre en el espacio. Orbitó el planeta a bordo del Vostok 1. Helen estaba impactada al ver el encabezado HOMBRE EN EL ESPACIO. No podía creer que habían perdido otra vez. Menos de un mes después, el 5 de mayo, Alan Shepard se sentó en un cohete Mercury-Redstone en una cápsula que llamó Freedom 7. Despegó desde Cabo Cañaveral, se elevó 186 km por encima de la Tierra en su viaje de 15 minutos y 28 segundos. Sin embargo, a diferencia de Gagarin, no entró en órbita.

Aunque el cohete Redstone que impulsaría la nave espacial era solo una versión alargada de Juno, el vehículo de lanzamiento que colocó al Explorer en el espacio, las mujeres no sentían gran vínculo personal con la misión. Mientras el JPL estaba enfocado en misiones no tripuladas, el nuevo Space Task Group [Grupo de Tarea Espacial] con base en Houston, Texas, estaba trabajando en misiones tripuladas. El doctor Max Faget, ingeniero del grupo recién formado, diseñó una nave espacial que llevaría humanos al espacio. Con el tiempo, trabajaría en todas las naves con tripulación, desde el Mercurio hasta el Apolo y el transbordador espacial. Los diseños del grupo de tarea se enviaban desde Houston a un contratista privado. McDonnell Aircraft construyó la cápsula Mercury con forma de cono, apenas lo suficientemente grande para la constitución de Shepard, que medía 1.80 m. La cápsula pesaba solo un tercio de lo que pesaba la contraparte rusa, pero también era menos duradera. Mientras el Vostok podía sobrevivir en el espacio durante una semana, la nave Mercury apenas podía durar 24 horas.

Así, lanzar a un hombre al espacio y traerlo de regreso a salvo era un logro enorme para los estadounidenses, pero en muchos aspectos era una victoria hueca. Ya fuera con misiones tripuladas o sin tripulación, la URSS llevaba una gran ventaja. No había prácticamente ningún miembro del personal del JPL que no tuviera el deseo ardiente de vencer a los soviéticos.

Helen estaba cocinando algo por su cuenta. Había preparado un análisis de datos para uno de los ingenieros, Charles *Chuck* Vegos. En broma, quemó las orillas de las hojas que había impreso con los datos antes de entregárselas a Chuck. Él miró las hojas con los bordes anaranjados y negros, impactado.

Se quedó sin habla hasta que Helen comenzó a reír. “Bueno, estamos en el negocio de la reducción de datos”, dijo ella con una enorme sonrisa en el rostro. La sala se llenó de risas y *Chuck* se recuperó cuando Helen le entregó los datos reales, intactos.

La reducción de datos comenzó con el análisis que tuvieron que hacer las mujeres de los conjuntos excepcionalmente grandes de datos brutos del desempeño de los cohetes que se lanzaban en Florida y California. Las hileras de números eran un desorden sin sentido hasta que las computadoras los transformaban en información simplificada y significativa. Helen resumió la relación entre los ingenieros y las computadoras con la frase: “Los ingenieros hacen los problemas y nosotras los resolvemos”. Y resolver el problema significaba encontrar tendencias en las series de datos y reportar sus descubrimientos. Los cálculos de las computadoras les ayudarían a determinar el peso máximo posible de una nave espacial y sus diversas posibles trayectorias.

Las destrezas de las computadoras también influían en gran medida en el diseño de las naves espaciales. No obstante, la nueva nave que los ingenieros estaban diseñando, Ranger, parecía pesar demasiado. Los datos de una nueva prueba eran decepcionantes, pues mostraban que el ascenso del cohete era menos poderoso de lo que habían calculado las computadoras en un inicio. El grupo necesitaba ahora recortar unos 34 kg. Peor aún, el tiempo se les acababa. La NASA ya había fijado un programa definitivo para el lanzamiento, que comenzaba en julio de 1961. La presión para llegar a la Luna era intensa.

Mientras la Unión Soviética ya había aterrizado en la Luna, el programa lunar de Estados Unidos estaba rezagado. El JPL había diseñado la nueva y elaborada nave espacial Ranger con una antena larga, energía solar y una cámara fotográfica para capturar imágenes de la superficie de la Luna. Lo lanzaría un cohete Atlas-Agena. El misil Atlas había sido diseñado originalmente por la Fuerza Aérea de Estados Unidos para lanzar una cabeza termonuclear de 3 600 kg y era gigantesco, con una altura de casi 23 m. A pesar de su tamaño, el cohete era ágil: tenía una *estructura de globo* que lo mantenía ligero. Contenía tres motores, dos de los cuales se desprendían poco después del vuelo, lo que hacía que la carga fuera más ligera. La etapa superior del vehículo de lanzamiento era un cohete Agena, diseñado en

secreto por la Fuerza Aérea. La combinación tenía el potencial de ser poderosa, pero todavía no se había probado. Por esto, las primeras dos misiones del Ranger no intentarían siquiera llegar a la Luna; estos dos lanzamientos eran solo de prueba.

Para las misiones del Ranger, los ingenieros habían decidido intentar una nueva clase de trayectoria. Antes, todas las naves espaciales habían sido lanzadas directamente hacia su destino, y como resultado, también debían luchar directamente contra la gravedad, con lo que desperdiciaban combustible. Esta resistencia gravitacional limitaba el tamaño de las naves y magnificaba cualquier error en el objetivo de las computadoras. A fin de limitar las pérdidas, el JPL lanzaría primero el Ranger para ponerlo en órbita alrededor de la Tierra y después, cuando la nave espacial estuviera en la posición correcta, llevaría a cabo una maniobra a mitad de camino en la que un segundo cohete lanzaría la nave a la Luna. Era una estrategia audaz, y las mujeres realizaron sus nuevas trayectorias con cuidado.

Un mes después de que el diseño de la nave estuviera terminado y las trayectorias quedaran establecidas, el equipo del JPL recibió ciertas noticias desagradables. La nave espacial Ranger, que alguna vez habían visto como con un sobrepeso excesivo, podía soportar el aumento de algunos kilos. De hecho, haber reducido 34 kg a la estructura de cono había sido un error. En su acelerado frenesí por capturar la Luna, habían desechado un peso necesario. El Ranger tendría que dejar la Tierra en un estado raquítico, que no era un inicio ideal para la arriesgada misión.

Retrasados un mes, el 23 de agosto de 1961, el primer Ranger despegó de Cabo Cañaveral. El misil Atlas tuvo un buen desempeño y lanzó la nave espacial hacia una órbita baja alrededor de la Tierra. Después, la etapa superior, la Agena, debía volver a encenderse para enviar al cohete hacia una órbita más alta. Pero un circuito interruptor deficiente impidió que esto ocurriera y dejó varada la nave espacial en la órbita baja. Era un mal lugar para probar el Ranger, puesto que la nave espacial viajaba a través de un ciclo día-noche de 90 minutos, lo que no era óptimo para la nave que utilizaba energía solar. Su desempeño fue tan bueno como era posible: desdobló sus paneles solares y se enderezó hasta desplegar su inusual diseño de tres ejes, como un trípode gigantesco en el cielo. La misión, sin embargo, fue mayormente un fracaso. La nave cayó en picada hacia su destrucción el 31 de

agosto.

Incluso en tierra, el cohete Agena de la Fuerza Aérea estaba causando problemas, y el JPL tuvo que posponer el siguiente conjunto de pruebas hasta noviembre porque encontraron dificultades en su producción y su confiabilidad. Pero cuando llegó noviembre, el Agena otra vez falló al volver a encenderse y el Ranger, construido con tanto cuidado en Pasadena, se incendió en la atmósfera, solo seis horas después de su lanzamiento. En el JPL los ingenieros y las computadoras se sentían frustrados. Si el Proyecto Vega no hubiera sido cancelado, sería el cohete Vega que habían diseñado el que impulsaría la etapa superior. No podían evitar la sensación de que si estuvieran utilizando su propio cohete, tendrían mejor suerte con él, o por lo menos estarían en control de sus fallas. Era fácil culpar a un cohete que había sido diseñado por la Fuerza Aérea y construido por un contratista privado, la Corporación Lockheed, por sus dificultades. Mientras esperaban que Lockheed arreglara las fallas en el vehículo de lanzamiento, los ingenieros y las computadoras se vieron atraídos a las misiones de Venus y Marte.

Lejos de las fallas del Ranger, Barbara estaba a punto de dar a luz. Conforme su fecha prevista se acercaba, Harry deseaba una niña. Tenía 40 años y no estaba seguro de poder seguir el paso de un niño lleno de vitalidad que podría ser más inquieto todavía que él mismo de niño. Barbara no tenía preferencias, pero conforme pasaban los días, comenzaba a impacientarse por la llegada del bebé.

La fuente de Barbara se rompió en la madrugada del 9 de octubre de 1960 y ella y Harry se fueron al hospital. Mientras que Barbara se esforzaba y sufría con un largo trabajo de parto, Harry estaba desesperado buscando una televisión. Las horas pasaban en la pequeña sala de espera, abarrotada con otros padres y su mente viajaba al beisbol. Cuando Harry mencionó el juego de la Serie Mundial al obstetra de Barbara, él confesó que también estaba desesperado por verla y ambos buscaron hasta encontrar una televisión. Era el cuarto juego, los Piratas de Pittsburg contra los Yankees de Nueva York. Absortos en el juego, el par mantenía los ojos en el estadio de los Yankees, donde el juego iba sin anotaciones hasta el final de la cuarta entrada. Mickey Mantle fue ponchado y a Yogi Berra lo sacaron de primera base antes de que su compañero de equipo Bill Skowron bateara un cuadrangular. El juego de pronto se había puesto tenso cuando llamaron al doctor a la sala de parto.

Harry regresó a la realidad en un instante. Estaba a punto de ser padre.

Mientras los Piratas vencían a los Yankees 3 a 2, Barbara abrazaba a su pequeña bebé, que había pesado 4 kg 250 gramos. A Harry no lo dejaban estar en el mismo cuarto con la bebé; los padres no tenían el privilegio de cargar a sus pequeños tan pronto. De todas formas, se enamoró en un instante a verla, cautivado, a través de la ventana del cunero. La llamaron Karen Marie.

Barbara acunaba a Karen en sus brazos, y percibía su olor a recién nacida. La miró a los ojos y la inundó un amor intenso, distinto de cualquier amor que hubiera sentido jamás. Una vez en casa, Karen se arrulló feliz en el abrazo de sus padres. Barbara estaba saturada. La bebé implicaba mucho trabajo. Por fortuna, Harry hacía su parte. La alimentaba con biberones y la envolvía en cobijitas. Le cambiaba el pañal a mitad de la noche y sumergía la pesada tela en el inodoro antes de depositarlo en el bote grande y apestoso que el servicio de entrega de pañales les había dado. Una noche estaba tan cansado que se quedó dormido al enjuagar el pañal. Barbara lo encontró en el piso del baño y no podía contener la risa mientras lo sacudía para despertarlo, con el pañal sucio todavía en la mano. Las noches eran de lo más largas. Caminaban ida y vuelta por los pasillos de su pequeño departamento de una recámara en Pasadena, y cantaban canciones de cuna tratando de hacer que Karen se volviera a dormir. Algunas veces Barbara se detenía frente a la ventana y miraba el cielo nocturno. La luna y las estrellas estaban allá fuera, brillando vívidas, pero su futuro no estaba ya ligado a explorarlas.

Helen apenas había terminado de felicitar a Barbara cuando se dio cuenta de que también estaba embarazada. Estaba emocionada, pero también le preocupaba no estar lista para ser mamá. Apenas había comenzado a trabajar como supervisora y no quería irse. Entusiasmado con las noticias, Arthur apoyaba a su esposa y prometió que haría lo que fuera que ella necesitara para lograr que todo funcionara bien. Al no haber incapacidad por maternidad, Helen y Arthur debían planificar todo con cuidado. Si ella pedía un permiso para ausentarse, su trabajo no estaría esperándola cuando ella regresara. Los jefes decían que había demasiadas mujeres que desaparecían después de tomar un permiso. Lo que haría era tomar su período de vacaciones, que no había utilizado, y su permiso por enfermedad para estar en casa con su bebé. Y cuando este plazo se terminara, regresaría al

laboratorio.

Patrick nació en 1961, solo meses después de la bebé de Barbara. Helen estaba enamorada, miraba con embeleso sus mejillas suaves y redondas y sus minúsculos dedos. Pero así como adoraba a su niño, extrañaba el laboratorio. Quería tenerlo todo: la experiencia de la maternidad y una profesión gratificante. Siete semanas después de haber dado a luz estaba de regreso en el JPL. Tenía suerte de tener a su familia cerca. Su madre podía cuidar a Patrick mientras ella estaba en el trabajo. Puesto que Helen tenía plena confianza de que él estaba en buenas manos, le fue más fácil retomar exactamente donde había dejado su trabajo. Y ahora que estaba de regreso en el JPL, sabía que necesitaba personas en las que pudiera confiar: necesitaba a Barbara.

Cuando Karen tenía 7 meses de edad, Barbara recibió una llamada telefónica. “Se va Merrilyn Gilchrist. ¿Quieres regresar a trabajar en mi grupo?”, preguntó Helen. Barbara lo pensó antes de responder. En 1960, una madre trabajadora era la excepción a la regla: solo 25% de las mujeres estadounidenses casadas con niños menores de 18 años eran parte de la fuerza laboral. Dedicarse a una profesión, en especial las mujeres con bebés, se consideraba raro. Por otra parte, por supuesto que Barbara extrañaba el laboratorio y su trabajo en él. Y a pesar de que las computadoras tenían que trabajar hasta altas horas de la noche durante un lanzamiento, la mayor parte del tiempo los horarios eran flexibles. También pensaba en Harry. Él quería cambiar de empleo y había estado planeando regresar a la universidad para obtener una licencia inmobiliaria. Si ella trabajaba, les aligeraría de algún modo la presión financiera que tenían. Con una mezcla de entusiasmo y nerviosismo, Barbara llamó a Helen y le dijo que sí, que iba a regresar. Entonces comenzó a buscar niñeras.

Barbara descubrió que no era la única computadora que regresaba. Melba Nead, una de las primeras en ser contratadas en el JPL, estaba también de regreso. Melba había dejado el JPL en 1950 para trabajar para North American Aviation y ahora traía al laboratorio su experiencia, producto de años de trabajar en la industria privada. En los años intermedios había aprendido programación moderna de computadoras, había aplicado el diseño de software al desarrollo de códigos de reactores nucleares y se había convertido en una ingeniera plenamente desarrollada. Y ahora había más

chicas nuevas. Janet Davies y Joanie Lee comenzaron en el laboratorio. Helen todavía no regresaba cuando Janet fue entrevistada, y a Janet le pareció intimidante la reunión con el doctor Gates. Apenas había obtenido su maestría en matemáticas por el Carnegie Institute of Technology, hoy nada menos que la prestigiosa Carnegie Mellon University, reconocida en el mundo por su programa de ingeniería. Sus credenciales eran impresionantes y estaba hecha para el trabajo. Sin embargo, el doctor Gates asumió una actitud despectiva desde que escuchó que estaba recién casada. Aunque la contrató, agregó desdeñosamente al final de la entrevista: “No vas a durar gran cosa”. Era algo que no habría pasado bajo el liderazgo de Barbara o de Macie Roberts. A Joanie, una joven recién graduada por la University of Southern, le fue mejor. Quizá su soltería hizo que al doctor Gates le pareciera una candidata más estable.

Las mujeres entonces estaban trabajando afanosamente en el programa Mariner, el hijo favorito del JPL. De forma similar al Ranger, utilizaba un vehículo de lanzamiento Atlas-Agena, pero a diferencia de la sonda lunar, el destino del Mariner era ir a Mercurio, Venus y Marte. Todos estaban emocionados por trabajar en él.

El programa Mariner construiría 10 naves espaciales, todas pensadas en los vecinos más cercanos de la Tierra en el sistema solar. El diseño sería similar al del Ranger, con paneles solares que se desplegarían para orientarse hacia el Sol y brindar energía continua; y una gran antena que apuntaría de regreso a casa. La nave espacial no giraba como las sondas lunares Pioneer pero, como en el Ranger, las estabilizaba un sistema de tres ejes. Los ingenieros desarrollaron el Mariner y el Ranger uno junto a otro y los proyectos rivales, a pesar de la obvia cercanía en sus diseños, estaban generando tensión. Mientras los ingenieros habían sido divididos en equipos Ranger o Mariner, las computadoras estaban unidas, y trabajaban en ambas misiones de manera simultánea.

De todas formas, las mujeres sentían la tensión entre el trabajo y la vida de casa. Helen estaba exhausta al final del día y tenía dificultades para encontrar la energía necesaria para guisar la cena y cuidar al bebé. Sus padres, ya mayores, no podían seguir el paso de las necesidades del bebé y a Helen le preocupaba que ella y Arthur tuvieran que encontrar otra forma de cuidar a su hijo. Barbara también encontró que el horario de una madre

trabajadora era demasiado agitado. Harry dejaba a Karen con la niñera en las mañanas mientras ella iba temprano al laboratorio. En las tardes, esperaba con ansia ver a su bebé, pero pronto estaba rebasada con las tareas cotidianas que la esperaban en casa. No había un equilibrio feliz, o la voluntad de ver que las tareas se realizaran.

Para enero de 1962, el JPL estaba listo para lanzar otra sonda lunar. El Ranger 3 despegó de Cabo Cañaveral con dirección a la Luna. Por lo menos ese era el plan. Casi de inmediato, las cosas comenzaron a salir mal. Solo dos minutos después del despegue, el montaje del misil Atlas se volvió caótico y el desprendimiento del motor no ocurrió a tiempo. En lugar de ello, el cohete aceleró y se salió de curso. Entonces el sistema de orientación del cohete Agena tuvo un mal funcionamiento y desvió al Ranger todavía más allá de su trayectoria. Era claro que no iban a aterrizar en la Luna, pero los ingenieros del JPL pensaron que por lo menos podían utilizar la instrumentación de la nave espacial para explorar el espacio exterior. Desafortunadamente, cuando enviaron la orden de encender el sistema, la computadora de abordo colapsó. Fue un completo desastre.

Mientras que a todos en el JPL les atormentaba el Ranger fallido, Sue Finley había recibido buenas noticias. Había estado intentando embarazarse y para ello había estado tomando anticonceptivos durante tres meses bajo la guía de su doctor, que creía que la píldora la ayudaría a regular sus ciclos.

La píldora era nueva en 1960 y Sue era de las primeras de su generación en beneficiarse de ella. Por primera vez, las mujeres tenían los medios médicos para controlar cuándo se embarazaban. La llegada de la minúscula tableta de hormonas marcó el inicio de dos décadas de revolución en igualdad de género y el surgimiento del feminismo en todo el mundo.

Para Sue, la píldora era un regalo del cielo, pero por una razón distinta que para la mayoría de las mujeres. Al dejar de tomarla, se embarazó al instante. Rebosaba de alegría, eufórica ante la perspectiva de convertirse en madre, pero le aterraba perder otro bebé. Al mismo tiempo, se había enamorado de su trabajo. Ahora la idea de dejar el JPL la entristecía. “Solo voy a tomar un permiso para ausentarme”, pensaba. No estaba lista para dejar el JPL.

Mientras Sue consideraba irse, había cambios en puerta. Las mujeres estaban aprendiendo FORTRAN, un nuevo lenguaje de programación de

computadoras. El nombre FORTRAN, según aprenderían, correspondía a *Formula Translation* [traducción de fórmula], puesto que el programa era ideal para convertir en código las ecuaciones matemáticas. Barbara y Helen descubrieron que el lenguaje era excepcionalmente fácil de aprender, en especial con las clases en Caltech, a las que el JPL las había enviado.

FORTRAN era una serie de comandos simples y podía programar casi cualquier computadora. Las mujeres anotaban su programa en papel casi de la misma forma como anotaban sus ecuaciones a mano. La diferencia era que utilizaban solo los comandos que la computadora podía reconocer. Y después llevaban sus cuadernos a la perforadora.



Tarjetas perforadas utilizadas por las mujeres para escribir programas.

La perforadora parecía una máquina de escribir pero tenía teclas especiales que permitían hacer agujeros en tarjetas perforadas. Las tarjetas eran rectangulares, de aproximadamente 19 cm de largo por 8 cm de ancho, y estaban hechas de un papel grueso y rígido con hileras largas de números que se repetían del 0 al 9, a lo largo de la tarjeta, en 80 columnas compactas. Para ejecutar una serie de cálculos, necesitaban paquetes enteros de tarjetas. Como las páginas de los cuadernos de las mujeres, cada tarjeta contenía líneas de funciones matemáticas.

La mayoría de las computadoras no había usado nunca una máquina de escribir —solo las secretarías del JPL las utilizaban— y no sabían siquiera cómo escribir a máquina. Pero aprendieron con gran velocidad a trabajar con la perforadora. Así como cada una de las teclas de un teléfono puede usarse para teclear letras, la perforadora utilizaba un código para traducir cada letra del FORTRAN a números. Cuando Helen presionaba la A en la perforadora, la máquina saltaba ruidosamente a la acción: alimentaba la máquina con la tarjeta y perforaba un agujero en el 7 de la tarjeta. Línea por línea, conforme Helen mecanografiaba sus comandos en la perforadora, las letras se transformaban en un patrón perforado. Si cometía un simple error en la perforadora, no había manera de corregirlo; la tarjeta debía tirarse y ella tenía que comenzar otra vez con una tarjeta nueva.

Cuando Helen ya había capturado la serie completa de comandos de forma rigurosa desde su cuaderno, no había terminado aún. Todavía debía compilar su código. Así como se realiza hoy en día, el código fuente de Helen —escrito en su lenguaje de programación, FORTRAN— debía compilarse para que la computadora pudiera reconocerlo en su propio lenguaje, el código binario de ceros y unos. Cada línea de código ensamblado se traducía en una instrucción en código binario de máquina. En tanto que Helen podía traducir las perforaciones en las tarjetas a las ecuaciones que representaban, las IBM no podían hacerlo. Tenía que pasar todas las tarjetas por una máquina especial llamada compilador.

Grace Brewster Murray Hopper, contralmirante de la Marina, y su equipo, en Remington Rand, en la ciudad de Nueva York, produjeron el primer compilador en 1952. Esa máquina, la A-0, y después la A-2, traducían de matemáticas a código de cómputo. Hopper sabía que para que las computadoras digitales dominaran, no se podía esperar que las personas escribieran en código binario. Lo que debía hacer era encontrar la manera de lograr que los humanos y las computadoras se comunicaran. El compilador era la respuesta: un traductor entre hombre y máquina. Era el principio de los lenguajes de programación.

La tecnología de compilación era nueva y debía ser específica para cada lenguaje de programación. “Nadie sabía nada. ¡No existían [los compiladores]! Todo lo que hacíamos lo inventábamos en el momento”, dijo Lous Haibt, una programadora de IBM que construyó el núcleo del

compilador FORTRAN a finales de la década de 1950.

Helen pasaba sus tarjetas por el compilador FORTRAN, que entonces producía un segundo juego de tarjetas que contenía el programa para ejecutar en un lenguaje que la IBM podía comprender. El primer juego de tarjetas era para ella; ella y las otras mujeres podían intercambiarlas y ver cómo se había escrito el código. El segundo juego de tarjetas era solo para la IBM. Este juego se cargaba a la computadora, que entonces ejecutaría las operaciones y le daría a Helen el resultado que necesitaba. Cuando todo estaba hecho, Helen guardaba las tarjetas en cajas de cartón. Nunca se sabía cuándo podría volver a necesitar ejecutar el programa otra vez.

Los ingenieros veían las IBM con desconfianza, mientras que las mujeres recibieron la nueva tecnología con los brazos abiertos, en gran medida por su experiencia directa en la utilización de máquinas. El mundo de la programación las atraía una y otra vez, y crecía, tanto en complejidad como en alcance.

En 1960, una nueva muchacha había comenzado a trabajar en la sala de cómputo. No tenía la mejor ética laboral: era propensa a los arrebatos y al sobrecalentamiento. La nueva chica era una IBM 1620 que se apropió de un escritorio en un rincón adyacente a la sala de cómputo. No parecía correcto que la nueva computadora no tuviera nombre. En una placa colgada en su puerta se leía *Core storage* [Almacenamiento central], así que la bautizaron como Cora y hablaban de ella como de alguien del grupo. Cora necesitaba que el aire estuviera frío, así que dentro de su sala hacía un frío tremendo. Incluso cuando afuera estaba a 38 °C, las mujeres adquirieron el hábito de llevar suéter al laboratorio como un gesto de respeto a su extraña compañera.

En la IBM, la 1620 tenía otro apodo: la CADET (Computer with Advanced Economic Technology). Los programadores de IBM se referían a los límites de la máquina bromeando y decían que el acrónimo significaba “Can’t Add, Doesn’t Even Try” [“No puede sumar, ni siquiera lo intenta”].

A pesar de sus inconvenientes, Barbara sonreía al leer la placa colgada en la puerta de la sala de cómputo con una lista de los nombres de todos los miembros del departamento de Mission Design. *Helen Ling*, supervisora, encabezaba la lista y le seguía el resto de los nombres, incluyendo el suyo. Al final, agregó una placa que llevaba escrito *Cora*. La computadora IBM era

oficialmente parte de la familia.

Cora se usaba mucho cuando el equipo trabajaba en el Mariner. La competencia para llegar a Venus se estaba intensificando. Cuando las mujeres necesitaban motivación, deambulaban hacia el escritorio de un ingeniero donde había, colgada, una fotografía del Venera 1 soviético. La primera misión de la URSS a Venus, a principios de 1961, había fracasado, pero la fotografía era un recordatorio de que si ellos querían ser los primeros, necesitaban apurarse.

Las computadoras hicieron una gráfica de la trayectoria para la nave espacial. Volaría hacia Venus llevando equipo científico capaz de detectar la atmósfera del planeta vecino. Construyeron la nave espacial con dos equipos en paralelo para que si una misión fallaba, pudieran tener un respaldo. Las segundas oportunidades eran importantes, puesto que el Mariner sería la primera nave espacial en volar cerca de otro planeta. El entusiasmo entre las computadoras se estaba acumulando. Miraban cómo se construía la nave, impresionadas con los paneles solares que les recordaban las alas de las mariposas. Dijeron adiós a su bebé cuando lo empacaron y lo enviaron a Florida.

El 22 de julio de 1962 lanzaron el Mariner. La misión falló de inmediato. Primero la antena del Atlas tuvo una falla y durante el primer minuto, control de misión no podía detectar su señal. En caso de no haber una señal detectable, había una función del sistema interno de orientación que debía ejecutarse para sustituir a la primera y mantener la nave espacial en la dirección correcta. Pero en su lugar, el vehículo de lanzamiento corrigió de más, a lo loco, y obligó al cohete a salir de curso.

El sistema de orientación interno no había funcionado de forma correcta por un simple error de transcripción. Cuando transcribieron en Florida el programa de orientación —originalmente escrito a mano— por error dejaron fuera un guión en superíndice. Ese único error provocó que el programa no fuera capaz de corregir el curso del cohete. Tanto la falla física en el hardware de la antena Atlas como el error en el programa significaban que el Mariner estaba por completo fuera de control. Nadie podía predecir dónde acabaría; podía desplomarse en el océano Atlántico o podía salirse de curso y estrellarse contra un lugar habitado. Solo quedaban algunos segundos antes de que las etapas se separaran y el Mariner ya no pudiera ser destruido; el

oficial de control de seguridad tomó la difícil decisión de ordenar la señal de destrucción. Cada lanzamiento se construía con un botón de autodestrucción. En dado caso de que el cohete se dirigiera hacia un área residencial en lugar de hacerlo hacia el espacio, había cargas explosivas colocadas en el vehículo. El oficial de control de seguridad, miembro de la Fuerza Aérea se encontró en la nada envidiable posición de tener que decidir en qué momento un cohete se había desviado tanto de su curso que debía ser destruido. Cuando tomó la decisión, la nave espacial en la que habían invertido tantas horas fue destruida, solo minutos después de haber sido lanzada.

Las mujeres de Mission Design estaban molestas, pero no tenían tiempo para perder sintiendo lástima por ellas mismas. Si querían llegar a Venus, tenían solo semanas para lograrlo. El programa Mariner había sido diseñado para aprovechar la posición relativamente cercana que tendría Venus respecto de la Tierra durante el verano de 1962. A diferencia de la imagen típica del sistema solar que muestra a los planetas moviéndose alrededor del Sol en círculos uniformes perfectos, las órbitas son en realidad mucho más complejas. Los planetas se mueven en elipses únicas, y su dirección y velocidad varían al dar la vuelta al Sol. Por ello, las computadoras sabían que no podían solo apuntar un cohete hacia Venus y lanzarlo. Lo que necesitaban hacer era determinar cómo viraría la nave espacial cerca de las órbitas del Sol y de Venus y entonces trazar una trayectoria precisa. La Tierra, Venus y el Sol tenían que estar alineados de forma precisa, pero una alineación tan perfecta ocurría solo una vez cada 19 meses. Si querían alcanzar a Venus, tenían que lanzar el Mariner 2 de inmediato.

Las mujeres trabajaban en el Mariner hasta tarde en las noches y también los fines de semana, verificando con desesperación sus trayectorias y sus programas. La cantidad de horas era agotadora, en especial para las nuevas madres, Barbara y Helen, pero su salario valía la pena. Como empleadas pagadas por hora, ambas estaban ganando sueldos impresionantes que aventajaban a sus esposos, gracias a las largas horas que requería el Mariner.

En Cabo Cañaveral, la Fuerza Aérea no iba a desperdiciar tiempo buscando al responsable por el accidente del Mariner 1. El hombre que había dejado fuera del programa el guión, y a quien habían ascendido desde entonces, se disculpó. Siguieron adelante. Repararon la antena Atlas y reprogramaron el sistema de orientación. El 27 de agosto de 1962, Barbara se

sentó en la sala de control y sintió la extraña y frenética energía que llenaba la sala antes de un lanzamiento. Las noches largas de lanzamientos eran duras para su pequeña familia, pero al mismo tiempo valían mucho la pena. Ella sabía que no podría hacer nada de esto sin Harry. Mientras ella trabajaba hasta tarde, él se apuraba para recoger a Karen de la guardería, darle de comer, bañarla y acostarla a dormir con un beso.

Barbara pensaba en los momentos familiares que se perdía, pero de inmediato tenía que enfocarse y prepararse para lo que todos esperaban: un lanzamiento que hiciera historia. A las 11:53 p.m. en California, ella observaba los datos que iban llegando por el teletipo. Sentada con papel y lapiceros, comenzó a calcular la posición del cohete. De pronto, hubo un cortocircuito en el cohete Atlas y el vehículo de lanzamiento entero comenzó a girar a una velocidad de una vuelta por segundo mientras cruzaba el espacio. Por fortuna, el oficial de control de seguridad no estaba preocupado lo suficiente como para destruirlo y el grupo observó cómo el Atlas voló, por completo indiferente al sistema de orientación. Y entonces, de forma tan misteriosa como comenzó, el corto se arregló solo. Desde ese momento todo continuó con fluidez y todos estaban asombrados por la suerte que habían tenido. Sin embargo, pasarían meses antes de que pudieran saber si la nave espacial haría su vuelo pionero más allá de Venus. Barbara pensó en su Mariner 2, a lo lejos, explorando el Universo solo, cuando Harry la recogió. Era la mitad de la noche y Barbara, exhausta, se sentía afortunada de tener quién la llevara. Trabajaba hasta tarde con tanta frecuencia que Harry había construido, con gran ingenio, una cuna para la bebé acomodada cuidadosamente en el asiento trasero de su Peugeot para poder traer consigo a Karen cuando transportara a Barbara a casa. El automóvil francés muchas veces provocaba risas a los vecinos, que en secreto decían que era un signo seguro de que el nuevo padre era *beatnik*.^{*} Harry se reía de esos comentarios; amaba su pequeño auto, sobre todo por ser tan poco común. Barbara también lo amaba, y cuando se subió esa noche de agosto, acarició a su dulce hija, acurrucada en sus cobijitas.

Mientras el programa Mariner parecía haber dado un giro positivo a las cosas, las misiones a la Luna tenían muchas dificultades. El programa Ranger había sufrido ya cuatro fallas y ahora, solo pocos meses después del lanzamiento del Mariner 2, estaba a punto de volver a fallar. Había rumores

de la NASA que afirmaban que tal vez un laboratorio académico no era el mejor lugar para organizar misiones y que el trabajo debería ser transferido a un contratista privado.

En el JPL sabían que no solo estaban en juego sus puestos de trabajo, sino que el programa espacial con tripulación dependía completamente de ellos. Mientras el JPL intentaba seguir el paso, la tripulación de siete astronautas, la Mercury Seven, estaba terminando su capacitación. Los astronautas estaban realizando múltiples misiones orbitando la Tierra, y todas ellas habían tenido éxito. Al mismo tiempo, su vehículo de lanzamiento estaba desarrollándose con gran fluidez. El cohete Saturno, desarrollado por el equipo de Von Braun en el recientemente creado Marshall Space Flight Center [Centro Espacial de Vuelo Marshall] en Huntsville, estaba siendo perfeccionado y sujeto a pruebas con enorme celeridad. Basado en el Júpiter-C, producto del JPL y Von Braun, el Saturno sería por mucho, más poderoso. Tenía que serlo, si iba a llevar humanos al espacio. Parecía que todo progresaba como debería, con una excepción: el programa Ranger. Si no podían hacer que una nave espacial se posara en la Luna, ¿cómo podrían enviar hombres hacia allá?

La presión crecía el 12 de septiembre de 1962, cuando el presidente Kennedy dio un discurso en Rice University. “Hemos elegido ir a la Luna”, dijo a la multitud. Y, sin embargo, el JPL estaba eligiendo Venus en lugar de la Luna. Con la atención del laboratorio dividida, era dudoso que alguna de las misiones tuviera éxito. De todas formas, Barbara estaba feliz de escuchar al presidente dar su palabra de que darían prioridad al programa espacial. Sus mejillas se sonrojaron cuando mencionó el trabajo de todos en el JPL: “La nave espacial Mariner que está ahora en camino a Venus es el instrumento más complejo en la historia de la ciencia espacial. La precisión de ese disparo es comparable con lanzar un misil desde Cabo Cañaveral, y lograr que caiga en este estadio entre las líneas de las 40 yardas”.

Con el creciente apoyo para los programas espaciales, fue difícil ver al Ranger 5 fallar solo un mes después. Por una razón desconocida, la fuente de poder tuvo una falla en la nave espacial y las baterías se agotaron. No llegó a la Luna, se pasó por 724 km; y en su lugar, comenzó a circundar al Sol. Sin embargo, fue un momento muy oportuno porque los estadounidenses estaban de pronto muy preocupados por la guerra nuclear para que les importaran las misiones a la Luna.

Durante 13 días en octubre de 1962 el mundo parecía estar al borde del desastre. Cuando un avión espía estadounidense divisó la construcción de un área de misiles nucleares hecha por los soviéticos en Cuba, el presidente Kennedy colocó un bloqueo de barcos estadounidenses alrededor de la isla. Cuba fue aislada del resto del mundo. Dirigiéndose a la nación el 22 de octubre, Kennedy dijo: “Conciudadanos: ninguno de ustedes dude que este es un esfuerzo difícil y peligroso en el que nos hemos aventurado. Nadie puede prever de forma precisa qué curso tomará o qué costos o pérdidas se producirán”. Parecía que el mundo se acercaba rápidamente hacia una guerra nuclear.

Las raíces de la crisis de misiles cubana estaban entrelazadas con el desarrollo de la cohetaría estadounidense. En 1961, los estadounidenses habían desplegado misiles nucleares Júpiter hacia Turquía, adyacente a la Unión Soviética. Y estos misiles balísticos de mediano alcance fueron desarrollados por nada menos que Wernher von Braun en la Army Ballistic Missile Agency.

Al final, Kennedy negoció un trato con los soviéticos. Ellos desmantelarían su arsenal en Cuba a cambio de un compromiso de Estados Unidos de no invadir la isla. Además, Estados Unidos desmantelaría sus misiles en Turquía. Las tensiones entre ambos países se relajaron, por lo menos por el momento.

Aunque los misiles nucleares habían acaparado temporalmente la atención pública, estaba claro que algo en el programa lunar tenía que cambiar. Despidieron al jefe del programa Ranger en el JPL, así como a varios ingenieros más. El programa se suspendió hasta que pudieran descifrar qué era lo que ocurría.

Mientras tanto, el Mariner 2 estaba acercándose a su meta. En Halloween perdió uno de sus paneles solares y para mediados de noviembre la pobre nave se sobrecalentó y sus calibradores de temperatura llegaron al límite superior de sus sensores. Pero se mantuvo en curso, rengueando hacia Venus.

Mientras el Ranger se tambaleaba y el Mariner se elevaba, Sue estaba atravesando las altas y bajas de su nueva maternidad. Alternaba entre una alegría arrolladora y la desesperanza insomne. Los días se sucedían idénticos, por lo que muchas veces la entrega de la leche era su única pista para saber qué día era. Podía sentir que su vida giraba alrededor de su hijo, Ian. Todo lo

demás se desvanecía. Cuando él cumplió 6 meses de edad, Helen la llamó y le preguntó si querría regresar. Volteó a ver la amplia sonrisa de su bebé, sin dientes aún; no creía que algún día regresaría.

Janet Davis estaba a punto de irse también. Cumpliendo con la profecía del doctor Gates, tenía ocho meses de embarazo y sabía que tendría que renunciar pronto. Ocultó su embarazo lo mejor que pudo, porque deseaba trabajar hasta el final. Cuando no estaba incapacitada por las terribles náuseas matutinas, tenía hambre todo el tiempo y comía tentempiés en el laboratorio, de los cuales las donas eran uno de sus favoritos.

Algunas veces por la noche, Janet volteaba a ver un brillante punto de luz en el cielo y se preguntaba qué habría allá. Venus era tan fácil de ver, un punto resplandeciente que aparecía junto a la luna. Las mujeres se preguntaban qué podría haber en ese planeta que giraba junto a la Tierra y cuya atmósfera, oscurecida por completo por nubes, era impenetrable para los telescopios de alta potencia. Habían comentado algunas de las teorías extrañas que había, y se reían ante la idea de que el planeta entero era una selva caliente y vaporosa con dinosaurios alienígenas deambulando en su superficie. Como dijo Carl Sagan: “Observación: no puedo ver nada. Conclusión: dinosaurios”. Con la mano en su vientre, Janet miró hacia arriba, a su luz centelleante y pensó: “Pronto sabremos lo que ocultas”.

Las lunas y los planetas eran un misterio. El espacio era territorio inexplorado, materia de la ciencia ficción. Aunque Marte y Venus, nuestros vecinos más cercanos en el sistema solar, propiciaban las esperanzas más grandes de tener vida alienígena, la mayoría de los estadounidenses creía que incluso la Luna podría albergar vida. Con sus características básicas, como temperatura y la presencia o ausencia de agua, todavía desconocidas, era fácil perderse en fantasías. Hollywood intensificaba la imaginación, al producir una oleada constante de películas de ciencia ficción en la década de 1960 con títulos como *Doce a la Luna*, *Viaje al séptimo planeta*, *La bestia de otro planeta* y *Novio del espacio*. Puesto que los únicos datos tangibles eran los recogidos por los telescopios, la idea de que hubiera criaturas alienígenas escondidas en los cráteres de la Luna o en selvas dispersas a lo largo de Venus era plausible.

Helen sería una de las primeras en descubrir cuán cercanas a la realidad eran estas figuraciones. El 14 de diciembre de 1962, el Mariner hizo su

mayor acercamiento a Venus. Helen y Melba esperaban con ansias en la sala de control y tenían buenas razones para estar nerviosas. No podían estar seguras de si las altas temperaturas a bordo de la nave espacial habían freído su habilidad para escanear el planeta. Estaban de pie junto a un tablero de luz que había en la pared de la sala de control y, apresuradas, escribían ecuaciones mientras rastreaban la posición de la nave. Los datos comenzaron a llegar a raudales por el teletipo, el rollo de papel perforado que se volvía a enrollar debajo de sí mismo. Los datos llegaban codificados en aparentes filas infinitas de letras: ZXXDRDDRXOS. Trabajaban aprisa, calculando a mano la posición básica de la nave aunque también utilizaban la nueva IBM 7090 que tenía el tamaño de un escritorio.

Cuando el Mariner se acercó más a Venus, ocurrió otro problema técnico. El sistema de control a bordo de la nave falló y el equipo del JPL tuvo que transmitir manualmente el comando para que la secuencia de encuentro comenzara. Conforme la nave recibió el comando que enviaron y comenzó a escanear el planeta, los miembros del equipo se miraron entre sí, maravillados. Estaban comunicándose con una nave espacial que estaba a casi 58 millones de km de distancia. Helen se enfocó en la tarea que tenían. Como los datos llegaban con mucha rapidez, no podía dedicar tiempo a contemplar la importancia del momento.

Esa noche, en la sala de control, tres grupos distintos esperaban, intranquilos, noticias sobre el destino del Mariner. Los ingenieros valoraban las operaciones y la posición de la nave espacial, observando con cuidado el desempeño mecánico de la nave, mientras que los científicos esperaban los datos que enviaría la nave espacial de regreso. Las computadoras estaban en medio, reportando de forma simultánea, gracias a su programación, las condiciones y la posición de la nave mientras revelaban los datos científicos. Toda la información sobre la atmósfera de Venus enviada de regreso por la nave espacial, así como la de su campo magnético y su ambiente de partículas cargadas sería transmitida a la Tierra en un raudal de señales de radio que chocarían con la antena de alto rango, en Goldstone, California, antes de convertirse en datos utilizables gracias a la programación de telecomunicaciones que realizaban las mujeres. La capacidad que tuvieran los distintos grupos para equilibrar sus intereses independientes determinaría no solo el éxito de la misión actual sino también la manera como trabajarían

juntos en el futuro.

Cerca de las 11 a.m., un sonido extraño, como un acorde, se escuchó cuando establecieron contacto por radio con la nave espacial. Al escuchar los sonidos conforme eran recibidos por la gran antena de Goldstone, Bill Pickering dijo: “Escuchen la música de las esferas”. Durante 40 minutos lo hicieron. Los datos llegaron a raudales mientras el Mariner escaneó Venus, utilizando medidores infrarrojos y de radiación de microondas capaces de atravesar la cobertura densa de nubes del planeta. Se aferraron a la señal tanto como pudieron, atentos al hecho de que cada minuto adicional les daba una fortuna en información. Al fin, la órbita del Mariner lo alejó del planeta. Helen se sentó, asombrada. No podía creer que en verdad lo habían logrado. Allá afuera, elevándose a través del espacio, había una nave que seguía un camino que ella había ayudado a planificar. Y no solo eso, sino que habían vencido a los soviéticos. Era su primer triunfo en la carrera espacial y la victoria era preciada para todos. El Mariner se iría acercando poco a poco al Sol antes de enviar su última señal el 3 de enero de 1963. Después de eso, el JPL perdería contacto con él para siempre, al convertirse en solo otra pieza de basura espacial girando alrededor del Sol.

Mientras el Mariner 2 enviaba sus señales de despedida, las mujeres contemplaban el Desfile de las Rosas el día de Año Nuevo de 1963. Uno de los carros era un planeta Venus gigantesco, construido con flores amarillas, con las palabras “Venus a Pasadena” escritas con rosas rojas. Las mujeres miraban cómo una réplica de la nave espacial Mariner, igual a la que habían construido, flotaba arriba de la gran esfera de flores.

Mientras las computadoras se sentían orgullosas por su logro, que había hecho historia, sus trabajos estaban en riesgo. Habían estado escuchando rumores sobre que las computadoras digitales que ellas programaban estaban canibalizando los empleos de la NASA. En el Dryden Flight Research Center [Centro de Investigación de Vuelos Dryden], en la cercana Palmdale, California, las computadoras humanas estaban siendo despedidas, a pesar de sus largas relaciones laborales con los ingenieros. En el Langley Research Center de la NASA [Centro de Investigación de Langley], en Virginia, el grupo de computadoras se estaba reduciendo de forma similar. Mientras las IBM se volvían más confiables, mayor era la amenaza para las computadoras humanas. Uno de los ingenieros amenazó a Helen: “Sus empleos

desaparecerán pronto”. Todo lo que ella podía hacer era trabajar con mayor dedicación que nunca. Sin embargo, en un mundo en el que los ingenieros eran hombres y las programadoras de computadoras eran mujeres, todo estaba a punto de cambiar.

Notas

Todas las anécdotas personales y la historia familiar fueron obtenidas de entrevistas de la autora.

La cancelación del Proyecto Vega y los planes subsiguientes hechos en JPL se describen en Clayton R. Koppes, *JPL and the American Space Program: A History of the Jet Propulsion Laboratory*, New Haven, CT, Yale University Press, 1982 y Stephen J. Pyne, *Voyager: Exploration, Space, and the Third Great Age of Discovery*, Nueva York, Viking, 2010.

El Proyecto Mariner se describe in Franklin O’Donnell, *The Venus Mission: How Mariner 2 Led the World to the Planets*, JPL/California Institute of Technology, 2012; Robert van Buren, *Mariner Mars 1964 Handbook*, JPL, 1965; y Clayton R. Koppes, *JPL and the American Space Program*, Yale University Press, 1982.

Una historia del Proyecto Mercury puede encontrarse en M. Scott Carpenter, *et al.*, *We Seven*, Nueva York, Simon and Schuster, 2010; y John Catchpole, *Project Mercury: NASA’s First Manned Space Programme*, Londres, Springer, 2001.

La carta citada de Von Braun a Pickering también está documentada en Michael J. Neufeld, *Von Braun: Dreamer of Space, Engineer of War*, Nueva York, Alfred A. Knopf, 2008.

La órbita de Alan Shepard se describe en Colin Burgess, *Freedom 7: The Historic Flight of Alan B. Shepard, Jr.*, Nueva York, Springer, 2014.

Que el Vostok fuera diseñado para sobrevivir durante una semana mientras que la cápsula Mercury solo podía sobrevivir apenas 24 horas se explica en Malcolm Scott Carpenter y Kris Stoeber, *For Spacious Skies: The Uncommon Journey of a Mercury Astronaut*, Orlando, FL, Harcourt, 2002.

El cohete Atlas-Agena se describe en Lewis Research Center, ed., *Flight*

Performance of Atlas-Agena Launch Vehicles in Support of the Lunar Orbiter Missions III, IV, and V, Washington, D.C., National Aeronautics and Space Administration, 1969.

Las fallas del Ranger se detallan en David M. Harland, *NASA's Moon Program: Paving the Way for Apollo 11*, Nueva York, Springer, 2009; Clayton R. Koppes, *JPL and the American Space Program*, Yale University Press, 1982; y R. Cargill Hall, *Project Ranger: A Chronology*, Pasadena, CA, JPL/California Institute of Technology, 1971.

La crónica de la emocionante Serie Mundial de 1960 aparece en Michael Shapiro, *Bottom of the Ninth: Branch Rickey, Casey Stengel, and the Daring Scheme to Save Baseball from Itself*, Nueva York, Henry Holt, 2010.

En 1960, 25% de las madres con hijos menores de 18 años se incorporaron a la fuerza laboral, según se reporta en Sharon R. Cohany and Emy Sok, “Trends in labor force participation of married mothers of infants”, *Monthly Labor Review*, febrero, 2007.

El control de la natalidad se hizo asequible en 1960 en Estados Unidos, como se describe en James Reed, *The Birth Control Movement and American Society: From Private Vice to Public Virtue*, Princeton, NJ, Princeton University Press, 2014.

Una historia del FORTRAN, junto con descripciones de cómo trabajaban las primeras computadoras de tarjetas perforadas, y la IBM 1620 pueden encontrarse en Paul E. Ceruzzi, *A History of Modern Computing*, 2^a ed., Cambridge, MA, MIT Press, 2003.

La historia de Grace Murray Hopper se narra en su biografía: Kathleen Broom Williams, *Grace Hopper: Admiral of the Cyber Sea*, Annapolis, MD, Naval Institute Press, 2013.

Se cita a Lois Haibt diciendo: “Nadie sabía nada...”, cuando se le preguntó por los compiladores en la entrevista “Lois Haibt, an oral-history interview” dirigida el 2 de agosto, 2001 por Janet Abbate, Institute of Electrical and Electronics Engineers History Center, Hoboken, NJ (http://ethw.org/Oral-History:Lois_Haibt).

El apodo de CADET de la IBM 1620 se decía en burla que significaba “Can’t Add, Doesn’t Even Try” [“No puede sumar, ni lo intenta”], porque las sumas las hacía buscando en tablas, más que en un circuito digital que

realizara la suma de números, como se describe en Richard Vernon Andree, *Computer Programming and Related Mathematics*, Hoboken, NJ, John Wiley, 1966.

Un guión fue en parte responsable del accidente del Mariner, como se reporta en Paul E. Ceruzzi, *Beyond the Limits: Flight Enters the Computer Age*, Cambridge, MA, MIT Press, 1989. Arthur C. Clarke por error dijo que el Mariner 1 “se destrozó por el guión más caro de la historia” en *The Promise of Space*, Nueva York, Berkley, 1955, y se han hecho reportes similares en otros lugares. Ceruzzi explica cómo la falla del Mariner 1 es una “combinación de fallas de *hardware* y un error de *software*”.

Se puede encontrar material sobre el Mercury 7 y el cohete Saturn en Richard W. Orloff y David M. Harland, *Apollo: The Definitive Sourcebook*, Nueva York, Springer, 2006.

La crisis cubana de misiles se describe en Sheldon Stern, *The Cuban Missile Crisis in American Memory: Myths versus Reality*, Palo Alto, CA, Stanford University Press, 2012. Tanto este libro como la página web Kennedy Presidential Library website (<http://www.jfklibrary.org/JFK/JFK-in-History/Cuban-Missile-Crisis.aspx>), describen la presencia de los misiles Júpiter en Turquía. Sin embargo, el papel de los misiles en la crisis no salió a la luz para el público estadounidense sino hasta 1987.

Se le atribuye a Pitágoras, el matemático griego, el dicho: “Hay geometría en el sonido de las cuerdas. Hay música en el espacio entre las esferas”. Bill Pickering dijo a los reporteros de los diarios: “Escuchen la música de las esferas”. Sus palabras se repitieron en numerosas columnas en los periódicos, incluyendo la de Philip Dodd, “Rendezvous with Venus a Success!”, *Chicago Daily Tribune*, 15 de diciembre, 1962.

La carroza del Mariner en el Desfile de las Rosas de 1963 se describe en David S. Portree, “Centaur, Soviets and Seltzer Seas: Mariner 2’s Venusian Adventure, 1962”, *Wired*, 20 de diciembre, 2014.

Notes

- * *Beatnik* se refiere a una persona que participó en un movimiento social en la década de 1950 y principios de la de 1960 que enfatizaba la propia expresión artística y rechazaba

la sociedad convencional. [N. de T.]

Atracción planetaria

Helen contemplaba a su hermosa bebé. Con suavidad acunaba a su hija en brazos y acariciaba su sedoso y oscuro cabello. Era perfecta en todo sentido. Helen ya estaba enamorada de la pequeña niña y ella y Arthur la habían llamado Eve. Su llegada, tan poco tiempo después de su primer hijo, Patrick, llevó la casa habitualmente ordenada de Helen al desorden completo. Tener a dos pequeños era todo un reto. Ella se esforzaba por seguir el paso de su hijo que de pronto se movía por todos lados, mientras su recién nacida gimoteaba para que la cargaran. Aunque deseaba estar con sus niños, Helen no quería perder su empleo. Amaba el trabajo y sabía que no podía tomarse mucho tiempo de descanso. Eve tenía seis semanas de nacida cuando Helen regresó al laboratorio, y dejó a los dos bebés con su abuela. Pero casi de inmediato, Helen supo que no iba a funcionar. Dos bebés eran simplemente demasiado para sus padres. Iban a tener que encontrar otra manera de resolverlo. “Trabajaremos turnos distintos”, sugirió Arthur. Era la mejor solución. Helen trabajaba temprano mientras Arthur trabajaba tarde. Casi no se veían mientras iban y venían, los días y las noches unidos en un agotador intervalo de tiempo.

La vida hogareña de Helen no era la única fuente de estrés. El equipo en el JPL continuaba tratando de que el programa Ranger despegara. El Ranger había sufrido cinco fallas sucesivas y su pobre desempeño había degradado el proyecto a los ojos de la NASA, en especial cuando se le comparaba con su brillante contraparte, el Proyecto Apolo. Mientras el Apolo capacitaba a sus astronautas en el *cometa vómito*, un avión diseñado para simular los efectos de la ingravidez, el Ranger no podía siquiera capturar una imagen de la superficie lunar.

Desde sus primeros días, el proyecto Ranger carecía de la magnificencia que distinguía al Apolo. A principios de 1960, el director de programas del JPL había nombrado al Ranger por su camioneta Ford. Al mismo tiempo, el jefe de Space Flight Programs de la NASA, Abe Silverstein, elegía títulos para las misiones tripuladas a la Luna, diciendo: “Yo ponía el nombre a la nave espacial según como llamaría a mi bebé”. Escogió el dios griego del Sol, Apolo, cuyo nombre parecía combinar con las elevadas ambiciones del programa.

El objetivo de la misión, definido por el presidente Kennedy en 1961, era “hacer aterrizar a un hombre en la Luna y regresarlo a salvo a la Tierra”. Para lograr esto, Apolo enviaría una nave espacial con tres hombres hacia la órbita lunar. Una vez que esta estuviera girando alrededor de la Luna, una segunda nave espacial, un módulo lunar, llevaría a dos de los astronautas hacia la superficie, y dejaría a un hombre en el módulo de mando que tenía forma de cono. Los tres astronautas regresarían a la Tierra en el módulo de mando, con paracaídas que frenaran su descenso hasta caer en el océano. A pesar de sus diferencias, el Ranger y el Apolo eran caras de la misma moneda; ambos se dirigían hacia la Luna, uno con hombres a bordo y el otro sin ellos. Mientras el Proyecto Apolo avanzaba a buen ritmo, la NASA se preocupaba por su incapacidad para hacer que un módulo aterrizara en la Luna. Necesitaban que el Ranger funcionara.

Había problemas mecánicos que continuaban causando conflictos en el módulo de descenso lunar, pero las mujeres no prestaban mucha atención al proyecto. Estaban avanzando de prisa hacia delante, en lugar de voltear hacia atrás, ya que comenzaron a trabajar en un proyecto mucho más excitante: la primera misión a Marte. Así como el Mariner 2 había volado cerca de Venus con éxito, el Mariner 3 volaría cerca del Planeta Rojo. Solo había una notoria diferencia en las misiones: la distancia de la Tierra a Marte era de 225 millones de km, aproximadamente cuatro veces más lejos que a Venus. Eran capaces de intentar una proeza como tal solo gracias al Mariner 2.

El Mariner 2 había sido un éxito. La misión permitió no solo a los científicos sino a todo el mundo echar un vistazo a través de las nubes de Venus. Sin embargo, en lugar de encontrar una selva que pululaba con vida alienígena, como predecían los artículos de revistas ilustradas, encontraron temperaturas y presiones demasiado altas para soportar cualquier clase de

vida. A diferencia de la Tierra y de todos los demás planetas del sistema solar a excepción de Urano, que rotan en dirección contraria a las manecillas del reloj, Venus rota, en su eje, en la dirección de las manecillas. Las mujeres estaban maravilladas por lo lento de su rotación: un solo día en Venus toma 243 días terrestres. El día largo significa que el planeta no tiene campo magnético. En la Tierra, el núcleo de metal caliente que hay en el centro del planeta, combinado con su giro de una revolución cada 24 horas, genera nuestro campo magnético. El hierro, el níquel y otros metales líquidos que rodean el núcleo giran, gracias al efecto Coriolis.

Este efecto fue nombrado por el científico francés Gustave de Coriolis, que en 1835 describió cómo el agua sigue una trayectoria curva cuando se encuentra con el movimiento rotatorio de una rueda hidráulica. El efecto explica por qué los huracanes rotan en contra de las manecillas del reloj en el hemisferio norte y con las manecillas del reloj en el hemisferio sur. En el núcleo de la Tierra, se forman remolinos a partir del metal líquido que gira. Gracias al efecto Coriolis, el metal que gira se mueve en la misma dirección, lo que genera corrientes eléctricas y finalmente, un campo magnético. Aunque el Mariner descubrió que es probable que Venus tenga un núcleo metálico que podría incluso ser en parte líquido, al no tener una rotación más rápida que lo impulse, no genera un campo magnético. Y sin un campo magnético, el planeta es incapaz de formar el cojín protector de una atmósfera como la que es necesaria para sostener la vida en la Tierra.

El JPL utilizaría un diseño similar al del Mariner para su nave espacial a Marte, esta vez con una cámara a bordo. Sería impulsado utilizando el mismo vehículo de lanzamiento Atlas-Agena y de igual manera que con las misiones a Venus, se construiría en pares; las naves espaciales gemelas estarían listas para el lanzamiento con semanas de diferencia. Si una fallaba, por lo menos podrían hacer otro intento dentro de un período corto.

No tenían mucho tiempo para lanzar la nave espacial. Así como el reto que enfrentaron con Venus, tenían que programar el lanzamiento para alcanzar a Marte cuando estuviera lo más cercano posible a la Tierra. Mientras las misiones a Venus tenían una ventana de 50 días, las mujeres calcularon que las misiones a Marte tendrían que ser lanzadas dentro de 27 días. De lo contrario, tendrían que esperar dos años para tener otra oportunidad. Serían una carrera contra el tiempo.

El equipo enviaría la nave hasta la órbita de la Tierra para girar alrededor del Sol antes de que control de misión realizara una maniobra arriesgada a mitad de curso para dirigir la nave hacia Marte. Estimaron que la travesía tomaría siete meses y medio. Las computadoras trazaron trayectorias teóricas y levantaron un mapa de la dirección y la velocidad necesarias para cada momento crítico. Estaban haciendo gráficas de la misión interplanetaria más grande jamás concebida, que llevaría la nave espacial más de 180° alrededor del Sol. Para las mujeres era como disparar una flecha hacia un blanco en movimiento.

Las computadoras apuntaron la nave calculando su altitud y su acimut. La altitud era la distancia de la trayectoria de la nave desde la superficie de la Tierra, mientras que el acimut, como un compás, medía el ángulo relativo al norte geográfico en el que la nave se movía trazando un arco a lo largo del horizonte. La nave tendría que dejar la superficie del planeta y llegar a la órbita de la Tierra antes de volar hasta una transitoria elipse alargada. Después, a millones de kilómetros de casa, un empujón de los cohetes mandaría a la nave volando hacia Marte en un trayecto alrededor del Sol. Era importante que la nave no se estrellara en Marte.

Por lo general, todo el equipo se esterilizaba antes de ingresar al espacio. Si los científicos querían encontrar vida alienígena, debían tener cuidado de no contaminar en primer lugar el planeta ajeno. De otra manera, ¿cómo podrían distinguir entre la vida marciana y los microbios transportados por las máquinas terrestres? Pero a diferencia del caso de las misiones anteriores, el equipo del Mariner 3 no sería esterilizado con calor antes de su lanzamiento. Dado que el viaje al Planeta Rojo era muy largo, los ingenieros no querían someter el equipo al deterioro causado por la temperatura extrema. Por lo tanto, diseñaron la trayectoria del Mariner 3 para que las probabilidades de chocar con Marte (y posiblemente contaminarlo con gérmenes de la Tierra) fueran remotas.

Mientras que el JPL planificaba la misión, un desastre los golpeó. Era un día cualquiera entre semana una mañana de noviembre de 1963 cuando las noticias llegaron por cable. Habían disparado al presidente Kennedy en su caravana de vehículos en Dallas y todos en el laboratorio estaban pegados a la radio. Nadie podía trabajar. Solo nueve meses antes, Kennedy había dado un reconocimiento al primer director del laboratorio, Theodore von Kármán:

la primera Medalla Nacional de Ciencias de Estados Unidos. Apretadas en una sala con los ingenieros de los cargos más altos, las mujeres estaban tomadas de las manos. Cuando el presentador de noticias anunció que Kennedy había fallecido, se abrazaron, llorando conmocionadas. Sabían que ni el país ni el programa espacial en ciernes al que pertenecían volverían a ser los mismos.

Un mes después del asesinato de Kennedy, el JPL reveló una flamante pieza del programa espacial. Bautizada como la Deep Space Network [Red de Espacio Profundo, DSN], la red de antenas de gran tamaño era capaz de mantener una conexión de dos vías entre la nave espacial y la nueva Space Flight Operations Facility [Instalación para las Operaciones de Vuelos Espaciales] del JPL o SFOF. Había tomado dos años construir la SFOF (que se pronuncia *esfof*), una estructura de tres pisos que poseía más de 200 pantallas de televisión y 31 consolas, suficiente para soportar el seguimiento desde la DSN y servir como respaldo para el Proyecto Apolo, que era controlado en el centro de la NASA en Houston. A partir de 1963, las instalaciones servirían como centro de control de la NASA para todas las comunicaciones interplanetarias y del espacio exterior. Recibiría las señales de la antena localizada en Goldstone, California, que Barbara había visitado, así como las de Australia y Sudáfrica, para seguir una nave espacial hasta los confines del espacio. Aunque una nave espacial transmite a baja potencia, tan baja como la luz de un foco de refrigerador, las inmensas antenas curvas podrían concentrar la débil señal. La nueva red lograría que cuando una nave espacial tomara una fotografía, incluso a millones de kilómetros de distancia, la llegada de los datos digitales en forma de unos y ceros podía ser captada y enviada a la nueva sala de control del JPL. En conmemoración de las señales que llegaban, colocaron una placa en el SFOF donde se leía: “EL CENTRO DEL UNIVERSO”.

Completar la DSN era fundamental para avanzar en las misiones a Marte. Pero la presión para lanzar los siguientes Mariner mientras los planetas estaban alineados, combinada con la parcialidad del JPL en cuanto al proyecto, implicaba que el Ranger no siempre recibía la atención que requería. Lanzaron el Ranger 6 en enero de 1964. El JPL “estacionó” la nave espacial en la órbita terrestre de acuerdo con el plan, antes de lanzarla hacia

la Luna. El 2 de febrero, la nave se acercó al sitio planificado de choque: el Mar de la Tranquilidad. En el SFOF, los ingenieros y las computadoras esperaban con paciencia a que se calentaran las cámaras, anticipando las miles de fotografías que tomaría la nave conforme se acercara a la superficie lunar. El presidente Lyndon B. Johnson escuchaba en la Casa Blanca mientras los oficiales esperaban en una sala de control especial de la NASA en Washington. De pronto, una extraña voz femenina llegó por el cable: “Rocíese la colonia Avon y camine con belleza fragante”. Los oficiales estaban perplejos. Definitivamente esto no venía de la Luna. Un técnico corrigió el error. Había cruzado por accidente la transmisión del concurso Reina del Espacio Exterior (antes, el concurso Señorita Misil Guiado) que en esos momentos se llevaba a cabo en el JPL. Esta vergüenza quedó chica en comparación con lo que sintieron los técnicos cuando las cámaras no se encendieron. No hubo imágenes de la Luna para transmitir. Otra vez más, la misión había fracasado. Con esta decepción, al JPL le preocupaba que el proyecto les fuera retirado y que su situación en la NASA se hubiera estropeado para siempre.

Pocos días más tarde, después de que se computaran los resultados, Pickering coronó a la ganadora de la Reina del Espacio Exterior en el baile anual del JPL. Al haber pasado a ser parte de la NASA, había cambiado no solo la misión del JPL sino también el nombre de su concurso de belleza. Pickering todavía reflexionaba sobre lo que el administrador de la NASA, James Webb, le había dicho en Washington: “Un vuelo más. Tienen solo un vuelo más”. Esta última misión Ranger determinaría el futuro del JPL. La gravedad de la situación hizo que el desenfadado concurso pareciera algo aburrido este año. Conforme Pickering se abría camino hacia el escenario, la multitud comenzó a aplaudir, primero lentamente, pero después fue aumentando en intensidad hasta que de pronto todos estaban de pie, rodeando a su jefe en una ovación. En la calidez que le dio esa muestra de confianza, Pickering tomó el micrófono y dijo: “Vamos a corregir esto. Vamos a hacer que funcione”.

Barbara aplaudió a Pickering, llena de respeto por su director y disfrutando de lo que ella suponía que sería su último concurso de belleza. Estaba concentrada en el Mariner. No trabajaba en el Ranger, así que sus pensamientos se iban hacia sus trayectorias a Marte. Al mismo tiempo

pensaba en su familia. Estaba embarazada otra vez. Trabajó todo lo que pudo, hasta que tenía ocho meses de embarazo y caminaba como pato. Esta vez no solicitó un mejor lugar de estacionamiento; quería estar segura de no perder su trabajo de forma prematura. Cuando se fue, sintió una punzada de tristeza. Era poco probable que pudiera regresar a trabajar, ya que no podían guardarle el puesto. Con la llegada de más IBM nuevas, lo más seguro era que ya no contrataran más mujeres.

A las computadoras humanas les preocupaba que su destino fuera como el de las mujeres que trabajaban como operadoras de conmutadores telefónicos en el JPL. Sally Crane era muy querida entre las operadoras telefónicas del laboratorio; se unió a este incluso antes de que llegara Barbara, a mediados de la década de 1940. Sentada frente al conmutador, fue testigo de una completa revolución en las telecomunicaciones del JPL conforme las operaciones manuales cambiaron por las electrónicas. Sally se aferró a la tecnología saliente durante sus últimos años en el JPL, antes de retirarse en la década de 1970. Con la llegada de las operaciones automatizadas, el número de operadoras de conmutador en Estados Unidos cayó 43% entre 1947 y 1960. Era el principio de la caída, con cientos de miles de empleos de operadora eliminados por la nueva tecnología. La tendencia era lo suficientemente clara para poner nervioso a cualquiera que trabajara con computadoras.

Helen luchaba contra la amenaza de la obsolescencia. Todavía contrataba a mujeres como computadoras, pero la definición de puesto había cambiado. Su equipo se había convertido en el de las primeras programadoras de computación de la NASA. Las mujeres todavía trabajaban de cerca con los ingenieros, casi todos hombres, pero ya no era suficiente solo ser buenas en matemáticas. Necesitaban saber cómo construir, componer y ejecutar programas en las computadoras IBM, algo que los ingenieros casi no hacían. El JPL mantenía las habilidades de las mujeres al día, con clases de programación, con lo que provocaba que se ampliara esta brecha. Así que mientras en otros centros de la NASA los puestos de las mujeres eran cosa del pasado, las mujeres del JPL estaban convirtiéndose en más indispensables que nunca con su pericia en computación.

Mientras tanto, el laboratorio había descubierto por qué las cámaras no habían funcionado en el Ranger 6. El problema estaba en la ignición a mitad de vuelo, que había provocado un cortocircuito en el sistema de la cámara.

Con los asuntos de diseño resueltos, todos miraron hacia delante, al Ranger 7. Con seguridad, después de seis fracasos, este sería el bueno. Tenía que serlo.

El lanzamiento del Ranger 7 tuvo lugar una tarde cálida y húmeda de julio de 1964. Había tensión en la sala de control del JPL. Todos sabían que sus trabajos, e incluso el destino del laboratorio, estaban en riesgo. Para aligerar el estado de ánimo y distraer a todos de la presión, uno de los ingenieros, Richard Wallace, Dick, decidió repartir cacahuates a todos. No se sabe si fueron los cacahuates de la buena suerte o solo las lecciones aprendidas duramente después de seis misiones fallidas, el hecho fue que el lanzamiento salió a la perfección. Pero no era tiempo de celebrar todavía; la nave tenía que llegar con éxito a la superficie de la Luna.

Pocos días después, en la mañana del 31 de julio, Helen estaba sentada en la galería del nuevo SFOF. La sala estaba llena y todos esperaban las noticias con ansia. Conforme la nave espacial realizaba su clavado de muerte hacia la Luna, las cámaras se calentaban. De pronto, miles de imágenes comenzaron a llegar. La sala explotó en hurras y todos brincaron de sus asientos entusiasmados. Quienes trabajaban en el JPL fueron los primeros en ver de cerca cómo lucía la superficie lunar. Las imágenes revelaban una gran planicie oscura salpicada de cráteres. Ver este terreno desolado produjo una enorme alegría en los corazones de las mujeres. Al fin lo habían logrado.

Una vez que habían logrado hacer que una nave espacial aterrizara en la Luna, aunque hubiera sido con un aterrizaje forzoso, tenían que decidir adónde enviar el siguiente Ranger. Aunque un aterrizaje suave podría parecer el siguiente paso lógico, hacer aterrizar una nave espacial con suavidad no era uno de sus objetivos. Puesto que el programa era principalmente una misión de reconocimiento, querían obtener tantas imágenes como pudieran. Tenían que elegir un área donde cupiera una plataforma de aterrizaje de un metro de largo, en preparación para el Apolo. Todos en el JPL tenían una opinión y el personal debatía si elegirían el Mar de la Tranquilidad, el cráter Alphonsus, el Mar de los Vapores, la Bahía del Medio o el Océano de las Tempestades. El sitio perfecto equilibraría los objetivos científicos del JPL con las necesidades del programa Apolo.

Fue el inicio de un largo período en que científicos e ingenieros jalaban para su lado en el JPL. Ambos grupos debían hacer concesiones una y otra vez, titubeando entre objetivos que muchas veces eran opuestos: el deseo de

exploración científica por un lado, frente al desarrollo de nueva tecnología, por el otro. Durante las misiones Ranger, Eugene Shoemaker, científico del U.S. Geological Survey [Servicio Geológico de Estados Unidos] y profesor de astrogeología en Caltech, estaba siempre peleando por sus objetivos. La especialidad de Shoemaker era la astrogeología —una mezcla de astronomía y geología— y él brindaba su pericia crucial al equipo científico del JPL. Intentó persuadir a los jefes de misión para mover el Ranger 8 más cerca de la afilada y clara línea de sombra de la Luna, el borde definitorio que separa el día de la noche. El borde, también llamado *terminador*, se mueve con mayor lentitud en la Luna. Un día en la Luna es igual a 28.5 días en la Tierra. Así como la luz tenue de un atardecer puede brindar fotografías dramáticas en la Tierra, Shoemaker creía que el ángulo cerrado del Sol brindaría una luz contrastante para las cámaras. Los ingenieros, sin embargo, argumentaban que podría no haber casi nada de luz, lo que pondría en riesgo la posibilidad de obtener fotografías. Los ingenieros ganaron la partida, pero Shoemaker continuó luchando y al final se impuso para la siguiente misión, el Ranger 9. Las imágenes fueron tan impresionantes como Shoemaker había prometido, pero la relación entre los científicos y los ingenieros continuó siendo tensa.



Imagen de la Luna desde el Ranger 9 con la línea de sombra que separa el día de la noche, visible en el lado inferior (*Cortesía NASA/JPL-Caltech*).

Mientras los administrativos de la NASA y los científicos del JPL analizaban posibles sitios de aterrizaje, también se preparaban para las misiones a Marte, que tendrían lugar en solo unos meses. Unas pocas semanas de noviembre era todo lo que tenían para hacer que los Mariner 3 y 4 fueran un éxito. Como lo habían hecho antes, las mujeres miraban desde un balcón con forma de caja de vidrio que daba hacia el área de ensamblaje, abajo, mientras construían las naves espaciales Mariner. Hombres vestidos con batas largas blancas, gorras y guantes jugueteaban con las naves. Fijaron cuatro grandes paneles solares y los coronaron con una antena antes de probar todos los sistemas. Presenciar cuando se juntaban los diseños ante sus ojos era tan emocionante como aterrador para las computadoras. Nunca podían estar seguras de si estas creaciones serían exitosas o explotarían en millones de pedazos, o si simplemente se convertirían en basura espacial flotante.

La tarde del 5 de noviembre, el Mariner 3 estaba listo para irse a Cabo Cañaveral, ahora denominado Cabo Kennedy. Estaba colocado encima de los cohetes Atlas-Agena en la misma plataforma desde la cual había sido lanzado el Ranger 7 que había tenido éxito hacía tan poco tiempo. El equipo que estaba en la sala de control no era supersticioso, pero solo por si las dudas, repartieron cacahuates otra vez. El lanzamiento salió a la perfección, pero solo una hora después había problemas. No estaba llegando energía de los paneles solares. La funda que cubría la nave espacial no se había desprendido según el plan y ahora impedía que los paneles solares se abrieran. Enviaron comandos una y otra vez para que el Mariner dejara caer la problemática pieza de fibra de vidrio, pero era demasiado tarde. El Mariner 3 estaba destinado a convertirse en basura espacial.

Entonces la funda se convirtió en el único tema de conversación en el JPL. Así como se envuelve un cuerpo en un sudario, la nave estaba envuelta para protegerla durante el ascenso del cohete a través de la atmósfera. La funda se había introducido en un principio durante las pruebas de Juno, en donde se utilizó una simple tira de aluminio. El truco era hacer que la funda fuera suficientemente aerodinámica para no interferir con el vuelo, pero bastante fuerte para proteger la nave que había dentro de ella. Los materiales

compuestos como la fibra de vidrio pronto fueron los elegidos, puesto que eran tanto ligeros como rígidos. No obstante, el Mariner 3 le demostró al JPL que la fibra de vidrio era problemática. La diferencia de presión entre el recubrimiento de la funda y su núcleo de fibra de vidrio en forma de panel había impedido que la funda se desprendiera de manera adecuada. Tenían que encontrar una solución, y pronto.

Diseñaron una nueva funda, hecha esta vez de metal para evitar el problema de la presión. Puesto que todo esto cambiaba el peso de la nave, las computadoras de pronto descubrieron que tenían que volver a calcular todo. Habría que hacer modificaciones a los cohetes y, por lo tanto, las trayectorias tendrían que desplazarse también. Solo tenían dos semanas para lograrlo. Las computadoras trabajaban día y noche para dar los toques finales al Mariner 4. Si no lo conseguían esta vez, tendrían que esperar dos años para poder lanzar otra nave espacial a Marte.

El 28 de noviembre la plataforma estaba lista y también los cacahuates que se repartieron. La nave salió destapada hacia el cielo, la funda se desprendió y los paneles solares se desplegaron. Justo cuando parecía que todo estaba bien para el viaje, la sonda espacial comenzó a perder el rumbo. El sistema de orientación de a bordo fue el primero en navegar por las estrellas. Se requería que la nave quedara fija tanto hacia el Sol como hacia la estrella Canopus. Eligieron Canopus porque, por ser la segunda estrella más brillante del cielo, era fácil de encontrar. Pero la electrónica dentro de la nave estaba descubriendo demasiadas estrellas brillantes. En el JPL determinaron que el sistema de orientación estaba confundiendo con estrellas algunos fragmentos de pintura que se habían desprendido durante el despegue. Desde la Tierra, los técnicos del JPL veían cómo el sistema de orientación quedaba fijo una y otra vez en las estrellas equivocadas hasta que al fin pudieron lograr que los sensores detectaran Canopus. El Mariner iba rumbo al Planeta Rojo. Tendrían que esperar siete meses y medio para poder saber si había llegado.

Mientras la misión a Marte monopolizaba la atención de todos en el JPL, la necesidad de misiones a la Luna era más grande que nunca. El Ranger 8 llegó a la Luna el 20 de febrero de 1965. Conforme la nave espacial caía en picada hacia la superficie, cerca del Mar de la Tranquilidad, enviaba miles de fotografías de la Luna en alta resolución, así como videos. En el JPL las

mujeres miraban sin aliento cómo la Luna se acercaba cada vez más, las imágenes granuladas poco a poco eran más claras. La extraña superficie dejaba atónitos a sus observadores, con sus insólitas colinas ondulantes y sus contornos suaves que daban paso a cráteres sobre cráteres.

Los geólogos en el JPL habrían preferido una superficie más rocosa, lista para la exploración científica, como las tierras altas lunares, que parecen brillar desde la Tierra. En lugar de ello, el sitio de aterrizaje, cerca del Mar de la Tranquilidad, fue elegido por su utilidad al Proyecto Apolo. Encontrar una superficie plana era crucial para hacer aterrizar a salvo una nave espacial tripulada. La misión Ranger 8 fue un éxito; las fotografías mostraron una superficie que se veía suficientemente suave y firme para soportar el módulo de descenso del Apolo.

Barbara estaba sentada viendo televisión, ya que transmitían en vivo desde el último Ranger. Estaba exhausta por haber correteado tras sus hijas todo el día. Karen tenía cuatro años y Kathy iba apenas a celebrar su primer cumpleaños. Entre las dos, mantenían a Barbara siempre ocupada. A pesar de su fatiga, no podía creer lo que veían sus ojos cuando la nave espacial robótica se estrelló en la Luna. Junto con otros millones de estadounidenses, estaba cautivada por la vista de los cráteres de la Luna acercándose a ella. Barbara sentía cierto orgullo cuando pensaba en sus amigas del JPL y, sin embargo, el momento no le pertenecía. No había trabajado en el JPL durante un año. Su tiempo como computadora parecía muy lejano ahora que estaba tan ocupada con las necesidades de su casa y de su familia.

Helen también estaba cansada. No era fácil equilibrar una profesión con sus dos pequeños niños, que no habían entrado todavía a la escuela. Sus horas se alargaban en el trabajo mientras el Mariner 4 se acercaba a Marte. Calculaba de nuevo la trayectoria, una y otra vez, para asegurarse de que sus cálculos eran correctos y se preparaba para la corrección de rumbo a la mitad de trayecto de la nave. Muchos estadounidenses creían que Marte era un planeta hermano de la Tierra, un hogar probable para la vida inteligente. A inicios del siglo XX, el astrónomo Percival Lowell publicó tres libros sobre la vida en el Planeta Rojo, basando sus conclusiones en su descubrimiento de “canales” al observar Marte a través de su telescopio. Aunque no era el primer astrónomo que veía canales largos y delgados atravesar la superficie, sus descripciones de los mismos y de los marcianos que los habían hecho

eran vívidas. El mundo esperaba con ansia las primeras imágenes de la sonda y muchos estaban seguros de que estaban a punto de echar el primer vistazo a la vida extraterrestre.

La tarde del 14 de julio de 1965, el Mariner navegó por Marte. Durante 22 minutos, Helen permaneció sentada en una sala de control incómodamente silenciosa, mientras los datos llegaban de prisa. A diferencia de lo que pasaba con las misiones Ranger, en las que podían ver las imágenes al momento de su llegada, Marte estaba demasiado lejos. Los datos de imágenes digitales llegaban en tiras de papel que debían ser procesadas por las IBM para producir imágenes. Los miembros del equipo no podían esperar tanto tiempo. Decidieron construir su propia imagen. Imprimieron las tiras de datos en cinta de teletipo y las colgaron en la pared. Cada número en los datos correspondía a la brillantez de su pixel, acrónimo de *elemento de la imagen*. El rango de colores era de claro a oscuro en una escala de 25 a 50. Cuando Dick Grumm, uno de los ingenieros, fue a comprar gis, el dependiente le dijo que no tenían gises, pero le sugirió que usara pasteles.

Utilizando pasteles color café, rojo y amarillo, los ingenieros hicieron una clave para cómo deberían colorearse los números y comenzaron. Era como una gigantesca pintura por números, y Dick seguía con gran cuidado su clave de colores. No era un proyecto fácil: la imagen tenía 200 líneas de 200 píxeles por línea, y tendrían que colorear un impresionante cantidad de datos. Mientras tanto, los de relaciones públicas del JPL estaban comenzando a ponerse nerviosos. ¿Cómo podrían mantener a los medios lejos del hermoso trabajo artístico y lograr que esperaran a las imágenes oficiales en blanco y negro? Resultó que no pudieron. No solo Helen y los ingenieros estaban emocionados por el vistazo temprano a Marte, sino también lo estaban los equipos de televisión. Filmaron la pintura hecha a mano y la transmitieron al mundo entero; la primera imagen de Marte era radiante, en colores pastel rojo y café.

Las imágenes formales en blanco y negro fueron procesadas durante los siguientes días. No revelaron canal alguno de civilizaciones alienígenas. En su lugar, el planeta estaba sembrado de cráteres que evocaban a los de la Luna. Parecía un desierto. Un editorial de *The New York Times* declaró: “Marte es probablemente un planeta muerto”. No obstante, en el JPL todavía había esperanzas de que una misión futura pudiera descubrir alguna

reminiscencia de vida, tal vez aferrándose a un cráter o burbujeando en un manantial tibio.

En medio de todo la excitación por Marte, Barbara recibió otra vez una llamada de Helen. La necesitaban en el JPL, y Helen le preguntó: “¿No querrías regresar?”. Barbara extrañaba tanto el laboratorio como la compañía y dijo que estaría encantada de regresar. Ya estaba pensando en posibles niñeras. Al regresar por segunda vez descubrió que las computadoras se habían desarrollado hacia algo mucho más complejo. Para mejorar sus habilidades tomó las clases de programación que ofrecía Caltech, patrocinadas por el JPL. La asociación del laboratorio con la universidad era conveniente para mantener a las computadoras al día, fueran las vivas o las que requerían cables. Las mujeres tomaban cursos de lenguaje de programación con frecuencia y también tenían clases en el laboratorio. Helen era siempre la primera en aprender los programas y era entusiasta para transmitir a su equipo lo que había aprendido.

Kathy Thuleen, amiga de Barbara, también estaba de regreso después de haber tenido hijos. En una sociedad en la que solo 20% de las mujeres con hijos pequeños trabajaban fuera de casa, las mujeres del JPL estrechaban vínculos con el tema de sus nuevos bebés a la hora del almuerzo. La conversación fluía de forma natural de la Luna a Marte a las primeras palabras y los primeros pasos. Mientras platicaban sobre los parteaguas del desarrollo, podían sentir el ánimo cambiante en el laboratorio. Los ingenieros les pedían análisis cada vez más difíciles y les permitían mayor independencia. Con ese incremento en sus responsabilidades, el trabajo de la sección de cómputo estaba encontrando su rumbo hacia numerosas publicaciones, aunque rara vez les daban crédito en las revistas académicas. Roger Bourke, uno de los ingenieros, sentía que esto era injusto. Se preguntaba qué podía hacer para incluir a sus colegas, cuyo obstáculo se debía solo a su género. Al mismo tiempo que les era negado el reconocimiento completo que merecían, a las jóvenes madres les parecía que su trabajo era más importante que nunca.

Kathy trabajaba de cerca con Roger, analizando la montaña de datos que el Mariner 4 había enviado a la Tierra. Moviéndose entre los mundos ingenieril y científico del JPL, develaban los misterios de la atmósfera marciana. Descubrieron que su atmósfera tenía una densidad de solamente

0.5% de la atmósfera de la Tierra y que los polos que se parecían al Polo Norte y Polo Sur de la Tierra eran en realidad dióxido de carbono congelado. Determinaron que, como Venus, Marte carecía de un campo magnético fuerte. Empero, a diferencia de Venus, cuya carencia de un campo magnético se debe a su lenta rotación, en Marte no había porque su núcleo era sólido. Sin metal líquido que hiciera girar partículas cargadas, como ocurre en el núcleo de la Tierra, Marte quedaba sin la protección que proporciona la atmósfera ante viento solar.

Mientras más responsabilidad adquiría Kathy en su trabajo —calculando la ionósfera marciana y su efecto gravitatorio— más cautivada estaba. Roger dio un reconocimiento a estas contribuciones agregando el nombre de ella en su siguiente artículo, que detallaba el sistema de control de altitud instalado en el Mariner 5. Emocionada, Kathy se quedó sin aliento después de leer *Kathryn L. Tuleen, ingeniera* en la primera página. Nunca había visto esa palabra, *ingeniera*, después de su nombre.

Kathy estaba en su escritorio con uno de los cálculos del Mariner cuando recibió una llamada desesperada. Era la niñera. “Su hijo está arriba de un árbol y no puede bajar”, gritó la niñera. “No sé qué hacer”. Kathy tampoco sabía qué hacer. Su esposo estaba solo a 10 minutos, así que tal vez él podía salir de su trabajo. La pareja, al teléfono, estaba angustiada hasta que por fin se les ocurrió llamar a un amigo de su hijo. El pequeño fue capaz de convencer a su hijo de bajar y todo salió bien. De todas formas, Kathy sintió una vez más la culpa de ser una madre trabajadora. Era horrible pensar que no estaba ahí cuando la necesitaban.

Por fortuna, el JPL estaba dispuesto a ceder ante las necesidades de ella y de las otras madres. Kathy y Barbara llegaban al laboratorio temprano en la mañana, y muchas veces sorprendían a los venados que paseaban por el estacionamiento buscando algo que desayunar. Ambas reclutaron a sus esposos para dejar a los niños en casa de la niñera. En las primeras horas disfrutaban de la calma, los únicos sonidos eran sus lápices rayando el papel y el ruido sordo de las IBM en la sala de al lado. Al final de la tarde salían aprisa a sus casas, deseosas de pasar tiempo con sus hijos. La flexibilidad que el JPL les daba para mover sus horarios conforme lo necesitaran, como llegar temprano e irse temprano, era invaluable. Su labor no consistía en sentarse frente a un escritorio de 9 a 5, sino en realizar el trabajo.

Mientras las mujeres recibían el apoyo que necesitaban en el trabajo y en casa, se creó un nuevo proyecto —el programa Surveyor— para apoyar al Proyecto Apolo. Los ingenieros bromeaban acerca de poner un letrero en el Apolo que dijera SÍGUEME, para ayudar a mantener a los astronautas en curso. Su meta era producir una nave espacial que pudiera aterrizar suavemente en la Luna en lugar de estrellarse contra ella. Si iban a enviar hombres allá arriba, tendrían que aprender a hacer que aterrizaran con suavidad.

El Surveyor se veía como un trípode blanco de patas largas con dos paneles solares a la cabeza. Sujetos al cuerpo de la nave, justo encima de las patas de trípode, había propulsores de cohete orientables, los primeros de su tipo. Utilizando un radar y un sistema de piloto automático, los motores eran capaces de frenar la nave considerablemente, con lo que posibilitaban un aterrizaje suave. Montaron una antena cerca de los paneles para transmitir imágenes desde las dos cámaras de televisión colocadas debajo. Aunque para entonces ya se había lanzado el Ranger 9 y había transmitido video con éxito desde la superficie de la Luna, existía un considerable nerviosismo en cuanto a transmitir en vivo el aterrizaje delicado del Surveyor y sus fotografías. El 30 de mayo de 1966, el lanzamiento salió de acuerdo con el plan. Dos días y medio después las mujeres veían cómo el módulo de descenso se acercaba a la Luna. Los propulsores a bordo de la nave encendieron de acuerdo con el plan y lo desaceleraron desde casi 9 600 km/h a solo casi 5 km/h. La nave espacial aterrizó con suavidad en la superficie lunar. En el JPL, una persona del equipo de televisión se inclinó hacia Bill Pickering y le dijo: “Ah, por cierto, estamos en vivo en todo el mundo”. Aunque él sabía que el acontecimiento sería transmitido en vivo, las palabras sacudieron a Pickering; tenía que funcionar. Una hora después la nave comenzó a tomar fotografías. La misión resultó impecable.

La siguiente misión Surveyor no salió con la misma perfección. Durante la corrección del rumbo a la mitad trayecto, que había sido planeada con cuidado por las mujeres, uno de los cohetes no encendió. La nave espacial comenzó a dar vueltas fuera de control. Era un revés frustrante, en especial cuando la primera misión Apolo estaba programada para despegar en pocos meses.

En preparación para la primera misión, los tripulantes del Apolo tenían

una sesión de práctica en enero de 1967. El módulo de mando del Apolo, con forma de cono, estaba situado a la cabeza del gigante cohete Saturno, dividido en dos etapas para conformar un vehículo de lanzamiento suficientemente poderoso para llevar hombres al espacio. La prueba era una simulación de despegue, en condiciones lo más cercanas posible a un lanzamiento real: todos los componentes estaban ensamblados y los sistemas ya instalados y en operación. Vestidos con trajes espaciales blancos con plata, tres astronautas —Gus Grissom, Ed White y Roger Chaffee— cruzaron el puente metálico rojo y subieron al módulo de mando. La escotilla se cerró tras ellos y respiraron la atmósfera rica, con aproximadamente 100% de oxígeno. Se reclinaron en sus asientos, mirando arriba, hacia los controles.

Era un día largo de pruebas en el apretado espacio. Casi 11 horas después, los astronautas se preparaban para la última cuenta regresiva simulada. La cuenta se detuvo cuando faltaban 10 minutos mientras resolvían un problema de telecomunicaciones que había surgido. Todo parecía estar operando de manera normal hasta que el equipo de lanzamiento situado en el bunker escuchó de pronto una voz que gritaba: “¡Fuego! ¡Hay fuego en la cabina de mando!”. Las siguientes palabras fueron confusas y corrieron a rescatar a los astronautas. Las llamas comenzaron lentamente pero recrudecieron y envolvieron la base de la escotilla. Alimentado por el aire rico en oxígeno, el fuego consumió el módulo de mando. Los rescatistas llegaron demasiado tarde; los hombres, dentro, habían muerto.

El accidente casi provocó la cancelación del Apolo. Los estragos emocionales que provocó esta pérdida de vidas ocasionaron la renuncia de varios oficiales de la NASA, incapaces de continuar con su trabajo. Algunos temían que el Congreso cancelara el programa Apolo, en especial después de que una investigación dirigida por el Congreso ubicara parte de la culpa por el accidente a las omisiones de la NASA a la hora de reportar problemas con el Apolo. A fin de cuentas, las investigaciones de la NASA y el Congreso descubrirían que una chispa se encendió por accidente en la cápsula, probablemente cerca del asiento de Grissom. Puesto que la atmósfera estaba cargada de oxígeno y había una gran cantidad de materiales inflamables en el interior, el fuego se salió de control con gran velocidad. Lo trágico fue que la escotilla era muy difícil de manejar como para abrirse con rapidez e impidió que los astronautas escaparan. Los tres hombres se habían asfixiado en sus

trajes espaciales, sus cuerpos protegidos de las llamas, pero privados de aire para respirar.

Barbara y sus colegas quedaron horrorizadas cuando las noticias llegaron al JPL. Los tres astronautas les recordaban a sus esposos, en especial porque tenían más o menos la misma edad, entre 30 y 40 años, y niños pequeños en casa. Era desgarrador. El programa Apolo se suspendió, y en el país se generalizó la sensación de que tal vez tratar de hacer aterrizar a un hombre en la Luna era querer llegar demasiado lejos. Sin embargo, en el JPL la tragedia tuvo el efecto opuesto. Tenían que hacer que la siguiente misión Surveyor fuera un éxito. Las misiones con tripulación necesitaban un estímulo de confianza, y estaba en ellos mostrar que el aterrizaje podía lograrse sin peligro.

Con el desastre del Apolo en primer plano en sus mentes, el equipo vio al Surveyor 3 despegar desde Cabo Kennedy en abril de 1967. Siguiendo la trayectoria prevista, la nave rebotó dos veces en la superficie antes de asentarse en un cráter. A diferencia de los Surveyor previos, este estaba equipado con una pala. Cavó pequeñas zanjas y alzó la tierra, que colocó frente a la cámara. En el JPL, a más de 322 000 km de distancia, Margie Behrens trabajaba hasta tarde esa noche en la sala de control, reduciendo los datos que llegaban desde la nave espacial. Esto significaba que convertía el chorro de datos analógicos a digitales y revelaba la textura y la fortaleza de los materiales que conformaban la Luna.

Margie y el equipo del JPL eran pioneros en el procesamiento de imágenes digitales. Utilizando FORTRAN y después un programa llamado VICAR, programaron la IBM 7049 para convertir cada cuadro de la imagen análoga, tomada por cámaras que apuntaban a la Luna, en puntos o píxeles. Para el JPL esto era una necesidad. Sin el procesamiento digital, el terreno de la Luna y los planetas era un manchón incierto. Al compensar la distorsión en los datos digitales, podían producir imágenes claras y definidas.

El Surveyor 3 había proporcionado el primer vistazo a profundidad de la composición de la Luna y descubrió un sitio de aterrizaje apropiado para una nave espacial Apolo. El éxito del módulo de descenso lunar levantó los ánimos y brindó esperanzas para las misiones tripuladas.

Barbara se maravillaba con estas novedades, y al mismo tiempo también disfrutaba de los resultados de otros avances en su propia casa. Sentada a su

escritorio, calculando nuevas trayectorias para sus misiones planetarias, pasó un dedo por sus nuevas pantimedias. Las pantimedias eran un nuevo invento que unía las pantaletas con las medias de nylon. Durante décadas, Barbara se había puesto sus medias con un ligüero como hacía cualquier mujer formal para ir a trabajar o salir a pasear en las tardes. Para decirlo suavemente, eran una lata.

El ligüero era incómodo, y muchas veces apretaba el estómago y las piernas. Las pantimedias surgieron a finales de la década de 1950 cuando Ethel Boone Gant ya estaba harta. Le dijo a su esposo durante un viaje en tren nocturno desde la ciudad de Nueva York hacia su casa en Carolina del Norte que ya no lo acompañaría en los viajes más largos. Estaba embarazada y el ligüero, ceñido, era demasiado incómodo para usarlo. Pero no podía salir de casa sin sus medias. Su esposo, Allen Gant Sr., tenía una compañía textil y se preguntó si podría usar su experiencia en la industria para resolver su problema. “¿Qué pasaría si hiciéramos un par de pantaletas y le uniéramos las medias?” De esa conversación nacieron las Panti-Legs [Panti-Piernas], después conocidas como pantimedias, y en 1959 comenzaron a aparecer en los anaqueles de las tiendas en Estados Unidos. Comenzaron a tener éxito en la década de 1960, cuando la minifalda, cada vez más popular, no cubría todo el ligüero y las nuevas telas las hicieron mucho más cómodas y convenientes.

Barbara no tenía intenciones de ponerse minifalda, pero había un nuevo estilo que quería probar. Le encantaban los hermosos trajes sastre de pantalones, no faldas, que veía en los escaparates y se paraba para admirar los atuendos ajustados, exhibidos en una plétora de colores y diseños. Pero todavía no era tan valiente como para comprar uno y usarlo para ir al trabajo.

Barbara estaba contenta de ver a Margie otra vez. Había regresado después de tener tres bebés en tres años. Una vecina cuidaría a los niños durante el día. Conversaban sobre sus niños, pero también sobre la nueva moda. Un día notaron que la secretaria de Bill Pickering llevaba un traje sastre. “Bueno, seguro que si ella lleva puesto uno, podemos salirnos con la nuestra también, no?”, le dijo Barbara a Margie. Compraron los trajes y los vistieron para ir al laboratorio, sintiéndose al mismo tiempo hermosas y un tanto escandalosas. Nunca habían ido a trabajar con pantalón de vestir.

Mientras probaban los nuevos atuendos a la última moda, también eliminaban fallos en los programas. Un fallo o error de computadora [*bug* en

inglés] era un problema en el código. El término había sido acuñado por Thomas Alva Edison y se había hecho popular por la contralmirante naval Grace Hopper mientras trabajaba como becaria de investigación en la universidad de Harvard. La tarde del 9 de septiembre de 1947 los operadores de una computadora Mark II en la universidad tenían problemas con la máquina. Al investigar, descubrieron una palomilla atrapada en los nodos repetidores de un panel. En broma, pegaron el insecto muerto, con una cinta adhesiva, a su cuaderno de trabajo y anotaron: “Primer caso real de insecto encontrado”.^{*} Después de esa noche, se divertían diciendo que estaban *matando los insectos*^{**} del programa y el término se popularizó.

Eliminar fallos de un programa en el JPL en la década de 1960 significaba hablar de los problemas. Margie se sentaba con Barbara y ambas ejecutaban los programas, de comando en comando. Con cada línea de código explicaba su razonamiento: “Aquí dividí el entero”, decía Margie. Cada ecuación, cada cadena de texto era examinada de manera lógica. Conforme Margie describía el programa en voz alta paso a paso, por lo general se daba cuenta del error ella misma. Incluso si no lo notaba, su amiga Barbara estaba ahí escuchándola y se aseguraría de localizarlo.

Pero mientras Margie podía confiar en sus colegas del trabajo igual que siempre, en casa podía sentir que su matrimonio se le iba de las manos. Sus fantasías adolescentes de romance habían cedido su lugar a la apatía. Ella y su esposo eran una pareja dispareja que no parecía poder llevarse bien. Mientras su matrimonio empeoraba, ella sentía una creciente necesidad de trabajar. Sabía que si se separaban, ella necesitaría independencia financiera, que su trabajo en el JPL hacía posible.

Al salir del laboratorio al final del día, se rio cuando otra computadora le dijo: “Ahora vamos a casa a trabajar de verdad”. Su compañera lo había dicho en broma, pero Margie sabía que era verdad. Día tras día, llegaba a casa al salir del laboratorio y se apuraba para hacer la cena, bañar a los niños y acostarlos, después lavar los trastes y la ropa. A las 10:00 p.m. se ponía su pijama, completamente exhausta. Ser una madre trabajadora era difícil siempre, pero a diferencia de Barbara y Helen, ella no tenía una pareja semejante en casa. El hombre que había elegido a los 19 años no tenía interés alguno en ayudar en casa. Margie suspiraba y se preguntaba cuánto más podía aguantar. Sabía que en algo tenía que ceder.

Contra el fondo azul oscuro de un cielo matutino el 4 de abril de 1968, el Apolo 6 despegó hacia el espacio. No había hombres dentro; en cambio, este vuelo probaría la capacidad y la seguridad del Saturno-V, un vehículo de lanzamiento de cohetes en tres etapas. El lanzamiento sufrió varios contratiempos: primero, solo dos minutos después del despegue, el marco del cohete vibraba de manera peligrosa. Mientras tanto, una falla de manufactura provocó que los paneles estructurales comenzaran a caerse del adaptador del módulo lunar. Después, dos de los cinco motores de la segunda etapa no se dispararon y el de la tercera etapa ni siquiera se encendió. Con todo, la nave espacial Apolo alcanzó un pico de 22 225 km de distancia desde la Tierra. El módulo de mando, donde los astronautas se sentarían algún día, cayó a salvo en el Atlántico.

Pero no habría celebración. Una hora después de que la nave sin tripulación cayera al océano, Martin Luther King hijo moría por un disparo en Memphis, Tennessee. El asesinato pasmó al país entero. Barbara, Margie y su equipo se esforzaban por entender por qué había ocurrido esta tragedia. Era difícil mantener sus mentes en el espacio cuando todo en la Tierra se desmoronaba.

Notas

Todas las anécdotas personales y la historia familiar fueron obtenidas de entrevistas de la autora.

Abe Silverstein dijo: “Ponía el nombre a la nave espacial como llamaría a mi bebé”, cuando hablaba del Apolo, según se cita en Charles A. Murray y Catherine Bly Cox, *Apollo, the Race to the Moon*, Nueva York, Simon & Schuster, 1989.

La misión del Mariner se describe en Eduard Clinton Ezell y Linda Neuman Ezell, *On Mars: Exploration of the Red Planet, 1958-1978, The Nasa History*, Mineola, Nueva York, Dover, 2009; Clayton R. Koppes, *JPL and the American Space Program: A History of the Jet Propulsion Laboratory*, New Haven, CT, Yale University Press, 1982; *Mariner-Mars 1964: Final Project Report*, JPL, 1968; y Dennis A. Tito, “Trajectory Design for the Mariner-Mars 1964 Mission”, *Journal of Spacecraft and rockets* 4(3),

1967:289-296.

Es posible que Venus no tenga campo magnético, ya sea porque el núcleo es completamente sólido o porque es completamente líquido. En el interior de la Tierra, la frontera entre fases también libera calor, conduciendo la convección conforme el núcleo interno aumenta de tamaño, aproximadamente 1 mm al año. Sin embargo, no se sabe si este efecto puede impulsar una geodinamo por sí mismo. Los modelos del núcleo de Venus predicen que es, por lo menos, parcialmente líquido, dado su tamaño y su equilibrio térmico, aunque el estado actual se desconoce. La rotación lenta de un planeta tiene otros efectos interesantes, como un calentamiento desigual y dinámicas atmosféricas inusuales. Se puede encontrar un análisis del campo magnético de Venus en Frederic W. Taylor, *The Scientific Exploration of Venus*, Nueva York, Cambridge University Press, 2014.

Más información sobre el efecto Coriolis puede encontrarse en Graham P. Collins, “Coriolis Effect”, *Scientific American*, 1 de septiembre, 2009.

Los problemas con la esterilización térmica que afectaron la operación de la nave especial se describen en R. Cargill Hall, *Lunar Impact: The NASA History of Project Ranger*, Mineola, Nueva York, Dover, 2010. Las misiones a Marte del Mariner no fueron esterilizadas térmicamente, como se especifica en *Mariner-Mars 1964*, JPL.

La transmisión en vivo del Ranger 6 que cambió por “rocíese la colonia Avon y camine con belleza fragante”, lo que dijo James Webb: “Un vuelo más. Tienen solo un vuelo más”, y la cita de Pickering en el concurso Señorita Misil Guiado: “Vamos a corregir esto. Vamos a hacer que funcione”, se detallan en Jeffrey Kluger, *Moon Hunters: NASA’s Remarkable Expeditions to the Ends of the Solar Systems*, Nueva York, Simon and Schuster, 2001.

Un descenso de 43% en operadoras de conmutador entre 1947 y 1960 fue reportado por el United States Bureau of Labor Statistics en 1963.

Los puestos de computadoras que se recortaron en los centros de la NASA se reportan en Sheryll Goecke Powers, “Women in Flight Research at NASA Dryden Flight Research Center from 1946 to 1995”, *National Aeronautics and Space Administration History Office*, 1997.

La historia de los cacahuates en el JPL se explica en Associated Press,

“Peanuts: Rocket Scientists’ Lucky Charm”, *Lodi (California) News-Sentinel*, 3 de diciembre, 1999.

El debate sobre los sitios de aterrizaje lunar se reporta en R. Cargill Hall, *Lunar Impact: The NASA History of Project Ranger*, Dover Publications, 2012, y Paolo Ulivi y David M. Harland, *Lunar Exploration: Human Pioneers and Robotic Surveyors*, Londres, Springer, 2004.

La presión de Eugene Shoemaker para tomar imágenes en el terminador de la Luna para el Ranger 8 se describe en David H. Levy, *Shoemaker by Levy: The Man Who Made an Impact*, Princeton, NJ, Princeton University Press, 2002.

Los problemas con la funda del Mariner 3 y la solución eventual se describen en John S. Lewis y Ruth A. Lewis, *Space Resources: Breaking the Bonds of Earth*, Nueva York, Columbia University Press, 1987.

Percival Lowell publicó tres libros sobre Marte. Describe ampliamente los canales en *Mars and Its Canals*, Nueva York, Macmillan, 1906.

Fred Billingsley, uno de los ingenieros con quien trabajaban las computadoras, publicó por primera vez la palabra *pixel*, apócope de *picture element* [elemento de la imagen] en 1965. Los primeros años del procesamiento digital de imágenes y el papel del JPL como pionero en este campo se describe en James Tomayko, *Computers in Spaceflight: The NASA Experience*, Washington, DC, National Aeronautics and Space Administration, 1988.

“Marte es probablemente un planeta muerto” proviene del editorial “The Dead Planet”, *New York Times*, 30 de julio, 1965.

Veinte por ciento de las mujeres casadas y con hijos menores de 6 años participaban en la fuerza laboral, como se reporta en Committee on Finance, *Child Care Data and Materials*, Senado de E.U., 1974.

Los descubrimientos del Mariner, incluyendo los polos y el campo gravitatorio, se describen en Ezell y Ezell, *On Mars: Exploration of the Red Planet, 1958-1978. The NASA History*, Dover, 2009.

El programa Surveyor se explica en Koppes, *JPL and the American Space Program: A History of the Jet Propulsion Laboratory*, Yale University Press, 1982.

Pickering relata haber escuchado “Ah, por cierto, estamos en vivo en todo

el mundo”, en entrevista con Mary Terrall, 7 de noviembre a 19 de diciembre, 1978, disponible en Caltech Archives.

El desastre del Apolo 1, incluyendo la cita de Grissom, “¡Fuego! ¡Tenemos fuego en la cabina!” se registra en Shayler David, *Disasters and Accidents in Manned Spaceflight*, Londres, Springer, 2000.

La historia de las pantimedias se relata en Joseph Caputo, “50 Years of Pantyhose”, *Smithsonian*, 7 de julio, 2009.

La misión del Apolo 6 se describe en Richard W. Orloff y David M. Harland, *Apollo: The Definitive Sourcebook*, Springer, 2006.

Notes

- * En inglés, *bug* significa insecto. De ahí el juego de palabras que en español no tiene sentido [N. de T.].
- ** En inglés, *debugging*. En adelante se traducirá como eliminar fallos.

La última reina del espacio exterior

Ráfagas de viento atravesaban el cabello de Sylvia Lundy y el sol brillaba en el parabrisas. Sylvia sonrió mientras el pequeño automóvil avanzaba ruidosamente por la carretera. Le encantaba irse a explorar en el verano. No estaba segura de lo que habría delante, pero dejaba todo atrás. Cualquier viaje por carretera en su Volkswagen era una apuesta, pero esta travesía, desde Nueva Jersey hasta California, era una aventura real. Por primera vez, Sylvia dejaba su casa familiar. Volteó a ver a su esposo tras el volante y con ternura tocó su mano. Los recién casados disfrutaban de la libertad de la carretera. Se perdían, conduciendo por caminos de terracería, mientras el mapa se gastaba y se arrugaba y los kilómetros se acumulaban. Visitaban a la familia y luego elegían ciudades a su antojo; siempre y cuando se dirigieran hacia el oeste, no les importaba cómo llegaran.

A Sylvia siempre le había gustado viajar. Incluso de niña sentía el atractivo de dejar los lugares conocidos. Después de que su familia se mudara a Río de Janeiro cuando ella tenía solo 3 años de edad, sus hermanas mayores tenían problemas con el lenguaje y la cultura, pero Sylvia se adaptó enseguida a su nueva vida. Su padre había obtenido un doctorado en salud pública por el MIT y trabajaba para el gobierno de Estados Unidos, llevando sus conocimientos de epidemiología y sanidad a educadores. Su madre se graduó en educación, después de haber tomado clases de química y matemáticas. Mientras el padre de Sylvia obtenía su doctorado en Massachusetts, ella daba clases para apoyarlo. En Brasil estaba ocupada con las labores de casa. Tomaba muy en serio la educación de sus niñas y se preocupaba un poco por Sylvia, que no era muy buena lectora.

Se fueron a vivir a una casa en la playa, en Ipanema. Cercanas en edad,

las tres niñas —de cariño Berta, Barbie y Sally— construían castillos de arena juntas y chapoteaban en el agua. La costa de arena blanca que se extendía hasta las olas celestes era espectacular. Pero mientras el agua tibia les resultaba una tentación, las olas, poderosas y descomunales, hacían que nadar fuera peligroso. La playa asustaba a las niñas de tal forma que algunas veces tenían pesadillas en las que las olas las arrastraban hacia dentro.

La familia se enamoró de Brasil y llevaba a sus visitas de paseo por Río, incluyendo la cima del Monte Corcovado para ver la famosa estatua del Cristo Redentor. El padre de Sylvia viajaba alrededor de Brasil por trabajo mientras el resto de la familia se quedaba en la capital, y las niñas iban a escuelas inglesas. Aunque su padre esperaba que lo transfirieran a la India, cuatro años después se mudaron otra vez, entonces a la Ciudad de México. Con la mudanza, sus padres estaban cada vez más exigentes en cuanto a la educación de las niñas. Sylvia sentía la expectativa de seguir los pasos de su padre y en el futuro obtener un doctorado. En preparación, cuando su madre la arropaba en la noche, le ponía a Sylvia acertijos matemáticos para resolver. Sylvia se quedaba dormida con los números todavía circulando en su cabeza.

Sylvia casi tenía 9 años cuando se mudaron otra vez a Estados Unidos por el trabajo de su padre. Solo unas semanas después de haber llegado a Nueva Jersey, él colapsó por un infarto. Su corazón estaba débil, y tal vez se debilitó por el tiempo en que vivieron a una gran altura en la Ciudad de México. Su muerte fue devastadora; las niñas lo extrañaban terriblemente.

Ahora le tocaba a la madre de Sylvia mantener a la familia. Consiguió un trabajo como secretaria del decano asistente en el Douglass College, la prestigiosa escuela hermana de Rutgers University, exclusiva para mujeres. Tenía mucho trabajo y con tres niñas para educar, la madre de Sylvia estaba segura de que si trabajaba para la universidad, podría enviar a sus tres hijas, becadas, a la universidad. El beneficio motivaba a la familia, antes itinerante, a echar raíces. Las hermanas eran conocidas en el pueblo como “las chicas de Ipanema”, en todos sentidos tan agraciadas y encantadoras como en la canción popular.

Sylvia vivía en casa cuando asistía a Douglass. Todavía no era una gran lectora, pero amaba las matemáticas. Tomó todos los cursos avanzados de cálculo que pudo. Algunas clases las tomaba en Rutgers, y se apuraba a llegar al autobús para llegar a su clase de física a tiempo. En su último año, Rutgers

ofrecía una nueva clase: un curso de un año en computación. A Sylvia le encantó. Aprendió programación en una IBM 1130, y aunque era complicado, también le parecía un juego o un enorme acertijo cuyas piezas necesitaba acomodar y armar. Su maestra era ingeniera de sistemas en IBM, una mentora que la inspiraba, la señora Droege.

Sylvia no se limitaba a obtener un título. También estaba enamorándose. Había salido desde su primer año con David, estudiante de ingeniería en Rutgers, y cuando ella estaba por graduarse, el matrimonio parecía inevitable. Sus hermanas se habían casado inmediatamente después de recibirse; ahora era su turno. Ella y David se casaron en junio de 1968 y después salieron hacia California, donde David planeaba estudiar ingeniería en Caltech.

Una vez en California, Sylvia comenzó a buscar trabajo. Una amiga de la iglesia mencionó una sección llamada Mission Design en el JPL y le sugirió a Sylvia llevar su solicitud. Cuando llegó la hora de ser entrevistada, Helen Ling había salido ese día, así que Barbara Paulson la suplantó. Su modo cálido y amigable causó una buena impresión en Sylvia. Tenía la certeza de que quería ser parte del grupo de Barbara.

Barbara estaba impresionada con el título académico de Sylvia en matemáticas y su experiencia con el FORTRAN y le dijo a Helen que necesitaban contratarla. Aunque el JPL había rechazado la solicitud formal de Sylvia por razones desconocidas, Barbara podía ver lo que valía. Le ofrecieron un empleo y Sylvia se convirtió oficialmente en una de las chicas de Helen.

Era 1968 y las mujeres se preparaban para otra darle otra oportunidad a Marte. Los Mariner 6 y 7 serían las naves más recientes que volarían hacia el Planeta Rojo. Las computadoras, entusiastas, trazaron las trayectorias de las naves y programaron los instrumentos que sondearían el planeta desde el espacio en busca de vida extraterrestre. Helen se dedicaba a la planificación de contingencia, solo en caso de que algo saliera mal con la nave y tuvieran que redirigirla. Ella trazaba nuevos trayectos utilizando mapas de las estrellas. En lugar de latitud y longitud, que se utilizan para trazar ubicaciones en la Tierra, Helen utilizaba las coordenadas celestes, declinación y ascensión recta, para trazar posiciones. Dibujaba los contornos en gráficas complicadas de 28 por 43 cm, y se pasaba largas horas en el proyecto mientras tenía la esperanza de que su trabajo nunca fuera necesario.

Margie también trabajaba largas horas. Unía los datos de todas las secciones del laboratorio para mejorar la intensidad de la señal entre la nave espacial del JPL y la Tierra. Uno de sus deberes era enviar memorandos para mantener el laboratorio al corriente de su progreso. Era la primera vez que se encargaba directamente de un proyecto, y estaba orgullosa de ver su nombre en los avances enviados dentro del laboratorio. Por su involucramiento en este proyecto, se ganó el sobrenombre de Contadora dB, puesto que el poder de la señal se medía en decibeles, o dB. Se reía de su nuevo apodo; “Por lo menos no es Burbujas”, pensaba para sí. También trabajaba de cerca con la instalación dedicada al ensamblaje de naves espaciales y escribía programas para convertir en información los datos provenientes del equipo fotográfico de la nave espacial, recolectados en cinta, para que a su vez el laboratorio de procesamiento de imágenes pudiera convertir esta información en imágenes. Su software estaba trabajando bien. Su matrimonio, sin embargo, había terminado.

Las amigas de Margie en el JPL habían tenido razón: ella era demasiado inteligente para su esposo. Ella había dado lo mejor de sí pero no logró salvar su matrimonio. Después de su divorcio, Margie se sentía sola y aislada. Se preocupaba por sus cuatro hijos. Aunque sentía como si fuera la única persona en el mundo que se había separado de su pareja, en realidad el divorcio en Estados Unidos sufría un aumento repentino de casi 50%. Cuando la Ley Familiar de California fue aprobada en 1969, se permitió que en el estado hubiera divorcios sin asignación de culpa. Y eso no ocurría solamente en California a lo largo del país, las leyes que permitían a las parejas separarse solo por *diferencias irreconciliables* estaban facilitando la opción de divorciarse, en especial a mujeres que se sentían atrapadas por el matrimonio. Mientras Margie trataba de resolver el asunto, pensaba: “Todavía tendré tanto a mis hijos como mi trabajo”.

Sue Finley, por otro lado, no sentía nada. Su mente se le escapaba. Había estado en casa durante seis años cuidando a sus dos hijos, y aunque los amaba profundamente, sentía que se estaba volviendo loca. Estaba a punto del colapso tratando de mantener todo en orden, pero la abrumaban el miedo y la ansiedad. Comenzó a ver a un psicólogo, que la escuchó con paciencia y prescribió una terapia poco común. No necesitaba tratamiento clínico, dijo; lo que necesitaba era regresar a trabajar. “Será mejor para los niños”, le explicó.

Sue asintió con la cabeza. Estaba lista para regresar. Tener un trabajo del que estaba orgullosa y trabajar en aquello en lo que era buena la hacía sentirse fuerte y útil. Amaba ser madre más que nada, pero extrañaba aquel sentimiento.

En los seis años que habían pasado desde que Sue dejara el laboratorio, mucho había cambiado. Para prepararse, pasó meses estudiando manuales, tratando de ponerse al día con los nuevos lenguajes de programación. El FORTRAN 66 se había convertido en un estándar en la industria. Por primera vez toda nueva IBM podía utilizar el mismo lenguaje de cómputo en lugar de que la programación fuera exclusiva para cada máquina. Cuando se sumergió en la nueva tecnología, Sue notó que la sensación de locura empezaba a irse. Al regresar al JPL y a sus amigas, estaba agradecida de no tener sentimientos de culpa por dejar a sus niños. Su psicólogo le había dicho que esto era una necesidad médica y también ayudó el hecho de que tantas de sus colegas fueran madres trabajadoras. Cuando necesitaba apoyo recurría a Helen, a Barbara y a la recién regresada Merrilyn Gilchrist.

Mientras Sue recuperaba su salud mental y su vida en el laboratorio, los hombres estaban a punto de caminar en la Luna. El 20 de julio de 1969, Neil Armstrong y Buzz Aldrin fueron los primeros humanos en pisar otro cuerpo planetario. Las huellas de las computadoras estaban en todos los recovecos de la misión histórica. Su legado comenzó con el cohete que llevó a los hombres hasta allá arriba. Despegó en etapas, una técnica posible gracias al cómputo de las mujeres para el primer cohete de dos etapas en el mundo, el Bumper WAC del JPL. El cohete mismo era sucesor del que habían ayudado a desarrollar para los satélites Explorer. Un propelente especial que no necesitaba ignición alimentaba el módulo lunar del Apolo. Las computadoras habían ayudado a desarrollar esta sustancia innovadora llamada *combustible hipergólico* cuando trabajaban con propelentes líquidos para el Corporal. Por supuesto, las misiones Ranger y Surveyor que habían lanzado recientemente eran fundamentales en la determinación de los sitios de aterrizaje para las misiones Apolo. Y cuando Neil Armstrong se paró en la superficie lunar y dijo: “Este es un pequeño paso para el hombre, pero un gran salto para la humanidad”, la transmisión de voz hacia la Tierra fue recibida gracias a las estaciones de rastreo situadas en California y Australia, parte de la DSN en la que las computadoras habían trabajado con tanta fidelidad. El Apolo 11 era la

culminación de miles de éxitos, uno atrás del otro, para llegar todavía más lejos.

Las mujeres miraban los primeros pasos en la Luna con la misma mezcla de asombro y fascinación con que lo hacían millones de estadounidenses. Pero, modestamente, no pensaban en lo que habían contribuido para que fuera posible. Más bien estaban perdidas en la magia del momento, pegadas a las imágenes granuladas que aparecían en sus televisores, apenas creyendo en lo que veían.

Nueve días después, era tiempo de ver Marte. El Mariner 6 estaba a punto de conocer el Planeta Rojo, en lo que el JPL llamaba un *encuentro planetario*. Margie esperaba con nerviosismo en la sala de control. Era la primera vez que podrían ver imágenes en vivo desde otro planeta, gracias al sistema telemétrico de transmisión de alta definición que ella había ayudado a programar. Los datos llegaban desde la nave espacial a la antena gigante de Goldstone mientras volaba a solo 3 200 km de distancia de la superficie de Marte y a más de 64 millones de kilómetros de la Tierra. Era tarde en la noche, pero Margie no tenía sueño. Estaba sumamente excitada al ver las imágenes que llegaban en tiempo real. Cada imagen revelaba nuevos detalles. Los polos, similares a nuestros propios Polo Norte y Sur, resaltaban en blanco, y daban al planeta la apariencia de la Tierra. Conforme la nave espacial se acercó, empero, las cámaras mostraron una topografía extraña que los científicos calificaron de terreno caótico. Había desiertos con cráteres, extrañas crestas montañosas colapsadas y círculos concéntricos misteriosos que parecían ojos de toro gigantes.

La información que obtenía el JPL acerca de Marte superaba por mucho lo que antes habían aprendido. Mientras las cámaras capturaban las imágenes del terreno alienígena, los espectrómetros y los radiómetros analizaban la atmósfera marciana. Los nuevos experimentos científicos revelaban un planeta que por sus cráteres se parecía a la Luna en la superficie, pero que era bastante diferente. La misión anuló cualquier esperanza de encontrar vida compleja en Marte. Las temperaturas estaban por debajo de cero; además, había muy poco oxígeno en la atmósfera y nada de vegetación visible. El Mariner 6 reveló un planeta antiguo con una muy pobre atmósfera.

Fue un golpe no solo para los científicos, algunos de los cuales habían confundido una tormenta de polvo estacional con vegetación que cobraba

vida en una primavera marciana, sino también para la cultura popular. Como una bofetada, golpeó lo que H.G. Wells había escrito en *La guerra de los mundos*: “El reino vegetal en Marte, en lugar de tener el verde como color dominante, es de un brillante color rojo sangre”. Los extraterrestres fascinantes y aterradores que poblaban Marte, famosos en películas como *Invasores de Marte* y *El día que Marte invadió la Tierra*, y en libros como *Crónicas marcianas*, de Ray Bradbury, ya no eran una posibilidad.

No obstante, el sueño por encontrar otro mundo capaz de albergar vida no era tan fácil de aplastar. Aún había probabilidades de que existieran formas de vida simples merodeando en algún lugar del planeta. Así como las bacterias viven en condiciones extremas en la Tierra, como en las chimeneas volcánicas y en el hielo de la Antártida, como lo sabemos en la actualidad, era posible que encontraran vida similar en el planeta alienígena. El problema era que el JPL tendría que acercarse mucho más, investigar el planeta y tomar muestras y analizarlas para encontrarla. Esto requeriría un planteamiento mucho más complejo. La necesidad de descubrir vida en Marte para encontrar compañeros en el Universo se estaba convirtiendo rápidamente en una obsesión que persistiría por décadas.

Sylvia tenía poco tiempo para observar la belleza de Marte. Iba a la escuela nocturna y sus días se habían convertido en un manchón borroso de trabajo, escuela y casa. Todos en el JPL, en especial Helen, la habían animado a obtener su maestría en ingeniería. Dos veces por semana iba a una clase de tres horas. Disfrutaba del trabajo del curso y le encantaba que muchos de sus maestros fueran ingenieros del JPL. Las otras noches trataba de mantenerse al día con su tarea. No era fácil. Ella y David vivían en un apartamento amueblado de una recámara donde no cabía ni un alfiler y no tenían lavaplatos ni otro aparato electrodoméstico moderno. Por lo menos por el minúsculo tamaño del apartamento, ella no tenía mucho que limpiar. Sin embargo, los otros quehaceres domésticos —como hacer las compras de víveres y cocinar— abrumaban a Sylvia. David estaba ocupado en Caltech, y no le sobraba tiempo para estas tareas. Bajo la presión de su vida diaria, parecía inevitable que algo se quebrara.

Aunque Sylvia se unió al JPL durante la era de IBM, en el laboratorio las mujeres todavía calculaban manualmente cada trayectoria de las naves espaciales antes de dibujar la travesía en sus cuadernos. Ella nunca había

realizado esa clase de trabajo y algunas de las mujeres se reían de ella cuando la veían pelearse con el portaminas y el papel. El papel era delgado, por lo que Sylvia trataba de no cometer errores. Cuando borraba, que era muy a menudo, la goma hacía pequeños agujeros en el papel, evidencia de que necesitaba más práctica.

Sylvia no solo calculaba en papel. También estaba programando para lo que prometía ser el proyecto más excitante del JPL hasta ese momento: el Grand Tour. Este audaz proyecto aprovecharía una circunstancia rara que tendría lugar a fines de la década de 1970: una alineación que ocurría una vez cada 176 años. Este suceso haría que los planetas más lejanos del sistema solar estuvieran cerca unos de otros en el momento preciso y acortaría a 13 años el viaje a Neptuno que, de otra manera, sería de 30 años. El JPL quería enviar dos sondas hacia los planetas exteriores: Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno y Plutón. Lo haría posible una maniobra no probada llamada *asistencia de gravedad*, una especie de juego gigante de saltar al burro por el sistema solar.

Dick Wallace, el ingeniero que introdujo los cacahuates a la sala de control, explicó esto a Sylvia. “Es como una gran resortera”, dijo. Describió cómo una nave espacial aumenta su velocidad al acercarse a un planeta porque la gravedad del planeta la atrae. Puesto que el planeta también orbita al Sol, la nave espacial puede tomar prestada una fracción de su cantidad de movimiento angular orbital. Por lo tanto, si uno enviara la nave espacial en la trayectoria adecuada, esta describiría una curva alrededor del planeta y aceleraría cada vez más al alejarse volando. Si trazaban las trayectorias de modo perfecto, podrían enviar sus sondas por todo el sistema solar. Por la asistencia de gravedad y la inminente alineación de los planetas, podrían lograr esta exploración con una cantidad significativamente menor de combustible y en consecuencia con un menor costo de lo que se creía. El JPL presentó el proyecto a la NASA, resaltando las ventajas presupuestales.

En noviembre de 1969 el Apolo 12 se acercó a la Luna. Charles *Pete* Conrad y Alan L. Bean miraban por la ventana mientras se acercaban a la superficie. Cuando el módulo de descenso dio un giro amplio, Pete no podía creer lo que vio enfrente. Ahí estaba el Surveyor 3, cuya misión había terminado dos años antes. Los astronautas recogieron las piezas de la nave espacial robótica cuyo éxito, aunque oscurecido por el tiempo, había

pavimentado el camino para que los hombres caminaran en la Luna. Empacaron las partes, tal y como habían sido especialmente capacitados en el JPL y las colocaron en la nave. El Surveyor 3 sería la única sonda lunar que regresara a casa.

Cuando la década de 1960 llegaba a su fin, había un nuevo presidente en la Casa Blanca. Era claro para las computadoras que Richard Nixon veía la NASA no en términos de su valor científico, sino como un devoto peón político, y en especial como un esfuerzo de Kennedy. Esto fue evidente cuando, poco después de asumir el cargo, Nixon clausuró un laboratorio de la NASA en Cambridge, Massachusetts y recortó el presupuesto de la agencia espacial. El Grand Tour fue cancelado.

El JPL no iba a darse por vencido en su plan de explorar el sistema solar. No podía dejar que la alineación planetaria excepcional pasara frente a ellos sin hacer nada. Después de la cancelación, un pequeño grupo de ingenieros se reunió en secreto un fin de semana. Tenían que inventar una forma de hacer que el Grand Tour fuera posible, con un costo bajo. Sylvia trabajaba en los retos de programación. En lugar de dividir la misión en dos sondas, cada una dirigida a diferentes planetas del sistema solar exterior, diseñarían una nave espacial y una trayectoria que pudiera viajar por los cuatro planetas en una sola expedición. El grupo trabajó hasta la madrugada ese fin de semana, ideando trayectorias y explorando la programación que gobernaría el viaje.

Su mayor reto era descifrar cómo volar hacia Saturno. Tenían que calcular el rumbo de modo perfecto si iban a obtener suficiente cantidad de movimiento para llegar a todos los planetas exteriores. Sylvia comenzó a escribir un programa llamado post-E que significaba “después del encuentro”. Su plan se estaba consolidando. El lunes por la mañana Sylvia sentía la emoción del éxito. Habían logrado idear un plan ambicioso pero realizable que recortaba costos de manera significativa y su jefe, Roger Bourke, estaba ahora presentándolo a los administrativos de la NASA. Ella cruzó los dedos esperando que la reunión saliera bien. Quería continuar trabajando en el programa.

Mientras Sylvia pensaba en un Grand Tour del sistema solar, su matrimonio en la Tierra estaba fallando. Como Margie, reaccionó sumergiéndose más en su trabajo; encontraba alivio en el reto de descubrir los misterios del Universo. Su trabajo contrastaba para la tediosa relación con

su esposo. No tenían hijos; si iba a irse de casa, debía hacerlo en este momento. Dividida entre su profesión y su matrimonio, sabía que no tenía posibilidades de salvar ambos. Al trabajar hasta tarde en el laboratorio, pensaba en David y las largas horas que él pasaba a unos cuantos kilómetros de distancia, en Caltech. A ella le parecía raro que dos personas que compartían un hogar y una vida pudieran saber tan poco una de la otra. De pronto lo tuvo claro: tenía que dejarlo.

Junto con los matrimonios de Sylvia y Margie, terminaba una tradición en el JPL. Se celebró el último concurso de la Reina del Espacio Exterior del laboratorio. La competencia y el baile parecían pertenecer a una era distinta. Incluso a Barbara, que alguna vez quedó en tercer lugar cuando el concurso se llamaba Señorita Misil Guiado, la ceremonia le parecía anticuada. Mientras coronaban a la última ganadora, había protestas por la igualdad de géneros en todo el país.

El año 1970 marcó el quincuagésimo aniversario de la decimonovena enmienda de la Constitución de Estados Unidos, que daba a las mujeres el derecho al voto. Como reconocimiento, la Organización Nacional de Mujeres organizó una Huelga de Mujeres por la Igualdad. La huelga tuvo lugar en 40 estados, y 20 000 personas marcharon por la Quinta Avenida de la ciudad de Nueva York. Sostenían carteles que declaraban: SOMOS LA MINORÍA DE 51% y LAS ESPOSAS TRABAJAN COMO ESCLAVAS. Las protestas aumentaron la presión al Congreso a fin de que aprobara la Enmienda para la Igualdad de Derechos, que garantizaría en la Constitución la igualdad de derechos para las mujeres. Su papel estaba cambiando con tal velocidad que muchas mujeres quedaban desconcertadas. Una agente inmobiliaria que presenciaba una de las protestas dijo a la revista *Time*: “No sé qué están pensando estas mujeres. A mí me encanta la idea de ser atractiva y de que los hombres me miren”. Aunque los cambios trajeron confusión a algunas, los efectos de la liberación femenina se propagaban por todas partes, inclusive a las oficinas del JPL.

Los títulos de las mujeres estaban cambiando. Denominadas *computadoras* desde la creación del laboratorio, ahora eran oficialmente ingenieras. Era un avance tan grande como aterrizar en la Luna. Su trabajo había ido aumentando en importancia de forma gradual año con año y ahora tenían el título que correspondía a su experiencia. Para mujeres como Helen,

Barbara y Margie, que habían trabajado ahí por años, eso valía mucho más de lo que cualquier título de un concurso de belleza.

Con su nuevo título profesional bajo el brazo, Margie trabajaba en el Mariner 10, que visitaría tanto Mercurio como Venus. De camino hacia el planeta más pequeño del sistema solar, Mercurio, la nave tenía que pasar detrás de Venus. El problema era que si la nave espacial estaba detrás del planeta, los ingenieros no podrían detectar su señal ni corregir su curso. Margie tenía que encontrar alguna clase de solución. Elaboró una estrategia en que la señal de radio de la nave se doblaría alrededor del planeta siempre y cuando la nave espacial estuviera orientada hacia la Tierra. Con cuidado calculó la posición de la nave espacial y la de las antenas en casa. Con su equipo, también determinó cómo aprovechar la fuerza de gravedad de Venus. Caerse hacia el Sol es bastante fácil, pero si se quiere visitar Mercurio, no conviene caer demasiado rápido. La atracción de Venus frenaría un poco la nave para que pudiera orbitar el planeta más cercano al Sol. Sería la primera misión en utilizar la asistencia de gravedad. Cuando Margie tuvo problemas con algunas partes del programa, hizo lo que siempre había hecho: preguntó a las otras mujeres. Le encantaba tener a sus amigas para apoyarse en ellas. Utilizando todos los componentes de la DSN, fue capaz de hacer un mapa de la trayectoria que permitiría al Mariner hacer la primera exploración de Mercurio.

Sylvia también trabajaba en el proyecto, y creaba animaciones por computadora para visualizar hacia dónde viajaría la nave. Con estas, ayudaba a planificar la trayectoria de la nave. ¿Adónde iría la nave espacial después de orbitar Mercurio? Una idea llegó de una fuente poco común: un ingeniero italiano visitante llamado Giuseppe Colombo. En una conferencia sobre el Mariner 10 en 1970, celebrada en el JPL, Colombo sugirió que podrían lograr un segundo encuentro alrededor del planeta. Trabajando con los otros ingenieros, Sylvia descubrió que Colombo tenía razón y calculó una trayectoria que permitía al Mariner trazar un círculo alrededor de Mercurio por segunda vez, para captar con sus cámaras todavía más aspectos del planeta.

El 3 de noviembre de 1973, desde Cabo Kennedy, Margie y Sylvia veían el lanzamiento del Mariner 10, destinado a estudiar la atmósfera y la superficie de Mercurio. Pasarían meses antes de que ninguna supiera si su

plan había funcionado.

Mientras tanto, Helen ideaba un plan propio. Aunque ella y las otras mujeres se habían hecho ingenieras en el laboratorio, todas las nuevas contrataciones para ese departamento tendrían que tener un título de ingeniería. Los programas de ingeniería apenas comenzaban a aceptar mujeres como estudiantes —Caltech lo había hecho en 1970— pero aunque las puertas estaban por fin abiertas, había pocas mujeres que entraban por ellas. Ese año, las mujeres obtenían menos del 1% de los títulos en ingeniería en todo Estados Unidos. Con este panorama, el nuevo requisito del JPL implicaba que menos mujeres calificarían. Helen disfrutaba de ser mentora de las mujeres de su grupo y quería que tuvieran más, así que se le ocurrió un plan sencillo. Encontraría mujeres inteligentes y lograría que ingresaran contratándolas como programadoras. Después las alentaría para obtener títulos avanzados en ingeniería. Mientras iban a la escuela nocturna, ella les enseñaría cómo tener éxito dentro del marco del JPL. Entre las aptitudes de ellas y la guía de Helen, surgiría en el laboratorio una generación de mujeres ingenieras.

Una tarde cálida de verano, una docena de mujeres del JPL y sus familias se reunieron en la playa de Malibú para celebrar un día de campo. La brisa que llegaba del mar les enredaba el cabello mientras extendían sus manteles y sus sillas de playa. De sus bolsas y canastas desempacaron bebidas, sándwiches y fruta. El sol cálido se sentía como el paraíso sobre su piel. Juguetaban en trajes de baño, y algunas, con nuevos bikinis a la moda, mojaban los dedos de los pies en el agua antes de correr de regreso hacia la arena tibia. Entre el calor del sol y el penetrante frío del agua, se sentían intensamente vivas.

Era un día para celebrar sus logros. Mientras los manifestantes exigían igualdad de derechos para las mujeres a lo largo del país, las mujeres del JPL habían creado su propia igualdad. Habían formado el laboratorio a su imagen, y habían construido un ambiente que daba la bienvenida a las mujeres, donde su trabajo y sus contribuciones eran valoradas en todos aspectos tanto como las de sus contrapartes masculinas.

Un radio de transistores que contenía la misma tecnología que daba a las IBM su ronroneo, reproducía a los Beatles mientras las mujeres, con aceite de bebé untado en el cuerpo, dejaban que la luz del sol de California bañara su

piel y su cabello. Levantaron sus vasos en alto y brindaron para festejarse y para festejar la más reciente nave espacial. “Por el Mariner”, gritaron. “Por el Grand Tour”. Sus naves viajaban a millones de kilómetros de distancia, e incluso en la Tierra, dentro de los confines de su pequeño pueblo de Pasadena, estaban innovando. Y todavía había otra frontera que tendrían por conquistar. El sistema solar estaba allá lejos, esperando a ser explorado, si solo pudieran persuadir a la NASA para que les permitiera hacerlo.

Notas

Todas las anécdotas personales y la historia familiar fueron obtenidas de entrevistas de la autora.

FORTRAN 66 se describe en Dennis C. Smolarski, *The Essentials of FORTRAN*, Piscataway, NJ, Research and Education Association, 1994.

La historia del Apolo 11 se narra en Charles Murray y Catherine Bly Cox, *Apollo: The Race to the Moon*, Nueva York, Simon and Schuster, 1989.

Las misiones Mariner y sus descubrimientos se describen en Edward Clinton Ezell y Linda Neuman Ezell, *On Mars: Exploration of the Red Planet, 1958-1978. The NASA History*, Nueva York, Dover, 2009. Mariner 5 era originalmente un respaldo para el 4, pero después fue modificado para ir a Venus.

El sistema telemetría en el que trabajó Margie está descrito en R.C. Tausworthe *et al.*, “A High-Rate Telemetry System for the Mariner Mars 1969 Mission”, JPL Technical Report 32-1354, 1969.

La tormenta de polvo que confundieron con vegetación y una primavera marciana se explican en William Sheehan y Stephen James O’Meara, *Mars: The Lure of the Red Planet*, Amherst, Nueva York, Prometheus Books, 2001. El efecto de Marte en la literatura se describe en Robert Crossley, *Imagining Mars: A Literary History*, Middletown, CT, Wesleyan University Press, 2011.

La película *Invasores de Marte* se estrenó en Estados Unidos en 1953 y *El día que Marte invadió a la Tierra* se estrenó en 1963.

El Grand Tour, los orígenes del Voyager y su trayectoria se describen en

Stephen J. Pyne, *Voyager: Exploration, Space, and the Third Great Age of Discovery*, Nueva York, Viking, 2010, y Ben Evans y David M. Harland, *NASA's Voyager Missions: Exploring the Outer Solar System and Beyond*, Springer, 2004.

La cancelación del Grand Tour se analiza en Edward C. Stone, “Voyager: The space triumph that almost wasn’t”, *Los Angeles Times*, 18 de febrero, 2014.

Una descripción del paro de las mujeres por la igualdad y la cita “No sé qué están pensando estas mujeres. A mí me encanta la idea de ser atractiva y que los hombres me miren” se encuentra en Catherine Gourley, *Ms. and the Material Girls: Perceptions of Women from the 1970s through the 1990s*, Minneapolis, Lerner, 2007.

El papel de Giuseppe Colombo en el Mariner 10 se describe en Robert S. Kraemer, *Beyond the Moon: A Golden Age of Planetary Exploration, 1971–1978*, Washington, DC, Smithsonian Institution Scholarly Press, 2000.

El porcentaje de mujeres que obtuvieron títulos de ingeniería en 1970 está publicado por el National Center for Education Statistics, *Statistical Analysis Report*, 2013.

Que Caltech abriera sus puertas a mujeres estudiantes de Carrera en 1970 se reporta en la página web de alumnos de Caltech: <http://www.alumni.caltech.edu/news-classic/2014/5/12/remembering-a-milestone?rq=remembering-a-milestone> y en Amy Sue Bix, *Girls Coming to Tech!: A History of American Engineering Education for Women*, MIT Press, 2014.

PARTE IV

De 1970 a nuestros días



Barbara Paulson



Helen Ling



Susan Finley



Sylvia Miller

Los hombres son de Marte

En Navidad, Barbara Paulson era un ciclón: o arrastraba a todos a sus actividades o mejor se salían de su camino. No le importaba que no hubiera nieve ni que California fuera asolada por una onda cálida en diciembre. Ella iba a contagiar a todos con el espíritu navideño. Decoraba, traía galletas y se aseguraba de que todos estuvieran listos para el intercambio de regalos, en los que no se permitía poner nombres: había que escribir un poema que dijera sutilmente al grupo tanto para quién era el regalo como de quién era. La tradición provocaba quejas todos los años, pero a suficientes mujeres, en particular a Sue Finley y a Barbara Paulson, les gustaba lo suficiente como para mantenerla viva.

Mientras Barbara daba vueltas alrededor de la oficina, Dick Wallace, el jefe de Sylvia Lundy, trajo un rollo gigante de malla de gallinero a la sala.

-¿Qué haces? -preguntó Barbara.

Ya verás -respondió él.

Comenzó a dar forma a la malla delgada y maleable hasta hacer un cono gigante que llegaba hasta el techo. Dick siempre traía algo a las mujeres, y no solo cacahuates para el almuerzo. En primavera llenaba la sala con camelias de su jardín y en el invierno ayudaba a decorar para las fiestas.

-Ahí lo tienen, he aquí su árbol de Navidad -dijo con una gran sonrisa.

Las mujeres rieron, admirando el árbol. Y con puñados de pañuelos desechables verdes comenzaron a rellenarlo pasándolos por los agujeros de la malla. Luego lo adornaron con luces de colores. Algunos ornamentos cursis llegaron también hasta el árbol, todos confeccionados con lo que encontraron alrededor del laboratorio. Todas se reían por su forma curiosa y su decoración

singular. Uno de los ingenieros, Paul Muller, se asomó a la sala, vio el árbol y murmuró: “Altamente inflamable”. Tan pronto salió, las mujeres soltaron grandes carcajadas. Si con él podían molestar a Muller, en definitiva, había valido la pena.

Muller era quejumbroso. Se quejaba porque las mujeres monopolizaban a Cora, la IBM 1620. El tiempo de Cora se había vuelto valioso ahora que los programas de computación estaban al fin ganando preferencia sobre el trazado a mano. Desafortunadamente para Muller, las mujeres tenían prioridad sobre Cora puesto que eran responsables de 90% de la programación de computadoras del laboratorio. Los hombres solo comenzaban a asomarse en la tecnología, e iban a la retaguardia de sus colegas femeninas.

Mientras todos en el JPL se sumergían en la tecnología emergente, las misiones Apolo estaban comenzando a sentirse rutinarias. El 10 de abril de 1970, las noticias de que los Beatles se separaban opacó por completo la misión Apolo, que estaba programada para el día siguiente. A pesar de la falta de atención, el Apolo 13 se elevó de la Tierra sin problemas; estaba en camino a la Luna. Pero solo dos días después, un tanque de oxígeno a bordo de la nave explotó a 320 000 km de la Tierra. Poco después el astronauta Jim Lovell dijo: “Houston, tenemos un problema”, y captó la atención del mundo entero.

En control de misión, en Houston, los controladores de vuelo de la NASA actuaron de forma heroica: abandonaron la misión original de aterrizar en la Luna y transformaron el módulo lunar en un salvavidas. Incluso en el JPL, donde las misiones tripuladas no eran parte del repertorio, la crisis paralizó todo. Las mujeres esperaban ansiosas las noticias de que los tres astronautas habían caído a salvo al agua en el Océano Pacífico. Cuando el 17 de abril lo lograron, con paracaídas de rayas anaranjadas brillantes y blancas que frenaban la caída del módulo al agua, el laboratorio en Pasadena estalló en vítores y abrazos. Con el retorno a salvo de los astronautas, la “falla exitosa” trajo la atención de vuelta a la NASA, aunque no era necesariamente la atención que la agencia espacial buscaba. El accidente cambió la manera como se percibía la exploración espacial tripulada y obtuvo para el Apolo una reputación peligrosa.

Barbara pensaba la valentía de los astronautas mientras caminaba hacia el

Edificio 180, el más alto del JPL. En la parte superior, en el noveno piso, estaba la oficina del director Bill Pickering, mientras que Barbara y sus colegas tenían sus oficinas en el tercer piso. A pesar de sus ascensos innovadores, todavía había un abismo entre los hombres y las mujeres, no solo una diferencia económica, puesto que los hombres ganaban más, sino también una física. La mayoría de los ingenieros varones con quienes trabajaban estaban en el Edificio 230. Aunque se veían a diario, resolvían juntos los problemas y tomaban el almuerzo juntos, los grupos enviaban los datos de un edificio a otro utilizando mensajeros. Las mujeres comenzaban a divertirse con el correo. Como niños que enviaban avioncitos de un lado al otro en un salón de clases, los hombres y las mujeres comenzaron un coqueteo inofensivo con las misivas que volaban de ida y vuelta.

La mayoría de las mujeres bromeaban; en realidad no tenían intenciones de salir con sus colegas. Pero Margie comenzaba a coquetear en serio. Mientras algunas de las mujeres se negaban a tener una cita con otro ingeniero, Derry Lee Brunn la cautivaba. Ella no podía olvidar su terrible primer matrimonio con un antiguo ingeniero del JPL, pero aquí estaba, lista para hacer otro intento.

Margie no solo pensaba en hombres; su mente estaba también en Marte. Los primeros días de febrero de 1974, el Mariner 10 pasó por Venus y giró alrededor del planeta, tal como se esperaba. Al volar cerca del planeta, la nave comenzó a enviar imágenes en primer plano. Margie tenía miedo de que perdieran la señal de la nave espacial y no pudieran recuperarla. No obstante, como había esperado, el Mariner osciló para alejarse del nuboso Venus y voló por Mercurio un mes después. Las primeras imágenes del pequeño planeta revelaron una superficie muerta salpicada de cráteres. No había atmósfera en el sentido tradicional. Los instrumentos a bordo de la nave confirmaron que tenía un núcleo denso, rico en hierro y, sorprendentemente, también detectó un campo magnético. Los científicos habían pensado que el planeta era demasiado pequeño para generar uno. Como si ensamblaran un rompecabezas gigante, unieron 18 imágenes que mandaba la nave para formar una fotografía clara de la superficie. En un blanco y negro nítidos podían ver cráteres sobre cráteres; Mercurio se veía golpeado y magullado. Sin una atmósfera adecuada, el planeta no tiene protección ante el impacto de desechos grandes como los meteoritos. Aunque para Margie era hermoso.

Nunca se había sentido tan orgullosa de una misión, incluso a pesar de que a la nave se le terminó el combustible y se le apagó el transmisor, para condenarla a girar incesantemente alrededor del Sol.

Con el Mariner 10 el JPL comprobó que podían utilizar la gravedad de un planeta como resortera para enviar una nave espacial a otro planeta. Era un hito mientras se preparaban para el Grand Tour. Si bien se había cancelado justo el año anterior, Sylvia y sus colegas revivieron el programa, aunque con la cuarta parte del presupuesto original. Ahora se llamaba Mariner-Júpiter-Saturno 77, o MJS 77. Sus sueños para la misión, no obstante, todavía eran grandes. Aunque el objetivo oficial del proyecto era un encuentro con Saturno, el equipo no estaba contento con la reducción del viaje. Estaban decididos a explorar el sistema solar y planeaban que la nave espacial continuara viajando el mayor tiempo posible. Para lograr esto, necesitaban que Sylvia trabajara en su programa de computación post-E, que dirigiría la nave después de su encuentro con Saturno, para hacer que oscilara hacia Urano y Neptuno. Escribir el programa era tan divertido que Sylvia no lo podía llamar trabajo. Llegaba al laboratorio todas las mañanas emocionada por comenzar.

La trayectoria que elaboraron era un vals alrededor de los planetas. La nave espacial oscilaría alrededor de su mayor pareja, Júpiter, y pasaría entre sus lunas antes de ser atraída por su siguiente pareja, Saturno. Desde ahí giraría alrededor de Urano antes de ser lanzada hacia Neptuno. Tristemente, el pequeño Plutón, como la fea del baile a quien nadie invita a bailar, estaba demasiado lejos para ser incluido. La programación de Sylvia se aseguraba de que la nave oscilara en línea con el movimiento de los planetas que pasaba, para que en lugar de utilizar combustible, fuera simplemente lanzada del campo gravitatorio de un planeta al del siguiente. Cada paso del elegante baile era coreografiado con gran cuidado.

Mientras el programa trazaba un curso, el que un vuelo tuviera éxito dependía todavía de los humanos. Los técnicos de vuelo en control de misión en el JPL necesitaban enviar señales a la nave en puntos específicos del trayecto utilizando la DSN. Para realizar estas correcciones a medio camino era necesario que hubiera combustible a bordo para encender los propulsores; las baterías, que funcionaban con plutonio-238, generarían electricidad. Además de esto, la asistencia de gravedad se encargaría de realizar todo el

trabajo pesado. El equipo publicó su audaz ruta en 1972, y definió la misión con claridad. La publicación abrumaba a Sylvia; con dificultad podía creerlo. Se titulaba “Mariner Jupiter/Saturn: The Mission Frame” [“Mariner Júpiter/Saturno 1977: El marco de la misión”] y abría y cerraba con citas de *2001: Odisea del espacio*, de Arthur C. Clarke, un apoyo para las grandes aspiraciones de la misión. Pero para Sylvia el entusiasmo real residía en ver su nombre incluido en la lista de autores. Era su primera publicación, y veía con orgullo las trayectorias que contenía, resultado del trabajo duro del grupo y su dedicación al Grand Tour. Junto con su nombre había una fotografía del equipo. Sylvia, brillante, de blanco, estaba sentada entre sus coautores: cuatro ingenieros varones.

Mientras Sylvia trazaba un trayecto a través del Universo, Helen miraba algo más cercano: su casa. Sostenía en sus manos una imagen de la Tierra tomada desde el espacio. La famosa fotografía *The Blue Marble* [La canica azul], fue tomada durante el viaje del Apolo 17, la última misión con tripulación a la Luna, en 1972.

A pesar de los logros del Apolo, nunca había tenido un apoyo público particularmente fuerte. Durante la década de 1960, la mayoría de los estadounidenses no creía que el programa lunar con tripulación justificara su inversión, con la excepción de un sondeo tomado justo después del Apolo 11. En 1965, solo 39% de los estadounidenses pensaba que su país debería hacer todo lo necesario, sin importar el costo, por ser la primera nación que llegara a la Luna. Ahora, con la victoria tras ellos, el apoyo se desvaneció aún más. Los estadounidenses veían el programa Apolo como caro e innecesario, en especial con el endeudamiento en que estaba incurriendo el gobierno en la guerra contra Vietnam. En 1970 se recortó el presupuesto para la NASA en 17%, una recompensa extraña para el programa que había ganado hacía muy poco la carrera espacial. Al siguiente año, justo después del lanzamiento del Apolo 14, 200 manifestantes afroamericanos realizaron una *Marcha contra las rocas lunares* en Cabo Kennedy. Uno de los líderes, Hosea Williams, dijo, citado por el *Rome News Tribune* (Georgia): “Estamos protestando por la incapacidad de nuestro país de elegir prioridades humanas”. Muchos, en especial después del desastre del Apolo 13, compartían sus sentimientos.

En la NASA, se esperaba en general que el programa siguiera funcionando hasta el Apolo 20, pero la esperanza pronto se desvaneció. Después del éxito

del Apolo 15, el primero que incluyó una estancia de tres días en la superficie lunar y un *rover* o explorador lunar, el presidente Nixon consideró cancelar el programa en su conjunto. Le preocupaba que otro desastre como el del Apolo 13 pudiera ser perjudicial para su campaña de reelección de 1972. Finalmente, lo convencieron de permitir que continuaran las Misiones 16 y 17. Pero era claro que no habría más. En total, las seis misiones habían llevado a 12 hombres a la superficie lunar. Pero incluso con sus numerosos éxitos, solo 41% de los estadounidenses en 1979 sentía que el programa Apolo había ameritado el costo. Era hora de un cambio.

Con el fin del Apolo, la administración de Nixon comenzó a reconsiderar el futuro de la NASA. Lanzar cohetes costosos al cielo para no verlos regresar era insostenible. En esta atmósfera, el Space Task Group propuso un programa ambicioso compuesto de un transbordador espacial, una estación espacial y misiones a la Luna y a Marte con tripulación. Era demasiado. La propuesta pertenecía a una era distinta, una en la que la NASA continuaba en expansión. No obstante, la idea de un transbordador espacial le gustó a Nixon. A diferencia de la estación espacial y las misiones con tripulación, el transbordador irradiaba practicidad. Era un giro que los alejaba de la exploración espacial y los acercaba al uso práctico. Con cohetes reutilizables y una trayectoria que no se extendería más allá de una órbita baja terrestre, tenía la posibilidad de hacer que los viajes espaciales estuvieran al alcance de todos. La idea detrás de esto podía rastrearse hasta la visión de Wernher von Braun del descubrimiento del espacio, acuñada como *el paradigma Von Braun*, y que fue descrita por primera vez en la década de 1950. De manera extraña, esta visión tenía raíces en los antecedentes de Von Braun en la Segunda Guerra Mundial. Basó su diseño para el transbordador espacial en el proyecto Amerika Bomber, un cohete alado que ascendería al espacio suborbital antes de dejar caer bombas en la ciudad de Nueva York.

Con estos antecedentes, la Casa Blanca revisó la propuesta del Space Task Group. Con un presupuesto cada vez menor, los proyectos rentables tenían prioridad. El primer proyecto que Nixon aprobó fue el Skylab, la primera estación espacial de la NASA, que tenía la doble ventaja de ser relativamente económico y ya estaba desarrollado. La operación empleaba lo que la NASA llamaba su Apollo Applications Program, que preveía utilizar el hardware remanente del Apolo para sustentar nuevas misiones. Forjado a

partir de la tercera etapa de uno de los cohetes Saturno del Apolo, y con funciones como un taller y un observatorio solar, el Skylab fue lanzado en 1973. Tenía el apoyo del Marshall Space Flight Center en Huntsville, el antiguo territorio de Von Braun. Sin embargo, el científico de cohetes retirado no estaba ya en Alabama; a los 61 años de edad, le habían diagnosticado cáncer.



El Amerika Bomber de Von Braun, ilustrado en 1947 (revista *Popular Mechanics*).

Era el primer experimento de la NASA para llevar la vida humana al espacio, con una tripulación preparada para pasar 84 días en la estación. No era, empero, la primera estación espacial lanzada desde la Tierra. La Unión Soviética había lanzado una dos años antes. Aquella misión, Salyut 1, acabó en una tragedia. En junio de 1971, después de pasar un récord de 23 días en el espacio, la tripulación de tres hombres estaba de regreso a casa volando rápidamente hacia la Tierra en su cápsula de reingreso. Por fuera, la cápsula de la misión Soyuz 11 no mostraba daños, por lo que fue un impacto para el equipo de recuperación cuando abrieron la escotilla y encontraron a los tres cosmonautas muertos. Después determinaron que una válvula de nivelación de presión en la cápsula se había abierto de forma prematura y había dejado salir el aire; con ello, dejó a Georgi Dobrovolski, Vladislav Volkov y Viktor Patsayev expuestos al vacío del espacio, lo que los convirtió en los únicos humanos en la historia en haber perecido fuera de la atmósfera terrestre.

Aunque había sido un accidente infortunado provocado por una falla mecánica, los soviéticos se resistían a confirmar la causa de muerte. Lo único que aceptarían era decir que las bajas estaban “siendo investigadas” y no ofrecieron detalles. Con el Skylab programado para lanzarse en una fecha cercana, a la NASA le preocupaba que el tiempo extendido en el espacio pudiera ser fatal. No había manera de saber con certeza que el espacio era seguro. Pasarían dos años antes de que el mundo occidental supiera la causa de las muertes en la misión soviética.

Además del Skylab, los políticos veían el programa del transbordador como algo rentable. El *autobús espacial* tenía el potencial de trasladar a los astronautas y el equipo de forma segura hacia el espacio exterior y regresarlos. Los diseños para el proyecto comenzaron a llegar a raudales por parte de contratistas privados, y en 1972, Nixon aprobó el diseño ganador. El costo dominaba las discusiones mientras que las consideraciones sobre seguridad estaban en segundo lugar. Una empresa de California, la North American Rockwell, ganó el jugoso contrato de 2 600 millones de dólares, decisión que Jean Westwood, presidente del Comité Nacional Demócrata, declaró como un “uso calculado de los dólares de los contribuyentes para los propósitos de reelección [de Nixon]”. La afluencia de empleos en el “estado dorado” definitivamente ayudaría a incrementar las probabilidades de Nixon de conseguir sus 55 votos en el colegio electoral, aunque es posible que ayudara el hecho de que Rockwell era el licitador con el presupuesto más bajo.

La NASA fijó una fecha precipitada para el lanzamiento: 1978. Se compondría de un orbitador, un tanque descomunal de combustible y cohetes de combustible sólido. El orbitador fue diseñado para viajar a cuestas sobre el tanque de combustible. Se lanzaba como cualquier cohete, pero después de que el tanque de combustible se separaba, podía planear de regreso a la Tierra. Su diseño era familiar, se parecía a un avión típico y la esperanza era que el transbordador, con el tiempo, llevara astronautas con la misma facilidad y comodidad con la que las personas viajaban en aviones comerciales de pasajeros. Una vez lanzado, los cohetes de combustible sólido se separarían del transbordador para caer en el océano, donde un bote los recogería. Por otro lado, el tanque de combustible sería expulsado sobre la atmósfera, donde se desintegraría.

Mientras el Skylab y el transbordador espacial recibieron luz verde, otros proyectos trataban de ser aprobados. En 1973, Nixon canceló los planes de colocar en el cielo un telescopio que orbitara la Tierra. El aparato, después conocido como el telescopio espacial Hubble, estaba todavía en desarrollo y la esperanza había sido lanzarlo desde el transbordador espacial. Los astrónomos habían soñado desde hacía mucho tiempo con un telescopio que estuviera libre de las distorsiones de la atmósfera terrestre y que les permitiera distinguir objetos apenas visibles con mayor claridad que nunca.

Aunque todavía tenía que construirse, por no mencionar emitir una única imagen, su cancelación provocó una respuesta enérgica. Un esfuerzo masivo de persuasión, alimentado tanto por astrónomos como por quienes no lo eran, dio marcha atrás a la decisión. El ensamblaría el telescopio mientras que el Goddard Space Flight Center desarrollaría su instrumentación científica.

Mientras todos los proyectos propuestos definían una nueva generación de exploración en la NASA, el enorme presupuesto para el transbordador espacial hizo que ese proyecto fuera especialmente destacado. Muchos en el JPL lo veían como competencia. Como el presupuesto de la NASA iba reduciéndose, sabían que cada dólar que iba al transbordador era un dólar menos para la exploración del sistema solar. En el nuevo clima de financiamiento, a los ingenieros les preocupaba que el Grand Tour quedara relegado.

Aunque el JPL tenía su atención puesta en explorar otros planetas, la fotografía *La canica azul* de la Tierra colgaba por todas partes en el laboratorio. Contra el negro del espacio, la esfera en azul brillaba, el continente africano y el casquete polar antártico se veían claramente bajo remolinos de nubes blancas. Pero así como era familiar la imagen, también destacaba la fragilidad de nuestro planeta. Con el Día de la Tierra celebrado por primera vez en 1970, la vista de la Tierra desde el espacio atrajo la atención hacia temas ambientales. Al ver la fotografía, Helen se encontró atraída por los océanos que le habían sido asignados para trabajar, por sus azules profundos que cubrían la mayor parte de la superficie terrestre.

Helen trabajaba en un proyecto llamado SEASAT, que recolectaría datos de los océanos de la Tierra. El satélite, lanzado en junio de 1978 desde la base de la Fuerza Aérea en Vandenberg, California, podía medir la temperatura y los vientos de la superficie marítima, la altura de las olas y la topografía oceánica, empleando instrumentación compleja que incluía un altímetro de radar, un difusómetro de radar o escatómetro de microondas y un radar de apertura sintética utilizado por primera vez en el espacio. En su órbita, el SEASAT era capaz de cubrir 95% de la Tierra con sus sensores remotos cada 36 horas, y se asomaba a los océanos con mucho más detalle de lo que habían previsto. Era tan sensible que podía incluso detectar la posición de submarinos con solo la estela que dejaban al moverse. De pronto, en octubre, un cortocircuito masivo sacudió el satélite y lo dejó inoperante. A

pesar de este revés, Helen estaba muy emocionada por la gran cantidad de datos que habían reunido. La misión era solo el principio, significaba abrir la puerta para una cadena de satélites de radar que lanzarían para estudiar a la Tierra. El sistema de radar que fue pionero en el SEASAT llegaría también al transbordador espacial.

Mientras tanto, Barbara estaba trabajando duro en un proyecto llamado Viking. Por primera vez, planeaban hacer aterrizar una nave en Marte. Aunque las probabilidades de encontrar vida compleja en aquel planeta habían sido canceladas por el Mariner, todavía conservaban la esperanza de que alguna forma de vida extraterrestre simple, quizás algo como las bacterias resilientes de la Tierra, llamadas *extremófilos*, pudieran habitar el Planeta Rojo. Para encontrar criaturas como estas, habían diseñado la nave con un brazo robótico capaz de excavar la tierra y analizarla dentro de su propio laboratorio. Los datos serían enviados a la Tierra posteriormente. Para mantener la tradición del JPL, la misión fue diseñada para un par de naves espaciales, que así brindaban dos oportunidades de éxito.

El equipo diseñó cada Viking para separarse en dos partes: un orbitador y un módulo de descenso. Este último desplegaría su paracaídas y descendería a salvo hacia la superficie. El orbitador continuaría su camino para estudiar la atmósfera marciana mientras actuaba también como una estación repetidora para el módulo de descenso ya situado en la superficie.

Barbara consideraba las opciones para el vuelo del Viking a Marte. Trabajaba en distintas trayectorias mientras todos consideraban qué ruta sería la más exitosa. La misión tendría lugar cuando Marte estuviera en el punto más alejado de la Tierra, a 330 millones de kilómetros. Esto sería una diferencia notable frente a las misiones del Mariner a Marte, que habían hecho un viaje de seis meses. El viaje del Viking duraría un período épico de 11 meses. Para mantener contacto a una distancia tan increíble, el JPL tenía que alinear con cuidado la trayectoria de la nave con las seis estaciones de DSN, cada una equipada con enormes antenas. Puesto que el Viking estaría a 330 millones de kilómetros de distancia, tomaría 20 minutos enviar un mensaje y otros 20 recibir la respuesta. Barbara escribía programas de computación que enviaban la nave hasta el otro lado del Sol y de regreso, pero nunca fuera del rango de la DSN. Sus mapas se parecían a la delicada espiral de un caracol de mar, con la nave trazando una curva para salir de la

órbita terrestre, que luego giraba alrededor del Sol para después alcanzar la órbita de Marte.

Barbara sabía que incluso aunque logaran que la nave espacial llegara hasta Marte, no sería algo sencillo. El orbitador tomaría fotografías de posibles sitios para el aterrizaje, pero cuando llegara el momento de soltar el módulo de descenso, tendrían que hacerlo a ciegas, sin estar seguros del lugar exacto en el que aterrizaría el pequeño robot. Era estresante pensar que todo su trabajo podía ser para nada si el módulo de descenso chocaba contra algún terreno disparejo. Barbara observó desde California cómo lanzaban las dos naves espaciales Viking desde Florida con un mes de diferencia, en agosto y septiembre de 1975.

Mientras Barbara vigilaba el Viking, Helen pasaba sus tardes en la alberca. Le encantaba sentarse en las gradas para ver nadar a su hija Eve. Junto a ella había una gran pila de trabajo. Mientras Eve practicaba con su equipo, Helen resolvía los obstáculos de sus programas. Miraba cada cierto tiempo y veía la patada potente de su hija. Eve era fuerte y hermosa, y Helen estaba orgullosa de ella. La vida no era siempre fácil para los niños de Helen. El trabajo de su madre algunas veces parecía otro niño que necesitaba cuidado constante. Pero aunque la atención de Helen algunas veces estaba dividida, sus niños siempre eran lo primero en su vida.

Su vida en casa era más simple ahora con los niños en la escuela, y ahora que Arthur estaba en el JPL al lado de su esposa. Trabajaba con los mecánicos en el laboratorio y la pareja desplazaba sus horarios según fuera necesario alrededor de las actividades de los niños. En especial querían apoyar la excepcional habilidad de Eve en el agua. Por fortuna, Helen podía llevar sus impresos con ella. El objeto de sus programas tenía un rango muy amplio, puesto que ella trabajaba en casi todos los proyectos. Cuando no estaba escribiendo los programas ella misma, intentaba encontrar las fallas de sus colegas. Ella era buena con los detalles del trabajo, lo que la hacía una excelente supervisora.

Kathy Thuleen iba a extrañar a Helen. Estaba embarazada por tercera vez e iba a dejar el laboratorio. Le encantaba ser ingeniera y nunca había disfrutado más de la responsabilidad que en los últimos dos años. Programar era algopreciado para ella. Tenía dos hijos pequeños y deseaba regresar después de tener este bebé también, pero iban a transferir a su esposo a San

Diego, por lo que se iban a mudar. Ella sabía que nunca encontraría otro trabajo como el que dejaba. El grupo se reunió en una comida triste de despedida, y todos le desearon suerte a Kathy.

Mientras Kathy esperaba la llegada de su bebé, las mujeres esperaban el encuentro del Viking con Marte. La nave alcanzó el planeta el 19 de junio de 1976 y el orbitador comenzó a tomar fotografías según estaba planeado. Alrededor de las 6 p.m., Helen y el equipo esperaban ansiosos las imágenes, las cuales utilizarían para seleccionar un sitio de aterrizaje. Llegaron lentamente, línea por línea en la pantalla de televisión, y todos se apiñaron alrededor de esta, desesperados por obtener un vistazo de cerca. Con la primera fotografía hubo hurras y entusiasmo. A diferencia de la imagen de pasteles por números que había conformado su primer vistazo de Marte, esta imagen era clara y detallada. Aunque pronto su entusiasmo se transformó en conmoción. Este no era el Marte que conocían. Las fotografías mostraban flujos de lava y cráteres profundos que se extendían por la superficie. Había un número mayor de cráteres de lo que las imágenes del Mariner les habían hecho esperar. El terreno rocoso era difícilmente un sitio para hacer aterrizar un robot. “Te necesitamos”, le dijo a Helen una de sus colegas. Helen comprendió que sería necesario otro programa de computación si iban a aterrizar de manera segura. No tendrían mucho tiempo.

En un principio, habían planeado que el Viking 1 aterrizara en Marte el 4 de julio de 1976. Sería una especie de gesto grandioso para celebrar el bicentenario de Estados Unidos. Ahora tendrían que posponer la fecha. No podían esperar mucho tiempo porque una vez que llegara el segundo Viking a Marte necesitarían dirigir su atención, así como la DSN, hacia la nueva nave espacial. Todos estaban dedicando de 16 a 18 horas al día para entender la geología compleja de Marte. Los ingenieros y los científicos tenían que trabajar en conjunto para encontrar un punto que fuera suficientemente grande para el módulo de descenso pero que también estuviera cerca de lo que pensaban que era agua corriente. Los estudiantes y los internos de Caltech contaban los cráteres uno por uno mientras alimentaban los programas nuevos de computación con los números en bruto. Los científicos revisaban el análisis de las computadoras e intentaban hacer que cobrara sentido. Algunos de los estudiantes estaban sorprendidos por la cantidad de interacción humana que requería la operación. Esperaban ver

supercomputadoras en lugar de humanos haciendo todo el trabajo. Harold Masursky, el científico principal, respondió a una pregunta así: “Las computadoras son como usar zapatos. Las necesitas cuando caminas sobre grava, pero no te cruzan hacia el otro lado de la grava”.

Nancy Key trataba de llegar al otro lado de la grava. Pasó el cumpleaños de Estados Unidos trabajando hasta tarde en el laboratorio. El Viking necesitaba a las mujeres programadoras de computadoras, así como a la mayoría del personal del JPL y pocos empleados pudieron tomarse el día. Cuando los fuegos artificiales del 4 de julio se encendieron, ella escuchó a la distancia el ruido sordo de la celebración. El cielo negro se llenó de colores y de humo. Algunas de las mujeres fueron a las ventanas a ver y las abrieron por completo para poder sacar la cabeza. Y después regresaron a trabajar.

Por las ventanas abiertas entró una tibia brisa nocturna. Nancy notó que había ceniza negra volando en ráfagas de aire y luego flotaba por la sala. “¿Qué pasa?”, preguntó. Las mujeres miraron hacia afuera y notaron que la colina estaba en llamas. Los fuegos artificiales habían prendido fuego a los arbustos secos del cañón. Discutieron qué hacer. “Bueno, el fuego no se ve demasiado grande”, dijo una de las mujeres. Nancy estaba de acuerdo. Con su robot marciano girando a millones de kilómetros de distancia, estaban demasiado consumidas en cálculos para preocuparse por incendios. Permanecieron donde estaban y por suerte pronto apagaron el fuego.

Utilizando el análisis de las computadoras, los científicos eligieron el lugar más seguro que encontraron. A las 5 a.m. del 20 de julio de 1976, hicieron bajar el módulo de descenso. Había tensión en el ambiente. El módulo se soltó y su paracaídas se abrió. Pero sin fotos en vivo, no tenían idea de si el robot se dirigía a un lugar de aterrizaje seguro o a una roca escarpada que destruiría su trabajo. No había nada que hacer sino esperar mientras el robot flotaba con lentitud hacia la superficie. Y entonces llegaron las palabras que todos estaban esperando: “Aterrizaje, tenemos aterrizaje”. La sala explotó en celebraciones. Nancy no podía creer que lo habían logrado. Entre una ráfaga de abrazos y besos, la primera imagen tomada desde la superficie de Marte llegó al JPL. La vista de la superficie rocosa confirmó el peligro del sitio de aterrizaje. No averiguarían sino hasta el siguiente día, cuando llegaran las primeras imágenes a color del planeta, con cuánta suerte habían corrido. Una roca gigante que estaba solo a nueve metros de distancia

habría provocado que el módulo se tropezara y cayera.

La primera fotografía a color de la superficie de Marte era rocosa y roja. El cielo tenía un curioso color salmón oscuro. El Planeta Rojo hacía honor a su nombre. Pero el módulo de descenso no estaba ahí solo para tomar fotografías; buscaba evidencia química de vida. Dos meses después, un segundo módulo de descenso se uniría en la búsqueda. Lo que encontraron los Viking en la superficie de Marte dio lugar a más preguntas que respuestas. Por un lado resultaron positivos un conjunto de experimentos diseñados para detectar el metabolismo de microbios que vivieran en el suelo marciano, pero otras pruebas salieron negativas y provocaron controversia. Era notable la ausencia de compuestos orgánicos en el suelo, lo que sugería que el planeta no albergaba vida alguna.

Mientras Barbara y sus colegas valoraban en el almuerzo el futuro de las misiones a Marte, un hombre con cabello oscuro y lacio se sentó a una mesa cercana. Todos sabían quién era el científico visitante. Carl Sagan había formado parte de las misiones del JPL durante años —Mariner, Pioneer, Viking— y parecía tener una mano en todo aquello en lo que trabajaban. Todos sabían que era brillante y amigable en extremo. Barbara le sonrió hasta el otro lado de la cafetería.

Sue se les unió en la mesa del almuerzo. Estaba reintegrándose a su rutina. Regresar a trabajar había sido bueno para ella —amaba su trabajo y a sus amigas—. Lo difícil era regresar a casa. Adoraba a sus niños pequeños, pero se peleaba con su esposo. Después de 15 años de matrimonio no podía continuar. Mientras se debatía con la decisión, pensaba una y otra vez: “No quiero que mis hijos piensen que esto es de lo que se trata el matrimonio”. Ya no valoraba la estabilidad por encima de todo; en cambio, quería brindar a sus hijos un hogar sin pleitos. La decisión fue dolorosa, pero resolvió proseguir con el divorcio y esperar que ocurriera lo mejor.

Lejos de sus preocupaciones en casa, Sue trabajaba en programas de computación para el Grand Tour. Ella y Barbara utilizaban el sistema operativo Exec 8 en la computadora UNIFAC y programaban en FORTRAN 5. Era la tecnología en computación más reciente. Estaban trabajando con Charley Kohlhase, ingeniero y jefe de Mission Design del Voyager. Era un viejo amigo, desde la época de las primeras misiones Mariner. A Kohlhase y el jefe de proyecto, John Casani, no les gustaba el mote torpe MJS 77, el

nombre de trabajo de la misión Grand Tour, por lo que anotaron alternativas en un pizarrón: Nomad [nómada], Pilgrim [peregrino], Antares. Ninguna funcionaba. Al fin, el nombre Voyager [viajero], tomado de una extinta misión a Marte, dio en el clavo. Parecía adecuado.

El equipo analizó miles de trayectorias posibles para determinar la ruta del Voyager a través del espacio. Los ingenieros nunca consideraron seriamente incluir al pequeño Plutón en la trayectoria. La alineación, que ocurre una vez cada 176 años, era perfecta para explorar Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, pero tomaría una alineación que ocurre cada 600 años llegar también a Plutón. Solo ir más allá de Saturno iba a ser un reto. De hecho, debían tener cuidado de no mencionar sus planes de visitar Urano y Neptuno fuera del laboratorio. Los ingenieros sabían que el Congreso apenas había aprobado esta misión y que si proponían extender el recorrido, la operación entera podría estar en riesgo. Entonces, procederían en secreto, esperando tener autorización después de dejar Saturno.

El Voyager implicaba un esfuerzo tan grande que todos tenían que participar. Desbordados por la cantidad de trabajo, les preocupaban los posibles errores. Gentry Lee, el jefe de sección, recalca la importancia de verificar su trabajo con la introducción de la frase *paranoia adecuada*. Barbara todavía recordaba la adrenalina de los primeros días del JPL, cuando las computadoras corrían para llevar sus cálculos desde sus cuadernos a los cohetes puestos en marcha en las fosas de pruebas, pero ahora verificaban y volvían a verificar sus ecuaciones antes de entregarlas para ser implementadas. Así que las mujeres se repetían unas a otras la frase, y las palabras se convertían en una suerte de mantra de atención plena mientras revisaban una y otra vez sus cálculos.

Cuando había un trabajo de emergencia y necesitaban programar aprisa, Kohlhase irrumpía en las oficinas y preguntaba por Helen. Con la perfecta combinación de rapidez y precisión, ella era siempre su elegida.

Mientras las mujeres intentaban alcanzar los bordes del sistema solar, había complicaciones en el espacio más cercano. El Skylab, la primera estación espacial, tenía problemas. Dos de sus propulsores de cohetes tenían fugas y debido a la actividad solar poco común, resultaba imposible realizar un rescate. Después de orbitar alrededor de la Tierra durante seis años, había que abandonar la estación. El comandante Jerry Carr, uno de los últimos

astronautas en dejar el Skylab, triste por la partida, dijo después sobre la estación espacial: “Se había sostenido en pie para nosotros de manera hermosa, y odiamos tener que dejarla”. El 11 de julio de 1979, el Skylab cayó hacia su ruina, la atmósfera la despedazó y la esparció por el océano Índico y Australia. No obstante, antes de su final prematuro había comprobado que los humanos podían vivir y trabajar en el espacio. El Skylab fue un peldaño importante en el desarrollo de la moderna Estación Espacial Internacional [ISS por sus siglas en inglés].

Mientras el costoso equipo caía del cielo, Sylvia, ahora armada con su maestría en ingeniería por la Universidad West Coast, estaba convirtiéndose en una estrella en el laboratorio. Había salido del grupo de Helen y trabajaba con Dick Wallace, y se ganó una reputación de ingeniera talentosa en extremo. Su programación en la misión Voyager era meticulosa: producía trayectorias elegantes para las naves gemelas. La tarea de Sylvia era particularmente difícil: necesitaba trazar un trayecto cercano a las lunas de Júpiter y los anillos de Saturno para aprovechar la gravedad de ambos mientras permanecía en la alineación correcta para arrojar la nave hacia Urano y Neptuno. Para asegurar sus apuestas, el equipo trazó un curso para que el Voyager 1 tomara un atajo a través del sistema solar y se acercara a Júpiter y Saturno, mientras que el Voyager 2 se abriría camino con mayor lentitud, y volaría cerca de Urano y de Neptuno. Para lograr este plan, en realidad lanzarían primero el Voyager 2.

Al final de mayo de 1977, Sylvia y su acompañante se sentaron en un cine para ver la película taquillera *La guerra de las galaxias*. Sylvia estaba cansada y su mente no paraba de deslizarse hacia un programa de computación que no funcionaba de forma correcta. Era difícil soltar el código y relajarse; repasaba en su mente una y otra vez los comandos que no funcionaban. De pronto una imagen de las estrellas llenó la pantalla. Era el esplendor del espacio exterior imaginado por George Lucas, y Sylvia estaba extasiada. Se rio de Arturito, encantada con la diferencia que había entre los robots de película y los del laboratorio, y se divirtió con los personajes peculiares en la escena del bar. Junto con todos los demás en la sala, se dejó llevar con la historia. Después, al salir de la oscura sala de cine hacia la luz brillante del día, se sintió energizada. Era como si tuviera un secreto, compartido solo con los demás en el JPL. Estaba a punto de ver el espacio

exterior real, una visión que no necesitaba los efectos especiales de Hollywood.

Había un icono de la NASA que no viviría para ver la majestuosidad del Voyager. Wernher von Braun sucumbió al cáncer de páncreas el 16 de junio de 1977, a la edad de 65 años. Su legado de grandiosos cohetes sobreviviría en la exploración del sistema solar cuando, dos meses después, el Voyager 2 se posaba sobre un poderoso cohete Titan-Centaur en la plataforma de lanzamiento de Cabo Cañaveral. Era temprano por la mañana y todos en el JPL rebozaban de energía nerviosa. Las mujeres sabían que esta era su única oportunidad para el Grand Tour. Los planetas no se alinearían de la misma manera otra vez durante el equivalente de tres vidas.

Casi de inmediato las cosas comenzaron a salir mal. Primero, las computadoras de a bordo fallaron en la plataforma de lanzamiento. Por fortuna, la falla se resolvió con rapidez y estaban listos para comenzar de nuevo. En dígitos de 1.2 metros de altura, el icónico reloj de lanzamiento del Centro Espacial Kennedy hizo la cuenta regresiva hasta cero. Se formó una nube de humo blanco y el cohete despegó lentamente del suelo. Como se esperaba, la plataforma quedó cubierta por nubes de escape que envolvieron todo y a todos, casi como si el cielo hubiera descendido a la Tierra. Una luz blanca brillante, el resultado de los gases de escape de óxido de aluminio de los cohetes de combustible sólido, cegó a los observadores. En cuestión de minutos se perdió de vista por completo.

Cuando el cohete llevaba la nave espacial hacia arriba a través del cielo claro de Florida, la nave comenzó a confundirse. Como los humanos que de pronto descubren que tienen una sensación como de girar sin control, el Voyager sufría de vértigo mecánico y no era capaz de orientarse. Bruce Murray, el nuevo director del JPL, lo llamó *ataque de ansiedad*. Los ingenieros del JPL contemplaban el fenómeno con impotencia. Si reiniciaban el sistema, podría no volver a orientarse. La misión completa habría sido un esfuerzo en vano, si la sonda buscaba para siempre la dirección de la vastedad del espacio. Entonces, aguardaron con la esperanza de que el sistema de cómputo resolviera el problema por sí mismo. Pronto, su programación de protección ante fallas se activó y la nave corrigió su rumbo. Pero solo una hora después tuvo otro hipo. El Voyager, semiautónomo, al enfrentar otra falla de orientación, canceló la comunicación con la Tierra. En

control de misión del JPL estaban nerviosos; el robot tenía una mente propia. Entonces, 79 minutos después, el Voyager se orientó, la comunicación se restableció y la nave estaba al fin en camino a Júpiter.

El segundo lanzamiento del Voyager fue todavía más tenso. Tuvo lugar el 5 de septiembre, solo 16 días después del despegue del Voyager 2. Aunque era el segundo Voyager en ser lanzado, se llamó Voyager 1 puesto que su arco a través del espacio haría que la nave brincara a su gemela para llegar antes hasta Saturno. El comienzo del día era prometedor. El cielo era de un azul profundo y claro en Florida mientras que en California no había amanecido todavía. Eso no le importaba al equipo del JPL; estaban apiñonados en el interior, esperando la cuenta regresiva. A las 8:56 a.m. en Florida, en un relámpago ardiente de luz y gases de escape, el cohete que llevaba la nave se elevó. Perezoso al principio, después se elevó de forma constante y pronto desapareció, una estela de humo en el cielo sin nubes, evidencia única de su paso.

Algo estaba mal. En ambas costas veían cómo el cohete se elevaba despacio a través de la atmósfera, con más de lentitud de lo que debería. En Cabo Cañaveral, dos miembros del equipo del JPL estaban particularmente preocupados. Charley Kohlhase se dirigió a John Casani y le dijo: “Puede ser que no lo logremos. No estamos alcanzando suficiente velocidad”. Si la nave espacial no conseguía alcanzar la velocidad de escape, su paseo por el sistema solar sería muy corto. Aparecería en la órbita terrestre, atrapada en las garras de la gravedad e incapaz de viajar más lejos. Se les estaba terminando tanto el propelente como el tiempo. La nave ya se había comido casi 550 kg de combustible que no debería haber necesitado. La culpable era una pequeñísima fuga en la línea del propelente. En California, el ánimo era tenso. Permanecieron sentados, con impotencia, sin que pudieran hacer nada. De pronto, cuando quedaban 3.4 segundos de propelente, el cohete lo logró, rompió las cadenas de la gravedad antes de que los tanques de combustible Titan de primera etapa se soltaran. Un gran alivio inundó a todo el equipo. El Voyager 1 había alcanzado una órbita suficientemente alta.

Entonces los ingenieros y las computadoras pusieron su atención en los cohetes Centaur de segunda etapa que, sabían, contenían combustible adicional y esperaban que fuera suficiente para impulsar la nave hacia su camino a Júpiter. Pero la quema de todo este combustible hasta que los

tanques estuvieran vacíos conllevaba un riesgo. Las paredes de los tanques de combustible eran delgadas láminas de acero inoxidable, no más gruesas que una moneda [1.2 mm]. El tanque había sido construido como un balón, y se mantenía inflado solo por la presencia de propelente. El diseño era ideal para mantener bajo el peso del cohete. Sin embargo, una vez que el tanque se secara, las paredes colapsarían sobre sí mismas, y era posible que las uniones se rompieran al hacerlo. Si esto ocurría, un chispazo podría provocar una explosión que destruyera la nave.

Los controladores de vuelo en control de misión esperaban mientras el cohete bordeaba la costa en su camino hacia su posición planeada y luego volvía a encender los cohetes Centauro. Por segunda vez tuvieron suerte. Pocos segundos después de que los tanques se vaciaran por completo, la nave se dirigió hacia la órbita correcta para llegar a Júpiter. Los tanques, casi vacíos, se desprendieron.

El viaje interestelar final había comenzado. Equipado con instrumentos científicos, cámaras y un disco de cobre con baño de oro diseñado por Carl Sagan y sus colegas, el Voyager estaba en camino. El disco era un mensaje en una botella y contenía sonidos tan diversos como las olas al romper, canciones de pájaros, saludos en 55 lenguas y 90 minutos de música electrónica. Helen y su equipo se preguntaban qué misterios descubriría la nave en su exploración del Universo.

Notas

Todas las anécdotas personales y la historia familiar fueron obtenidas de entrevistas de la autora.

Los resultados de la misión Mariner 10 se reportan en James A. Dunne y Eric Burgess, *The Voyage of Mariner 10: Mission to Venus and Mercury*, Washington, DC, National Aeronautics and Space Administration, 1978.

La telemetría del Mariner Venus/Mercurio 1973 se describe en J.T. Hatch y J.W. Capps, “Real-Time High-Rate Telemetry Support of Mariner 10 Operations”, *JPL DSN Progress Report 42-43*, 1974, y Bruce Murray y Eric Burgess, *Flight to Mercury*, Nueva York, Columbia University Press, 1977.

El Mariner 10 detectó una atmósfera delgada en Marte, distinta de las

típicas atmósferas planetarias densas. La atmósfera de Mercurio se considera una exósfera, en la cual la densidad es tan baja que las moléculas ya no se comportan como gas. Puede encontrarse más información en A.L. Broadfoot *et al.*, *Mariner 10: Mercury Atmosphere*, *Geophysical Research Letters*, 3(10), 1976.

El artículo de Sylvia, el cual escribió como coautora con Roger D. Bourke, Ralph F. Miles Jr., Paul A. Penzo y Richard A. Wallace, y el cual lleva también su nombre, Sylvia L. Van Dillen, es “Mariner Jupiter/Saturn 1977: The Mission Frame”, *Astronautics and Aeronautics*, 1 de noviembre, 1972.

La fotografía *La canica azul* de la Tierra fue tomada durante el vuelo del Apolo 17, según se explica en Don Nardo, *The Blue Marble: How a Photo Revealed Earth's Fragile Beauty*, Mankato, MN, Capstone Press, 2014.

El papel de Nixon en la NASA se explora en John M. Logsdon, *After Apollo? Richard Nixon and the American Space Program*, Nueva York, Palgrave Macmillan, 2015.

Una perspectiva sobre la propuesta del Amerika Bomber alemán puede encontrarse en Alan Axelrod, *Lost Destiny: Joe Kennedy Jr. and the Doomed WWII Mission to Save London*, Nueva York, St. Martin's, 2015.

La historia del Skylab puede encontrarse en Pamela E. Mack, ed., *From Engineering Science to Big Science: The NACA and NASA Collier Trophy Research Project Winners*, Washington, DC, National Aeronautics and Space Administration History Division, 1998.

El desastre del Soyuz 11 se evoca en John F. Burns, “Emerging New Details Indicate Soyuz Trouble”, *New York Times*, 14 de diciembre, 1982, y en “The Crew That Never Came Home: The Misfortunes of Soyuz 11”, *Space Safety*, 28 de abril, 2013.

La habilidad del SEASAT para detectar submarinos se detalla en William J. Broad, “U.S. Loses Hold on Submarine-Exposing Radar Technique”, *New York Times*, 11 de mayo, 1999.

La misión Viking, incluyendo la cita de Hal Masursky: “Las computadoras son como usar zapatos. Las necesitas cuando caminas sobre grava, pero no te cruzan hacia el otro lado de la grava” se reporta en Edward Clinton Ezell and Linda Neuman Ezell, *On Mars: Exploration of the Red Planet, 1958-1978. The NASA History*, Mineola, Nueva York, Dover, 2009.

Las consideraciones que afectan la trayectoria de la misión Viking se detallan en Douglas J. Mudgway, “Viking Mission Support”, *JPL Technical Report* 32-1526, 1976.

El aterrizaje del Viking 2 se describe en Walter Sullivan, “Viking 2 Lander Settles on Mars and Sends Signal”, *New York Times*, 4 de septiembre, 1976.

El uso de la DSN para rastrear el Viking se explica en F.H.J. Taylor “Deep Space Network to Viking Orbiter Telecommunications Performance During the Viking Extended Mission, November 1976 through February 1978”, JPL DSN Progress Report 42-25, 1978.

Charley Kohlhase explica la historia de cómo el Voyager obtuvo su nombre en David W. Swift, *Voyager Tales: Personal Views of the Grand Tour*, Reston, VA, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1997.

El “ataque de ansiedad” del Voyager y las fallas en el despegue se describen en Bruce Murray, *Journey into Space: The First Thirty Years of Space Exploration*, Nueva York, W. W. Norton, 1990.

Lucir como una chica

La magnitud de la tormenta hizo que la respiración de todos se entrecortara. El punto rojo que representaba la vorágine era del tamaño de tres veces la Tierra y giraba, vigoroso y amenazante. Parecía un ojo gigante que miraba a la multitud de empleados del JPL que lo observaban. Entre los perplejos espectadores en la sala de conferencias del laboratorio, estaban Barbara Paulson, Helen Ling y Sylvia Lundy. No podían creer que estaban viendo a Júpiter. Los colores de la atmósfera del planeta se parecían a las pinceladas ligeras y el detalle borroso de una pintura impresionista, con franjas de color azul suave y marfil cortadas por rayas rojas. Era difícil creer que esas franjas estaban girando alrededor del planeta gigante a velocidades de 640 km por hora. Las lunas destacaban con un esplendor espectacular; en Io había volcanes nunca vistos que hacían erupción formando penachos de azufre. Desde el 5 de marzo hasta el 13 de abril de 1979, el Voyager 1 barrió más allá del sistema de Júpiter y reunió una cantidad inmensa de datos y casi 19 000 imágenes; fue una década de descubrimiento condensada en un encuentro.

Al año siguiente se reunieron muchas veces en el auditorio, y en su camino empujaban fuera de su camino algunas bolsas de dormir. Muchos ingenieros, en especial los jóvenes que no tenían a su familia en casa, acampaban en el laboratorio, cautivados al ver miles de imágenes aparecer por segundos en la pantalla. Ante sus ojos, los anillos de Saturno se vieron con tal claridad y definición que parecía que uno podía estirarse y alcanzarlos. El Voyager 2 voló por encima de los anillos cuando la luz brillaba a través de ellos y reveló más anillos de hielo, polvo y roca de lo que nadie había pensado posible. Algunos de los anillos se entrelazaban como

aros de oro de orfebrería, mientras que otros poseían extraños rayos que sobresalían como ruedas de carruaje. Había tantos anillos que eventualmente Bradford Smith, líder del equipo de ciencia de la imagen del JPL se dio por vencido y dejó de dar seguimiento a todos ellos y de informar a los periodistas. Exasperado, dijo a la prensa: “Ustedes cuéntenlos”.

Los Voyager dejaron Saturno con nueve meses de diferencia: en noviembre de 1980 y en agosto de 1981. En el JPL el equipo de trabajo estaba eufórico cuando supo que la NASA continuaría dando su apoyo a la misión más allá de Saturno. Su plan secreto había funcionado; los Voyager podían continuar explorando el sistema solar. El Voyager 1 fue el primero en ir directamente hasta el límite del sistema solar, mientras que el Voyager 2 haría un viaje de cinco años en dirección a Urano antes de seguir el rastro de su gemelo hacia el espacio exterior. De pronto, se produjo una catástrofe. La plataforma del Voyager 2 que contenía dos de sus cámaras se atascó. Las cámaras continuaron tomando fotografías, pero solo tomaban la noche infinita del espacio. El JPL ya no podía apuntar las lentes hacia sus objetivos; la misión corría peligro de no ser capaz de capturar ninguna más de las imágenes que necesitaba. Los ingenieros que trabajaban en el Voyager intentaron idear una manera de voltear la cámara hacia los planetas, pero fue en vano. Y después tuvieron un accidente afortunado. Uno de los controladores de vuelo envió por error al Voyager un comando para rotar la plataforma atascada con una fuerza 10 veces mayor de lo normal. El giro forzoso lo logró; las cámaras podían ahora ser controladas para moverse con gran precisión a baja velocidad. Parecía que en su frenesí por tomar fotografías, los ingenieros habían bloqueado el sistema sin advertirlo. Entonces, mientras se mantuvieran haciendo movimientos lentos y cuidadosos, podrían todavía capturar la belleza y los misterios de Urano y Neptuno. Solo debían esperar a que la nave los alcanzara —faltaban solo otros 2 730 millones de kilómetros.

Las misiones Voyager fueron un viaje como ninguno otro y acercaron más entre sí al personal del JPL. Todos miraban embobados las imágenes que entraban a raudales al auditorio y luego juntos jugaban softbol, boliche o hacían caminatas. Y el Voyager les dio una increíble sensación de orgullo. Su trabajo duro y su dedicación habían producido imágenes que parecían demasiado hermosas para ser reales. Mientras su nave espacial exploraba el

sistema solar, no podían sino estar maravillados por lo singular que era la Tierra. Al final, con un viaje de casi 21 000 millones de kilómetros, la misión dejó en claro que con sus remolinos de nubes blancas navegando por encima de sus mares azules, nuestro planeta estaba solo en el sistema solar en cuanto a su capacidad de sostener vida. Pero más allá de estos nueve planetas, el equipo del JPL sentía que se acercaban a galaxias inexploradas, a un Universo lleno de la posibilidad de vida más allá de la canica azul. Las naves solo continuaban explorando y transmitiendo los datos de regreso a la Tierra mientras dejaban las regiones que alcanzaba nuestro Sol y se adentraban en el espacio entre las estrellas. El Voyager 1 fue el primero en entrar a este espacio interestelar, con el Voyager 2 en sus talones. Alrededor de 2025, la energía de ambos se agotará, alimentada por tres baterías llenas con un nódulo de plutonio-238 en decaimiento. Pero las naves continuarán silenciosamente su viaje. Para aquellos con la suerte de ser parte del equipo del JPL, el Voyager representa la culminación de sus profesiones, su más hermoso e importante logro.

Mientras el Voyager permitió tener una nueva visión del sistema solar, Helen continuaba contratando mujeres, aunque atendida al capricho de los presupuestos de la NASA. “Somos una hermandad”, bromeaba Merrilyn Gilchrist al dar la bienvenida a las nuevas chicas contratadas. Las hermanas cultivaban sus amistades tanto dentro como fuera del laboratorio, y pasaban horas incontables juntas.

Aunque habían pasado tres décadas desde que Macie Roberts comenzó su política de contratar solo a mujeres, Helen continuaba llevando la tradición sin remordimientos. Cuando Macie contrataba a nuevas mujeres, muchas veces les dijo: “En este trabajo necesitas verte como mujer, actuar como una dama, pensar como hombre y trabajar como perro”. De alguna manera, su consejo todavía sonaba verdadero. Si alguien quería ser parte del equipo de Helen, en definitiva tenía que ser mujer.

Cuando Macie contrató a Barbara, a Helen y a Sue, su visión de las mujeres en la ciencia era tan limitada como los límites del espacio que el JPL había penetrado hasta ese momento. No podía haber soñado con lo que les esperaba ni vislumbrado la responsabilidad que adquirirían. Y nunca esperó ver a las computadoras desarrollándose para ser jefas de Mission Design, como Phyllis Buwalda, o dirigir sus propios equipos en las exploraciones del

Universo, como Sylvia.

Helen honraba el legado de Macie de contratar mujeres brillantes con educación y experiencia en matemáticas y ciencias de la computación. Su guía abarcaba no solo la importancia de los títulos avanzados, sino también el equilibrio de trabajar criando niños. Helen había seguido esta visión durante una década y había visto cómo las mujeres que había contratado avanzaban en rango en su trabajo, pero ahora estaba en verdad aumentando sus números. Aunque ella había llegado a su posición de ingeniera antes de que establecieran este requisito y no tenía la necesidad de un título, impulsaba a todas las mujeres que contrataba a obtener uno.

Sue Finley, por otro lado, nunca había sido entusiasta de la escuela. Le disgustaba tanto que dejó la universidad para no volver. Y cuál fue su sorpresa al ver un sobre en su escritorio un día —correspondencia de rutina sobre una misión en la que trabajaba— con las palabras: *Dra. Sue Finley*. Lo tomó y lo acarició ligeramente. No era doctora, por supuesto, pero el sobre tenía un significado para ella. “Esto es lo que mis colegas piensan de mí”, pensó orgullosa. Guardó el sobre con cuidado: era un recuerdo valioso. Cuando se sintiera desanimada, podría mirarlo y recordar el valor que ella tenía para el laboratorio.

Sue estaba trabajando en una nueva misión —una nueva aventura de cooperación entre la agencia espacial francesa, el Centre National d'Études Spatiales [Centro Nacional de Estudios Espaciales], el programa espacial soviético y la NASA— para colocar en la atmósfera de Venus dos globos con instrumentos. Los globos estaban diseñados para tener una corta vida, de solo 46 horas. Durante su exploración de casi dos días, viajarían un tercio del camino alrededor del planeta, flotando a kilómetros de distancia de la superficie. Colgada de cada globo iría una *góndola* con sensores para medir la temperatura, la presión, la velocidad del viento, la densidad de partículas de las nubes, la cantidad de luz ambiental en el cielo e incluso la frecuencia de los relámpagos. La pintarían con un barniz blanco diseñado para proteger los aparatos del ácido sulfúrico corrosivo que había en la atmósfera del planeta. El aparato entero, globos y góndolas, irían en *aventón* en la misión Vega soviética, un cohete destinado a encontrarse con el cometa Halley.

Con solo unos días de diferencia, en junio de 1985, los globos fueron soltados en el lado nocturno del planeta, en un área conocida como Valle de

la Sirena, elegida por sus temperaturas relativamente más bajas con solo 426 °C. A una altura de 53 km por encima de la superficie, soltaron los paracaídas que estaban sujetos a cada globo de plástico cubierto con una capa de teflón y pronto los globos comenzaron a llenarse de gas helio. A los ingenieros les había preocupado que si colocaban los globos de forma directa bajo la luz del sol, el helio que había dentro pudiera explotar. Ahora, en la oscuridad, los globos flotaron hacia arriba y hacia abajo entre vientos venusinos antes de transmitir datos.

Aunque el proyecto utilizaría equipo científico francés y una nave rusa, la experiencia de Sue en la DSN era esencial. La red se había expandido de ser unas cuantas estaciones bien localizadas a convertirse en una red de estaciones de comunicación a lo largo del globo. Jamás habría imaginado que colaboraría con los rusos cuando comenzó a trabajar en el JPL, en el apogeo de la Guerra Fría, 30 años antes. Pero entonces era 1985 y las naciones, una vez en guerra, ahora trabajaban juntas, rastreando la señal débil de los globos. Sue actualizó el software para que la red mundial de antenas pudiera seguir a los globos, con los enormes discos parabólicos girando de forma automática. Por mala suerte, el programa fallaba una y otra vez. Ella comenzó a insertar los comandos a mano, como hacía en los viejos tiempos. “Algunos hábitos tardan mucho en desaparecer”, pensó, sonriendo para sí.

Horas después en la sala de control, Sue y tres miembros masculinos del equipo esperaban para ver si la misión tendría éxito. La sala estaba a oscuras, y nadie hacía ruido. Todos mantenían sus ojos en el monitor. La pantalla estaba negra, no mostraba actividad alguna. De pronto, comenzaron a aparecer puntos. La antena en Goldstone había captado la señal de los globos. Sue no podía creer que su trabajo a mano hubiera funcionado. Comenzó a saltar, rebasada por la excitación y el alivio después de tanto trabajo arduo. Fue el mejor sentimiento del mundo. Cuando el momento pasó, volteó alrededor a ver a sus colegas; ella había sido la única en dar brincos de alegría. Se sintió boba por un instante, antes de ver que su emoción se reflejaba en las sonrisas de ellos.

Al lado de los éxitos, había tristeza también: Margie se iba del laboratorio. Su segundo matrimonio estaba desmoronándose y quería darle a su frágil unión una nueva oportunidad. Con seis niños que cuidar, sentía que la necesitaban en casa. Todos estaban tristes por verla partir. Era como si

hubiera crecido en el laboratorio. Barbara todavía podía ver a Margie de 18 años, aprendiendo los gajes del oficio. Macie siempre había creído en ella y le daba oportunidades valiosas, como el histórico lanzamiento del Explorer 1. Después de 30 años, era tiempo de que Margie lo soltara. Las mujeres hicieron una fiesta de despedida y prometieron mantenerse en contacto.

Helen, Sue y Barbara, empero, no pensaban en retirarse. Estaban demasiado ocupadas. Había una nueva misión que monopolizaba sus pensamientos: el Galileo. La vista desde el Voyager había abierto el apetito del JPL por Júpiter y sus lunas misteriosas, y las mujeres trazaban trayectorias que utilizarían la fuerza gravitatoria de las lunas para impulsar la nave espacial alrededor del planeta. Al mismo tiempo, estaban trabajando para resolver cómo mantener la comunicación con la nave espacial mientras esta viajaba casi 5 000 millones de kilómetros. La cantidad de trabajo era avasalladora. Barbara apenas tenía tiempo para almorzar. Corría a la cafetería y tomaba una malteada de chocolate y un cuernito relleno antes de regresar a trabajar. Estaba subiendo de peso por su dieta poco sana, pero no tenía tiempo para otra cosa.

El 28 de enero de 1986, Barbara se saltó el desayuno y llegó a trabajar temprano. El laboratorio estaba en silencio esa mañana porque casi todos veían el lanzamiento del 25° transbordador espacial por televisión. Había habido muchos menos lanzamientos ese año que los sesenta propuestos en 1972, cuando el proyecto del transbordador fue anunciado por primera vez, aunque fueron suficientes para lograr que los viajes en el espacio se sintieran seguros. Por todo el laboratorio, el personal se apiñaba alrededor de aparatos de televisión, entusiasmados en especial por ver a Christa McAuliffe, que sería la primera civil en el espacio —era maestra— a bordo del Challenger. Solo tres años antes, el Challenger había hecho historia cuando llevó a Sally Ride, la primera mujer estadounidense en llegar al espacio. Aunque el JPL trabajaba solo en misiones no tripuladas y casi no se había involucrado con el transbordador espacial, McAuliffe había cautivado a las chicas de Helen. Era una de ellas: madre de niños pequeños que tenía experiencia y logros que resonaban a lo largo del país, en particular con mujeres.

Mientras en Pasadena el día era templado, en Florida el clima era especialmente frío. No obstante, después de seis retrasos, todos estaban ansiosos por ver que el lanzamiento procediera. En el JPL lo veían con

entusiasmo, sabiendo que el lanzamiento del siguiente transbordador espacial impulsaría probablemente al Galileo en su viaje a Júpiter. El Galileo presionaba en silencio al Challenger. Puesto que la misión estaba programada para su despegue en solo cuatro meses, una fecha que dependía de la alineación inalterable de los planetas, la NASA se sentía obligada en especial a hacer despegar este transbordador. Había otra misión en espera también: el lanzamiento del telescopio Hubble estaba al fin proyectado para 1986, después de múltiples retrasos en su desarrollo. El programa del transbordador estaba lleno.

Mientras todos en el JPL admiraban el grandioso vehículo espacial, había, escondida en el interior de los cohetes de combustible sólido del transbordador una hermosa estrella de 11 puntas, el mismo diseño que había tenido sus orígenes en los sueños de un científico inglés durante la Segunda Guerra Mundial y en la investigación realizada por las computadoras en el JPL en la década de 1950. La estrella había sido una parte esencial de los enormes cohetes de combustible sólido desde el principio.

Al principio, el lanzamiento parecía como cualquier otro, con el inmenso cohete que llevaba a la tripulación de siete personas hacia un cielo azul claro. El transbordador ascendió, un río de nubes blancas esponjadas hinchándose desde la tobera de escape. Poco más de un minuto después, sin embargo, hubo una tragedia. A lo largo del país, la gente veía en vivo la transmisión del transbordador que explotó y se desintegró, con los cohetes de combustible sólido lanzando espirales blancas de humo que se torcían en los cielos. Ninguno de los que iban a bordo sobrevivió: McAuliffe, Gregory Jarvis, Judith A. Resnik, Francis R. Scobee, Ronald E. McNair, Michael J. Smith y Ellison S. Onizuka.

El desastre fue provocado por un anillo de goma: una junta tórica del cohete de combustible sólido derecho había fallado. La Comisión Rogers, asignada por el presidente Reagan para investigar el desastre, descubrió después que los ingenieros del Marshall Space Flight Center se habían preocupado por las juntas tóricas desde hacía años. Un memo enviado en enero de 1978 por el jefe de la rama de Solid Rocket Motor en el centro Marshall dirigido a su superior señalaba específicamente que había problemas con la junta tórica y señalaba que sellar correctamente la unión que se sostenía gracias a la presión ejercida por la junta tórica era “imperativo

para prevenir fugas de gas y una resultante falla catastrófica”. A pesar de numerosas objeciones, no modificaron el diseño. La NASA minimizó el asunto mientras que Thiokol, el fabricante, dijo: “La condición no es la deseable, pero es aceptable”.

Pero conforme la temperatura descendía el 27 de enero de 1986, algunas personas en Thiokol se habían comenzado a preocupar. Los ingenieros Allan McDonald y Roger Boisjoly recomendaron retrasar el lanzamiento hasta la siguiente tarde. Estaban preocupados porque las bajas temperaturas podían endurecer las juntas tóricas y degradarlas hasta el punto de no poder hacer su trabajo de sellar la unión entre dos segmentos del motor sólido del cohete. Boisjoly había estado angustiado por las juntas tóricas durante el último año en su posición en el equipo de tarea de sellado en Thiokol. El 31 de julio de 1985, escribió un memorándum sobre sus preocupaciones con la erosión de la junta tórica que decía: “Tengo un miedo honesto y muy real de que si no tomamos medidas inmediatamente... estamos en riesgo de perder un vuelo junto con todas las instalaciones de la plataforma de lanzamiento”. No hace falta mencionar que con las preocupaciones sobre las juntas tóricas principalmente, McDonald y Boisjoly se rehusaron a firmar la recomendación de lanzamiento la noche anterior al despegue en enero de 1986. Los jefes de la NASA invalidaron sus objeciones y aprobaron el lanzamiento. Pero a pesar de las premoniciones de los ingenieros, cuando ocurrió el desastre, estos estaban en *shock*. Su reivindicación les trajo solo tormento.

Al ver la explosión desde el JPL, Sue comenzó a llorar; no quería volver a ver nunca un lanzamiento. Una de las otras mujeres fue a informar a Barbara que, concentrada en su trabajo en el Galileo, todavía no sabía. Las mujeres estaban conmocionadas y tristes. Recordaban el día oscuro en que el Apolo 1 se había incendiado en la plataforma de despegue. Ahora eran solo las 9 a.m. y tenían un día complicado frente a ellas, pero nadie podía trabajar. Con sus pensamientos ocupados por el desastre, la programación que hacían les parecía trivial.

Con las emociones a flor de piel, las mujeres se dirigieron al auditorio, donde las imágenes del Voyager llegaban en un flujo constante durante los sobrevuelos planetarios. Solo unos días antes el Voyager 2 se había encontrado con Urano. Ahora estaban sentadas en la sala silenciosa como si

fuera una iglesia. Estaban tomadas de las manos y veían cómo las imágenes de Urano y sus lunas llenaban la pantalla, lo que actuaba como un bálsamo para su conmoción y su pena.

Urano parecía una medialuna solemne con un océano de agua hirviendo escondido tras sus nubes, mientras que su pequeña luna, Miranda, tenía un patrón curioso de tonos café en V a lo largo de su superficie antes de caer en peñascos profundos. Los ingenieros y los científicos estaban asombrados con el primer vistazo a la luna; no era para nada la superficie muerta y llena de cráteres que esperaban. A pesar de haber volado por Miranda solo durante cinco horas y media, el Voyager 2 envió imágenes que revelaban abismos profundos, cuya profundidad era 10 veces más grande que la del Gran Cañón del Colorado de la Tierra.

Pasarían más de tres años antes de que el Voyager 2 llegara a Neptuno. El 25 de agosto de 1989, celebrando la última parada del Grand Tour, Chuck Berry tocó en el patio del JPL. Su canción *Johnny B. Goode* estaba incluida en el disco de oro que la nave llevaba a bordo. En la calidez de una tarde de verano, el personal, su familia y sus amigos bailaban afuera. El ánimo era despreocupado en la celebración de la última señal del Grand Tour. Solo dos días antes habían recibido las últimas imágenes de Neptuno, que brillaba con un azul vivo. Entre el bullicio del laboratorio, el planeta parecía claro y tranquilo. Pero detrás de su apariencia azul y calma había vientos huracanados de casi 2 000 km/h, los más veloces jamás registrados en lugar alguno.

Después del desastre del Challenger, las misiones espaciales del transbordador habían sido suspendidas, por lo que el Galileo tuvo que ser pospuesto. El retraso significaba que su trayectoria tendría que cambiar de manera significativa. Puesto que el curso de la nave había sido trazado con cuidado para que coincidiera con la posición de Júpiter en un momento en particular, el equipo tendría que comenzar desde el principio con una nueva trayectoria. Además, el cohete de etapa superior elegido para llevar al Galileo y a la tripulación del transbordador espacial se consideraba ahora demasiado peligroso. Sustituido con un cohete diferente, menos poderoso, tendrían que alterar aún más la trayectoria del Galileo, la cual no sería en línea recta a través del espacio sino apoyándose en la asistencia de gravedad. Por fortuna, tenían una amplia experiencia con la maniobra. Oscilarían dos veces por la

Tierra y otra vez por Venus para ganar suficiente cantidad de movimiento a fin de enviar la nave espacial hasta Júpiter. El viaje de tres años se había extendido ahora a un viaje de seis años.

El jefe de Barbara en el Galileo era Johnny Driver, y hacía honor a su nombre.* Trabajaba hasta tarde e inspiraba a los demás ingenieros a hacer lo propio. Barbara intentaba corregir una parte que presentaba problemas de la programación del Galileo. A diferencia de la mayoría de las misiones del JPL, que se construían en pares, el Galileo era hijo único. Todo dependía del éxito de una sola nave espacial. El número de sistemas de computación que se comunicaban entre sí hizo que el trabajo en el proyecto fuera todavía más agotador. El reto no era corregir el programa sino buscar en el volumen entero de código para encontrar la pieza problemática. Cuando Barbara al fin la localizó, dio un chillido de alegría. Su entusiasmo, no obstante, fue breve. Al ver su éxito, Driver comenzó a llevarle el trabajo difícil a ella. La prioridad de todos al construir el código de cómputo era la simplicidad. Aunque sus objetivos eran más elaborados que nunca, de alguna manera la codificación no había cambiado mucho desde los primeros días en el JPL. Querían escribir un código limpio que facilitara buscar errores y, al mismo tiempo, utilizar el menor número de líneas posible.

Por supuesto que programar se había vuelto más complejo. El FORTRAN tenía nuevas capacidades que las mujeres ni siquiera habían imaginado dos décadas antes. El lenguaje de computación podía encargarse de programas a gran escala con mucho mayor capacidad y manejar los errores en el código con más flexibilidad. Las mujeres estaban aprendiendo asimismo un nuevo lenguaje: HAL. Significa “High-Order Assembly Language” [Lenguaje de Ensamblaje de Alto Orden] y se utilizaba en toda la NASA. Las mujeres se reían del nombre. Se mofaban del programa hablándose entre sí de forma monótona y calmada como lo hacía la malévola computadora HAL 9 000 de la película *2001: Odisea del espacio* de 1968. Trabajar con HAL y FORTRAN no era fácil, y el uso de dos programas de computación solo complicaba más el software del Galileo.

Las computadoras también habían cambiado. Solo una década antes, las mujeres se peleaban para agendar tiempo en las masivas IBM, mientras que Helen todavía podía recordar la Burroughs E101, que programaba insertando

alfileres en los orificios de un tablero. Ahora, de forma sorprendente, ella y cada miembro de su equipo tenía su propia computadora personal. La revolución se hizo posible por los microprocesadores, piezas diminutas de metal, más delgadas que las mechas de cabello en la cabeza de Helen.

El microprocesador revolucionó la computación. Muchos han debatido sobre sus orígenes, pero los ingenieros de Intel, específicamente Marcian Ted Hoff, son por lo general quienes reciben el crédito por ser sus inventores. Hoff trabajaba en una calculadora de escritorio cuyo diseño necesitaba ocho chips separados, cada uno programado con una tarea individual. Hoff utilizó el término *chip* como aféresis de *microchip*, el módulo diminuto y a la vez complejo que reemplazó los tubos en la computación. Durante el verano de 1958, a Jack Kilby, un nuevo empleado en Texas Instruments, se le había ocurrido la idea de un chip diseñando una delgada rebanada de germanio grabada con un transistor y todos sus componentes. Eligió el germanio porque es un semiconductor capaz de conducir electricidad en determinadas condiciones. Después, los fabricantes cambiarían el germanio superior por silicón, el cual, al estar compuesto sobre todo de arena de sílice, es abundante y económico.

A pesar de los avances de los chips de computadoras, Hoff vio que había espacio para una mejora. En lugar tener cada función de la computadora en un chip separado, quería crear un chip que pudiera tener múltiples funciones, capaz de hacerlo todo. En consecuencia, se le ocurrió la idea de hacer un chip de uso general que utilizara memoria programable, susceptible de borrarse. Con 2 300 transistores grabados en su silicón, el chip 4004 de 3 mm por 1.5 mm de Intel contenía el mismo poder de computación que Cora, la IBM 1620 enorme que las mujeres consideraban como una de ellas y de la cual se deshicieron en la década de 1980 sin decirle adiós. Las mujeres nunca más se apegarían tanto a una computadora como hicieron con Cora; el equipo no permanecía con ellas lo suficiente. La tecnología avanzaba demasiado aprisa como para que ellas se detuvieran a hacer nuevos amigos.

El chip 4004 era el primer microprocesador de muchos que vendrían después. Intel anunciaba la nueva tecnología en 1971 como “computadora microprogramable en un chip”. Pero al principio, ellos veían el futuro de los chips ligado a sus clientes industriales; no podían imaginar que estaban destinados a cambiar la industria de la computación. Pronto, no obstante,

comenzaron a producir calculadoras, radios, juguetes y, para mediados de la década de 1970, computadoras personales.

Los microprocesadores transformaron las computadoras de ser máquinas aparatosas y caras a ser dispositivos pequeños y asequibles. En 1974 la empresa Micro Instrumentation and Telemetry Systems introdujo el Altair, un juego de computadora del tipo *hágalo usted mismo*. Sin teclado y sin pantalla, no hacía mucho más que parpadear sus luces. Se alimentaba con datos que utilizaban interruptores alternantes, y emitía un patrón de parpadeo con sus led rojos en el frente de la máquina. La compañía esperaba vender solo algunos cientos de juegos, que costaban 395 dólares, pero en lugar de ello, en tres meses tenían órdenes pendientes por 400 juegos.

Dada la popularidad de su microcomputadora, en 1975 se arriesgaron y contrataron a dos amigos de infancia: Bill Gates, estudiante de Harvard de 23 años, y Paul G. Allen, empleado de Honeywell de 22 años. Entre los dos adaptaron el lenguaje de programación BASIC para el Altair y lo hicieron más fácil de utilizar. El primer programa se entregó en una cinta de papel. Ahora conectado a una terminal de Teletipo, Allen tecleó *print 2 + 2* e inmediatamente salió la respuesta en papel: 4. El nuevo software era tan popular que sus usuarios lo copiaron y lo distribuyeron entre sus amigos. Gracias a ello, Gates y Allen tuvieron menores ganancias de lo que esperaban —apenas cubrían sus gastos—. En respuesta, Gates escribió una *carta abierta a los aficionados* a principios de 1976 que envió al Club de Computación Homebrew, quienes a su vez la publicaron en su boletín. La carta declaraba: “La mayoría de ustedes están robando su software... A quién le importa si las personas que trabajaron en él cobran por su trabajo”. A pesar de su pobreza, Gates y Allen se arreglaron para formar su propia compañía, que a la larga resultó en un imperio llamado Microsoft.

Una demostración del Altair le dio ideas a dos ingenieros en computación que por casualidad eran parte del Club de Computación Homebrew: Stephen Wozniak y Steve Jobs. Después de que Wozniak vio el Altair por primera vez, tuvo una revelación. “La visión completa de una computadora personal apareció en mi cabeza”, dijo. “Esa noche comencé a trazar bocetos en papel de lo que después sería la Apple I”.

Las computadoras personales, o PCs, pronto se sometieron a una revolución, Apple, IBM, Xerox, Tandy y Commodore aportaron modelos.

Para la década de 1980 la computadora personal había invadido al JPL, aunque al principio fue recibida con resistencia. Los jefes al principio creían que las computadoras centrales poderosas eran suficientes para las necesidades del laboratorio y rechazaron peticiones de computadoras personales.

Sin embargo, pronto la facilidad y el poder de las PC resultó irresistible. Las máquinas de Hewlett-Packard encontraron un hogar en los escritorios de todo el personal técnico. Además, con las nuevas computadoras llegó una nueva disposición en la oficina. En 1984, tiraron las paredes de las oficinas privadas e hicieron lugar para el temido cubículo. Por poco hubo una rebelión por el nuevo acomodo. Muchos ingenieros estaban frustrados por la falta de privacidad, el ruido y el humo de los cigarrillos a su alrededor. Como supervisora, Helen conservó su oficina privada, pero a Barbara le asignaron un cubículo para cuatro personas. Descubrió que no le importaba el cambio. Dos de los ingenieros con quienes compartía el espacio eran de nuevo ingreso, y habían llegado directo de la universidad; a Barbara le encantaba su entusiasmo.

Barbara estaba impresionada por las nuevas PC, cada una con un microprocesador que era capaz de sostener una unidad de procesamiento central en una viruta de silicón. No tenían nada que ver con Cora, que funcionaba a una velocidad de un millón de ciclos por segundo, o 1 MHz. En contraste, las computadoras con las que trabajaban a finales de la década de 1980 funcionaban a velocidades de 25 millones de ciclos por segundo. Tanto los primeros programas de computación del laboratorio como las mujeres que los escribían parecían lejanos pioneros. Ahora marchaban hacia una nueva era en la que la velocidad y el poder de la computación eran sorprendentes.

El afortunado beneficiario de la nueva e impresionante tecnología fue el estudio de Júpiter. Mientras el Voyager había volado cerca de Júpiter, aprendiendo lo que podía mientras avanzaba, Galileo fue diseñado para quedarse cerca del planeta y responder algunas de las preguntas más urgentes de los científicos del JPL. ¿Cómo podía una de las lunas de Júpiter tener volcanes activos mientras que otra estaba enterrada bajo el hielo? Al estudiar la formación de Júpiter y sus diversas lunas, esperaban comprender mejor la formación del resto del sistema solar.

En octubre de 1989, el Galileo se preparaba para que le dieran un aventón

en el transbordador espacial Atlantis antes de continuar hacia el planeta gigante. Aunque este no fue el primer transbordador espacial en seguir al desastre del Challenger —el Discovery había sido lanzado el otoño anterior— esa tragedia todavía atormentaba los pensamientos de las mujeres. Ninguna de ellas vio cuando el transbordador espacial despegó desde Cabo Cañaveral. Para alivio de todos, el lanzamiento se llevó a cabo sin tropiezos y el Galileo zarpó hacia el espacio de manera impecable. Las mujeres celebraron su éxito. Crear la arquitectura del software para la misión había sido uno de los proyectos más difíciles de la carrera de Barbara. Y, sin embargo, todavía había tres retos más por venir.

Dieciocho meses después un desastre golpeó al Galileo. Una antena del tamaño de un camión de mudanza colocada en la parte superior de la nave espacial no se abría. La nave orbitaba la Tierra después de haber girado alrededor de Venus, y había conseguido suficiente cantidad de movimiento antes de salir volando hacia Júpiter. Aunque intentaron liberar nervadura que conformaba la estructura interna de la antena, las bisagras no se movían. Los ingenieros determinaron que el problema fue probablemente provocado por la interrupción después del Challenger. La nave había pasado cinco años almacenada, y nadie pensó en revisar la lubricación y el revestimiento del aparato de nervadura de la antena. Sin una antena en funcionamiento, estaban en peligro de perder la mayor parte de los datos de la sonda de 1 500 millones de dólares. La misión sería un completo fracaso.

Todo lo que les quedaba en la nave eran las antenas de bajo rango, que eran significativamente menos potentes. Conforme el Galileo se orientaba hacia las antenas de la Tierra, era como intentar alcanzar un objetivo lejano con una pistola de agua en lugar de hacerlo con una manguera de incendios. Puesto que no podían mejorar las antenas instaladas en el Galileo, el JPL necesitaba hacer más sensible la DSN, para que fuera capaz de recibir señales débiles desde muy lejos. Sue escribió un programa que creaba un conjunto en el que se combinaba electrónicamente el poder de las antenas de la DSN. Con cuidado creó el programa para que encajara con la codificación de la nave espacial, escrita seis años antes. Era la primera vez que habían construido un software como aquel y todos estaban maravillados por la capacidad del conjunto para aprovechar el poder de la DSN de una manera novedosa. Retuvieron el aliento mientras esperaban recibir los datos de la nave. De

manera increíble, el conjunto funcionó. El programa de Sue salvó la misión y el Galileo continuó su camino.

La nave espacial hizo historia al volar por el cinturón de asteroides situado entre Marte y Júpiter, el cual está salpicado de rocas inmensas. El conjunto ya estaba dando frutos; todos en el JPL estaban conmocionados al descubrir que uno de los asteroides por el que habían pasado en su camino, llamado Ida, por fortuna ostentaba su propia luna. La nave logró atravesar a salvo los asteroides y después observó cómo un cometa, el Shoemaker-Levy 9, codescubierto por el mismo Eugene Shoemaker que trabajó en el Ranger, se separó y se echó un clavado hacia la atmósfera de Júpiter. En el video y en imágenes impresionantes parecía como si el planeta fuera sacudido por una serie de bombas, cuyos impactos provocaban un brillo anaranjado intenso antes de dejar cicatrices oscuras en lo más alto de las nubes.

Cuando al fin alcanzó el planeta gigante en diciembre de 1995, Galileo envió imágenes de Júpiter y datos nuevos sobre sus lunas. A una velocidad de 170 500 km/h, su sonda atmosférica cayó en la atmósfera del planeta antes de desplegar su paracaídas. Durante 58 minutos, la sonda envió datos climáticos que revelaban un clima cálido y seco con vientos de 724 km/h. Después se derritió en la atmósfera extraña. Asomándose a la superficie de la luna de Júpiter, Europa, Sue vio de primera mano evidencias del océano de agua salada que se escondía tras planchas de hielo gigantescas. Encontraron trazas similares de agua salada en las lunas Ganimedes y Calisto. En Io había volcanes que hacían erupción mientras que las tormentas estremecían la atmósfera de Júpiter. Sue observaba orgullosa conforme la misión enviaba imágenes impactantes y datos científicos. El 21 de septiembre de 2003, después de 14 años en el espacio y ocho explorando el planeta, el Galileo encontró su final al estrellarse en el gigante gaseoso a más de 160 000 km/h.

No todas las misiones pudieron ser salvadas. Sylvia se consolaba con este pensamiento cuando una noche estaba despierta en su cama y pensó en el hermoso proyecto suyo que había salido mal. Ella era la jefa de Diseño de Misión para un Comet Rendezvous Asteroid Flyby [Sobrevuelo de Asteroides y Encuentro con Cometa], CRAF. Había pasado años planificando la exploración, que estudiaría la estructura geológica del asteroide Hamburga antes de volar en formación con el cometa Kopff durante tres años, explorando la composición del cometa, su atmósfera y su cola. Incluso había

traído a sus amigas Sue y Barbara para ayudar. Ahora se había terminado. Parecía que los cometas y los asteroides no eran suficientemente sexis para que la NASA los financiara. Acostada en su cama, se sentía como si hubiera invertido años de trabajo para nada.

CRAF fue víctima de problemas presupuestarios. Las nuevas reglas de presupuestos delineadas por la cumbre presupuestaria del Congreso y de la Casa Blanca pusieron topes a todos los gastos de Defensa, domésticos e internacionales. Con estos nuevos recortes, un subcomité de la Cámara debía decidir entre impulsar la vivienda y los programas para veteranos de guerra o financiar la estación espacial de la NASA. Entre controversias, el subcomité optó por el primero. Cuando la Cámara dio marcha atrás a esta decisión, más adelante, el subcomité tuvo que hacer una concesión y recortar los fondos para vivienda y congelar los gastos de la NASA. La estación espacial se salvó, pero todos los demás programas de la NASA sufrirían. Las viejas heridas relacionadas con las prioridades de la NASA —el descubrimiento científico *versus* la exploración humana— se volvieron a abrir en el JPL. Pero incluso con la política de la NASA de “Mejor, más rápido, más económico”, el JPL preservaría la vocación de la agencia por la ciencia.

Aunque su proyecto estaba cancelándose, con las migajas desperdigadas hacia otras misiones, Sylvia había encontrado una segunda oportunidad en el amor. Había conocido a Lanny Miller, otro ingeniero del JPL, en la mesa del almuerzo en la cafetería. Con su doctorado en física nuclear, era la combinación perfecta para Sylvia y su mente ágil. No trabajaban en los mismos proyectos, pero ambos tenían mucho en común y pronto se casaron. Poco después de la boda, contemplaron la idea de empezar una familia, ya que ninguno tenía hijos, y dada la felicidad que Sylvia vivió al crecer con sus hermanas, siempre asumió que algún día tendría hijos. Pero el tiempo no era el adecuado. Estaban envejeciendo y sus profesiones eran demandantes. Decidieron continuar su vida matrimonial solos.

A pesar de los problemas presupuestales de la NASA, la cancelación de CRAF ofreció una oportunidad. El JPL podía salvar una misión distinta: otro viaje a Saturno. El programa que se salvó recibió el nombre de Saturn Orbiter y Titan Probe [Orbitador de Saturno y Sonda de Titán] o SOTP, y exploraría los anillos de Saturno, echaría un vistazo a su atmósfera e investigaría sus

lunas para determinar su composición. La misión colaboraría con la European Space Agency [Agencia Espacial Europea], ESA. Fundada en 1975, la ESA, cuya sede central está en París, se compone de 22 estados miembros. Como la Unión Soviética había comenzado a cooperar más con la ESA, las viejas llamas de la competencia se avivaron. Estados Unidos no sería el segundo, ni en colaboración. La NASA construiría el orbitador mientras que ESA construiría la sonda.

La nave SOTP les parecía familiar a las mujeres. Su diseño de tres ejes era una reminiscencia de las misiones Mariner y Voyager que habían sido exitosas. Pero la escala de la nave no tenía parangón. Casi cuatro veces el tamaño del Voyager, era la nave espacial interplanetaria más grande construida hasta ese momento por la NASA: 6 m de largo con una antena de casi 4 m de altura. Asombrados, los ingenieros veían cómo se iba armando la gigantesca nave espacial en las instalaciones del JPL. Pronto, la misión recibió su nombre oficial: el orbitador fue rebautizado como Cassini mientras la sonda de ESA se llamó Huygens.

Sylvia trabajó en el Cassini todavía sensible por la pérdida de su misión de cometas y asteroides. Los ingenieros trazaban una ruta indirecta hacia el planeta anillado, utilizando la asistencia de la gravedad para llevar la nave. Daría dos vueltas alrededor de Venus antes de balancearse alrededor de la Tierra y de Júpiter y ser después lanzada hacia Saturno.

No era la única colaboración que la NASA tuvo con ESA. Después de años de retrasos, contratiempos con el presupuesto y luego el desastre del Challenger, el telescopio Hubble se abrió camino hacia el espacio, montado en el transbordador espacial Discovery el 24 de abril de 1990. Un mes después el telescopio abrió sus ojos y tomó su primera fotografía. El Hubble tenía mejor resolución que los telescopios en la Tierra, pero esa primera imagen no cubrió las expectativas de nadie. Los astrónomos que lo operaban desde el Space Telescope Science Institute, de la Universidad Johns Hopkins, comprendieron de inmediato que algo estaba mal. Pronto descubrieron que el telescopio tenía una falla en su espejo primario de casi 2.5 m de ancho. Para corregir el problema, los astronautas dieron servicio al Hubble y poco después el telescopio espacial comenzó a enviar imágenes sobrecogedoras, algunas de las cuales eran familiares para las mujeres. Las de los planetas mostraban características reconocibles de las misiones anteriores del Mariner.

Al contemplar las nubes gruesas de ácido sulfúrico de Venus fotografiadas por el Hubble, Helen y Barbara recordaron los primeros vistazos al planeta con el Mariner 2 en 1962, y la excitación que sintieron al presenciar el primer sobrevuelo en otro planeta.

Barbara trabajaba entonces en un regreso a Venus en una misión llamada Magallanes. Los científicos del JPL querían comprender por qué el planeta, que debería ser en mayor parte como la Tierra, dada su distancia del Sol, era un páramo yermo. Habían pasado 10 años desde el lanzamiento de las últimas sondas planetarias, los Voyagers. Con el recortado presupuesto de la NASA, Magallanes se construyó más que nada con las piezas que habían sobrado de otras misiones y estaban esparcidas por el laboratorio. Su objetivo era hacer un mapa, lo más completo posible, del planeta. Como parte del equipo de diseño de secuencia, Barbara escribía software para la nave. Trabajaba en el programa que pondría la nave espacial en órbita alrededor del planeta, conectada a la DSN durante su vuelo.

Barbara tenía la reputación de ser una programadora meticulosa. Intentaba mejorar la eficiencia de uno de los programas de Magallanes cuando Bob Wilson, un supervisor, le dijo: “Ya no tienes que perfeccionarlo. El programa trabaja bien”. Los años de experiencia de Barbara le habían enseñado a ser quisquillosa. Helen estaba justo junto a ella, trabajando en el software que conectaba el lanzamiento del transbordador con el lanzamiento planetario. Al mismo tiempo, estaba maravillada por la nueva computadora que tenía para hacer el trabajo. Helen no podía creer lo delgada y ligera que era su computadora personal portátil Convertible de IBM. Pesaba solo 5.8 kg, así que podía llevar su trabajo con ella adonde fuera.

El 28 de abril de 1989, el equipo se reunió para el lanzamiento. Conforme el transbordador hacía la cuenta regresiva, se miraron unos a otros. No había cacahuates. Dick Wallace, el ingeniero que había comenzado la tradición durante del Ranger 7, los había olvidado esta vez. Eran científicos e intentaban no ser supersticiosos, pero la omisión los puso a todos nerviosos. Habían repartido cacahuates en casi cada lanzamiento desde 1964. Cuando faltaban 31 segundos, la cuenta regresiva se detuvo. Un problema eléctrico había surgido y el lanzamiento fue cancelado. Todos en la sala respiraron hondo. Una semana después, el 4 de mayo, volvió a iniciarse el lanzamiento. Esta vez Wallace había hecho de los cacahuates una prioridad máxima.

Barbara y los otros ingenieros, ahora fortalecidos, vieron cómo despegó el cohete con éxito. Estaban de vuelta en camino hacia Venus.

La nave Magallanes llegó a Venus en agosto de 1990. La misión transcurría de acuerdo con el plan, signo de lo bien que el grupo trabajaba en conjunto. La nave orbitaba Venus utilizando imágenes de radar para hacer un mapa de la mayor superficie posible. Barbara esperaba que la programación que habían hecho fuera un éxito y que su visión de Venus fuera más detallada que nunca.

Un día templado en abril de 1991, apagaron las luces aunque el sol continuaba brillando. Barbara sonrió cuando Al Nakata, un jefe de misión, y el equipo de la Magallanes le cantó por su cumpleaños. Había un pastel decorado con estrellas e iluminado con velas encendidas frente a ella. Barbara cerró sus ojos y dejó que los deseos flotaran por su mente antes de elegir el indicado. Sopló las velas esperando que se hiciera realidad. A pesar de las grandes dimensiones del JPL, que estaba siempre en crecimiento, y ahora era la empresa más grande en Pasadena, con más de 5 000 empleados, el laboratorio se aferraba a su noción de comunidad unida estrechamente.

Barbara estaba feliz con el equipo de la Magallanes. Todos se querían, el pacto de su amistad unido por el glaseado dulce de los pasteles de cumpleaños. Tal vez era algo muy simple recordar los cumpleaños, pero después de décadas de trabajar en misiones, ella sabía que era el signo de un equipo fuerte y un gran jefe de proyectos.

A lo largo de los años, Barbara había utilizado muchos de sus deseos de cumpleaños procurando inclinar la balanza del destino a favor de sus misiones. No todos habían funcionado. El siguiente proyecto, el Mars Observer, sería uno de los más dolorosos. La misión comenzó con todas las probabilidades de éxito, con una excepción: olvidaron los cacahuates. La nave despegó desde Cabo Cañaveral en septiembre de 1992. Mientras Barbara la veía, sabía que sus días de ver lanzamientos se estaban terminando. Estaba envejeciendo y comenzando a pensar en jubilarse. Habían pasado 17 años desde que trabajó en el Viking, la misión previa a Marte, y todos estaban ansiosos por regresar. Helen y Barbara habían trabajado codo a codo, desarrollando el software de visualización gráfica para la misión. Había tanto que todavía querían comprender acerca del planeta, y el Observer les permitiría echar un vistazo a su clima, geología y campo gravitatorio.



Los Paulson con sus hijas Karen y Kathy (*Cortesía de Barbara Paulson*).



Equipo de computación análogo en el viejo centro de control Space Flight Operations, 1960 (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



Rastreado la posición de las naves espaciales en la sala de control durante el vuelo de reconocimiento de Venus, 1962 (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



Helen Ling trabajando en el Mariner 2, 1962 (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



El equipo del Mariner 2, 1962. Melba Nead está sentada en la primera fila y Helen Ling está de pie en la segunda fila (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



El carro alegórico Mariner 2 del JPL en el Desfile de las Rosas de 1963 (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



La nueva Space Flight Operations Facility, 1964 (*Cortesía de Ia NASA/JPL-Caltech*).



Primera imagen de Marte, capturada en pastel, 1965 (*Cortesía de Ia NASA/JPL-Caltech*).



Haciendo planes para el Grand Tour en 1972, de izquierda a derecha: Roger Bourke, Ralph Miles, Paul Penzo, Sylvia Lundy (Miller) y Richard Wallace (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



La fiesta del 25 aniversario de Helen Ling en el jpl, 1979. Primera fila, de izquierda a derecha: Sue Finley, Merrilyn Gilchrist, Barbara (Lewis) Paulson. Segunda fila, de izquierda a derecha: Irene Smith, Helen (Chow) Ling, Sylvia Lundy (Miller), Mary Nixon, Judy Wakely. Tercera fila, de izquierda a derecha: Cynthia Lau, Suzanne Cheeve, Victoria Wang, Linda Lee, Kathy Thuleen, Margie (Behrens) Brunn, Joanie Jordan (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



El gran punto rojo de Júpiter fotografiado por el Voyager 1, 1979 (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



El Voyager 1 en el espacio, imaginado y representado por un artista (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



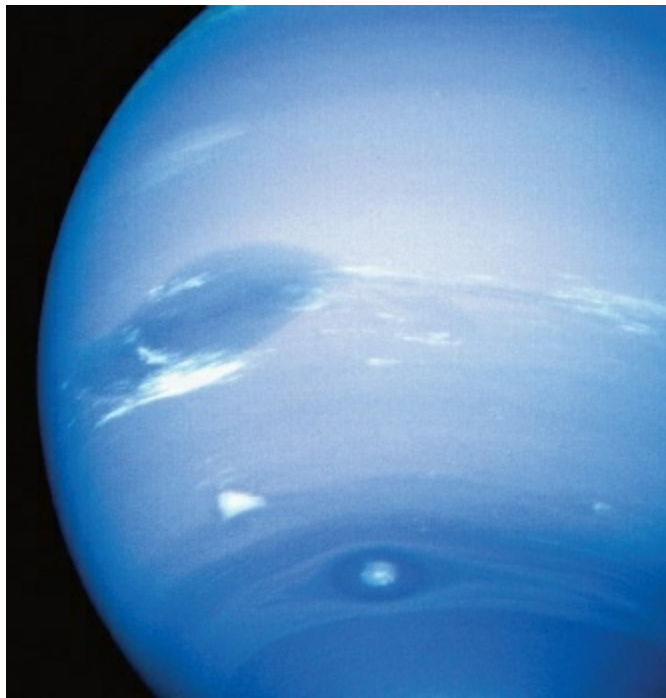
Los anillos de Saturno fotografiados por el Voyager 2, 1981 (*Cortesía de Ia NASA/JPL-Caltech*).



Urano fotografiado por el Voyager 2, 1986 (*Cortesía de Ia NASA/JPL-Caltech*).



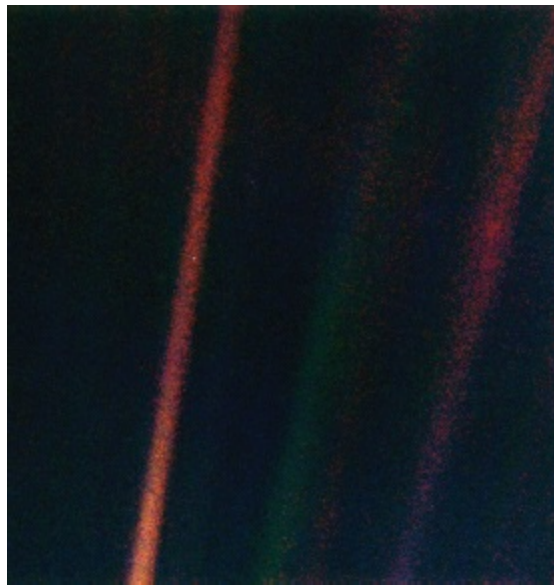
Chuck Berry tocando “Johnny B. Goode” en el JPL, celebrando la llegada del Voyager 2 a Neptuno, la última parada del Grand Tour (*Cortesía de Ia NASA/JPL-Caltech*).



Neptuno fotografiado por el Voyager 2, 1989 (*Cortesía de Ia NASA/JPL-Caltech*).



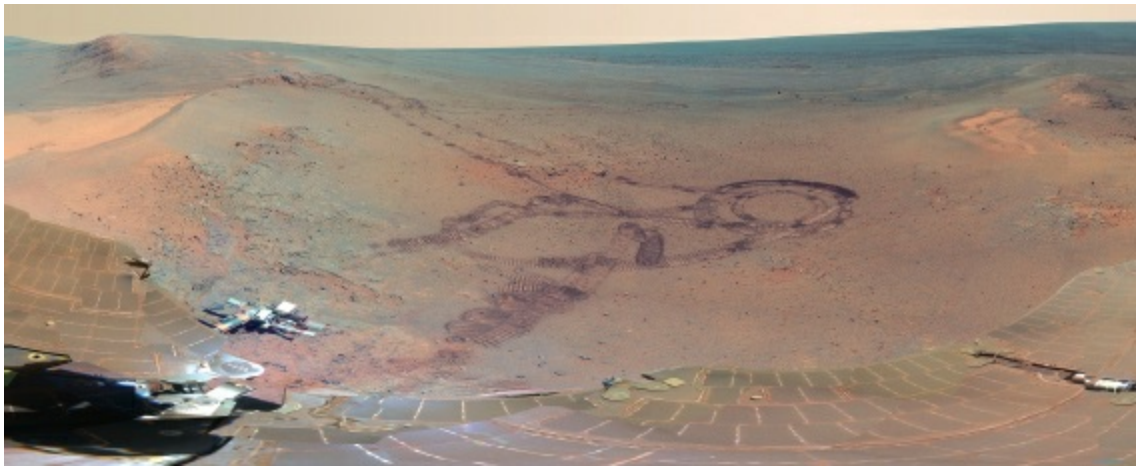
Barbara Paulson (primera fila, en el centro) y el equipo de diseño de secuencia Magellan (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



Punto azul pálido fotografiado por el Voyager 1, 1990 (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



Sylvia Miller con las bolsas de aire del rover Mars Pathfinder, tomada el 4 de julio de 1997, cuando la nave espacial aterrizó exitosamente en el planeta rojo (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



Sue Finley y Barbara Paulson, 2003 (*Cortesía de Barbara Paulson*).



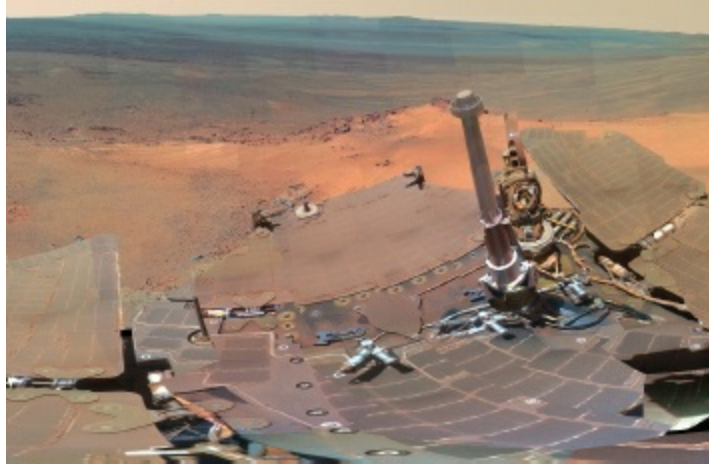
40 aniversario en el JPL de Sylvia (Lundy) Miller, 2008 (*Cortesía de Ia NASA/JPL-Caltech*).



Barbara Paulson (con micrófono) en 2013 (*Cortesía de Nathalia Holt*).



Sylvia Miller (con micrófono) en 2013 (*Cortesía de Nathalia Holt*).



Panorama de Marte tomado por el rover Opportunity, que continúa deambulando por el planeta una década después de haber aterrizado (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).



Las computadoras en 2013. De pie, desde la izquierda: Nancy Key, Sylvia Miller, Janet Davis, Lydia Shen, Georgia Dvornichenko, Margie Brunn, Kathryn Thuleen. Sentadas, desde la izquierda: Victoria Wang, Virginia Anderson, Marie Crowley, Helen Ling, Barbara Paulson, Caroline Norman (*Cortesía de Nathalia Holt*).



Helen Ling (derecha) en 2013 (*Cortesía de Nathalia Holt*).



Sue Finley en 2013. Ha trabajado 58 años para el JPL; es la mujer que más tiempo ha servido a la NASA. No planea retirarse sino hasta que su última misión, Juno, orbite alrededor de Júpiter (*Cortesía de la NASA/JPL-Caltech*).

Pero Barbara no estaría ahí para ver los resultados. Después de invertirle el trabajo pesado que implicaba la programación, dejaría el proyecto en manos competentes. En abril de 1993 se jubiló, 45 años después de haber ingresado al JPL. Empacar su oficina era como abrir una cápsula del tiempo. Recuerdos de todas las misiones del JPL forraban las paredes. Guardó en cajas fotos del Voyager, un paisaje de Venus tomado por la Magallanes, y

numerosos premios al mérito, y se dirigió a su comida de despedida, donde se reunirían todos sus amigos. Echó un último vistazo y tragó saliva, aguantándose las lágrimas. “Esta no es una despedida real”, se dijo. “Voy a regresar”. Sabía que incluso ya retirada, no podría mantenerse lejos, en especial de Helen, Sue y Sylvia.

Cuatro meses después Barbara recibió las noticias. El Mars Observer había desaparecido. Dos días antes de su llegada esperada a la órbita del Planeta Rojo, simplemente desapareció del mapa. Mientras los ingenieros discutían diversas teorías —la más común, que la línea de combustible se había perforado y con ello provocado que la nave girara y entrara en *modo de contingencia*, un estado de comunicaciones reducidas— nunca llegaría la respuesta. La nave simplemente desapareció. La misión fue un completo fracaso. Los encabezados en los periódicos arremetían contra la NASA por gastar 813 millones de dólares en un pedazo de metal evanescente, y Barbara lloraba por las horas de trabajo que habían invertido.

Un año después fue el turno de Helen de jubilarse. Estaba lista para irse; no se lamentaba. La sala estaba a reventar con ingenieros de todas las décadas de historia del JPL, inclusive algunos de 1950 llegaron a compartir sus recuerdos como tributo. Todos amaban a Helen. Sonrió a la multitud de caras conocidas y abrazó afectuosa a Dennis Tito, un antiguo ingeniero del JPL que se había convertido en turista multimillonario del espacio, que había llegado para homenajear a su computadora humana favorita. En el calor de la tarde ya avanzada hablaron de los viejos tiempos, sin trazas de lágrimas en sus mejillas, puesto que sabían que las amistades que habían hecho sobrevivirían por mucho a sus vidas profesionales en el laboratorio.

Sylvia, más joven que sus amigas, asistió a las fiestas de despedida de Barbara y de Helen con gran pesar. Las extrañaría. Pero su trabajo en el JPL estaba dando un giro. Sylvia había enviado solicitudes para nuevos puestos dentro del laboratorio y ahora estaba muy emocionada por llegar a su trabajo ideal: jefa de proyecto en el programa de exploración de Marte.

Estaba muy contenta por la planificada ampliación del programa. No asumiría su puesto sino hasta después de la misión Mars Surveyor de 1998, pero los siguientes años serían ajetreados. Como parte del programa, el JPL establecería en primer lugar una red de comunicaciones en el planeta y después haría descender exploradores *rover* hasta su superficie. Sylvia veía

cómo construían los *rovers* en el laboratorio y luego cumplían con su programa riguroso de capacitación. En un polvoriento campo de juegos construido en el JPL para simular la superficie marciana, los pequeños robots aprendían a ponerse de pie desde su postura en cuclillas, estirándose hasta casi 30 cm de altura. En lugar de utilizar cohetes para aterrizar a salvo en la superficie, el equipo diseñaba un sistema innovador utilizando paracaídas y bolsas de aire para lograr un aterrizaje suave. Todos vitorearon cuando el *rover* sobrevivió a un rebote de una altura de un edificio de 10 pisos.

El JPL lanzó el Mars Pathfinder, armado con bolsas de aire, en diciembre de 1996. El estado de ánimo general era tenso; después de todo, habían pasado dos décadas desde la última misión exitosa a Marte. La pérdida del Mars Observer había extendido la larga pausa en la exploración marciana. Rusia tenía los mismos problemas para llegar al Planeta Rojo. Phobos, su programa a Marte y sus lunas, había fracasado en 1988. Las misiones a Marte tienen una historia de decepciones; hasta la fecha, aproximadamente dos terceras partes de las mismas han terminado en fracaso.

Para julio de 1997, la nave de la NASA llegó al planeta. Sylvia contenía el aliento mientras el paracaídas se desplegaba y el módulo de descenso con el *rover* descendió con suavidad hasta la superficie. Solo ocho segundos antes de aterrizar, las bolsas de aire se inflaron; el aparato completo medía 5 m de ancho. Envolvieron el equipo en cuanto tocó la superficie del planeta distante y rebotaron 12 m en el aire. Después de 15 rebotes más, el módulo de descenso rodó hasta quedar quieto, sus bolsas de aire retraídas y sus paneles solares desplegados como los pétalos de una flor. Para celebrarlo, Sylvia pidió que le tomaran una foto con un duplicado de las gigantescas bolsas de aire del *rover*.

El módulo de descenso, llamado Carl Sagan Memorial Station [Estación en Memoria de Carl Sagan], comenzó a enviar información e imágenes hacia la Tierra mientras el *rover* comenzó a deambular. El primero de su tipo en Marte, el *rover* recibió el nombre de Sojourner, en honor de Sojourner Truth, abolicionista estadounidense. De solo 11 kg, el robot inició su travesía por el paisaje marciano, analizando rocas con un espectrómetro de rayos X. Encontró que las rocas tenían un nivel de sílice mayor del esperado. Los meteoritos marcianos, las únicas muestras que tenemos a la fecha, son basaltos, un tipo de roca volcánica que tiene una cantidad relativamente baja

de silicón y alta de hierro y magnesio. Puesto que los basaltos son comunes en la Tierra, en la Luna y entre los meteoritos marcianos, los geólogos esperaban que el Pathfinder los encontrara también. En cambio, el alto contenido de sílice indicaba que pudo haber tenido lugar en la superficie de Marte un tipo distinto de vulcanismo, uno que en la Tierra ocurre en presencia de agua. Tales hallazgos solo alimentaban el apetito por más datos.

Sojourner subsistió 85 *soles*, o días solares en Marte, que son un poco más largos que los de la Tierra, con 24 horas y 39 minutos. Era más tiempo que los siete *soles* programados para la misión. Con el tiempo, el Sojourner perdió la comunicación con la Tierra, seguramente debido a que se agotaron sus baterías.

Por fortuna, el equipo del JPL sabía que irían de regreso. En diciembre de 1998 y enero de 1999, lanzaron la misión Surveyor. Se componía de dos naves espaciales: el Mars Climate Orbiter y el Mars Polar Lander. El Climate Orbiter haría mediciones del clima y sería duplicado del satélite de comunicaciones para la siguiente generación de *rovers* que se enviaran a la superficie. El Polar Lander despegaría al mes siguiente y aterrizaría en el polo sur del planeta para estudiar su composición. El polo sur, con su casquete blanco, se consideraba un lugar prometedor para encontrar agua en el planeta.

Los ingenieros observaban la trayectoria del Orbiter de cerca, y corregían el camino de la nave espacial a través del espacio. Ahí es cuando los problemas comenzaron. Los números tomados de la Tierra no correspondían a los de la nave. Pronto descubrieron por qué. El software de la nave utilizaba el sistema métrico, mientras que las computadoras de Tierra estaban programadas para utilizar el menos común de libras por segundo. Aunque la NASA había utilizado el sistema métrico de forma exclusiva desde 1990, las computadoras de Tierra que enviaban los comandos de navegación para los propulsores del orbitador provenían de un contratista privado, Lockheed Martin. La empresa enviaba sus comandos con la inusual unidad de medida inglesa mientras que la nave, programada por el JPL, utilizaba newtons por segundo. El resultado fue que estaban subestimando el impacto de los propulsores de la nave por un factor de 4.45. Con sus mediciones desactivadas por una razón vergonzosa, los ingenieros se veían forzados a hacer pequeñas correcciones al trayecto de la nave, pero en mayor medida de

lo que habían planeado. Una vez que llegó a Marte, la nave espacial encendería su motor para darse un gran impulso hacia la órbita antes de activar los frenos para perder velocidad de forma gradual. Por lo menos ese era el plan. Sylvia veía, nerviosa, cómo la nave encendía su motor. Iba demasiado aprisa y volaba demasiado bajo. Y entonces, justo como el Observer antes que ella, desapareció. Lo más probable era que se hubiera sumergido en la atmósfera antes de dejar Marte para girar alrededor del Sol.

El Polar Lander sufrió un destino similar. Su señal desapareció después de que la nave llegara al Planeta Rojo. Conforme pasaban los días, Sylvia comenzó a abandonar toda esperanza de que el aterrizador fuera localizado. Su desaparición se debió probablemente a un error de software que provocó que los motores se apagaran de manera prematura. El *shock* de Sylvia se convirtió en tristeza. La misión fue un completo fracaso. Peor aún, el percance volvió inseguro el futuro de las misiones a Marte. Con tantas incógnitas, la NASA canceló el Mars Lander programado para 2001. A Sylvia la ponía nerviosa asumir su puesto como jefa justo después de la catástrofe, en especial desde que el JPL había planificado aumentar el número de misiones a Marte. Cerca de cada dos años, los planetas se alineaban y la puerta a Marte se abría. Si querían aprovechar cada oportunidad debían decidir cómo explorar Marte, por sonda o por *rover*, y cómo reconciliar sus metas científicas con presupuestos limitados.

Investigando los percances que habían provocado su desgracia, Sylvia y su equipo continuaban adelante. Necesitaban realizar más pruebas y más trabajo de equipo para sus misiones, y ella quería ayudar a crear esa cultura en el laboratorio. Planificaban un futuro para las misiones a Marte enfocándose en una nueva generación de *rovers* de exploración de Marte. En una de estas reuniones, Donna Shirley, la jefa del Mars Exploration Program y una de las supervisoras de Sylvia, echó un vistazo alrededor de la sala. Solo había mujeres a la mesa, y todas eran ingenieras. Era la primera vez que Donna recordaba que algo así sucediera. *Los tiempos están cambiando*, pensó. Las ingenieras consideraban utilizar robots ágiles que un día perforaran la superficie marciana, recolectaran muestras y las enviaran de regreso a la Tierra. Investigarían la historia geológica y esperaban desenterrarán evidencia de vida en el planeta.

Bajo la guía de Sylvia, la función del programa de Marte hiló una cadena

de éxitos. En 2004, los *rovers* Spirit y Opportunity brincaron al planeta, otra vez protegidos con bolsas de aire. Las bolsas de aire se enredaron al Spirit después de que aterrizó. El pobre *rover* no podía liberarse de las cosas estorbosas y las ingenieras del JPL tuvieron que hacer que girara antes de bajar por una rampa lateral. Al fin libre, Spirit cavó la tierra y tomó la primera imagen microscópica de la superficie de otro planeta.

Opportunity, por otro lado, tuvo una suerte fantástica desde el inicio. El explorador se tropezó con la evidencia, refugiada en las rocas, de que el agua salada había tenido la profundidad suficiente para salpicarlas y alguna vez las había cubierto. Con un microscopio al final de su brazo, el *rover* envió una imagen de esferas minúsculas redondas que el JPL llamó *arándanos*. Los arándanos estaban llenos de hematita, mineral con un patrón de cristales que en la Tierra se forma solo en agua. Al ver a los *rovers* deambular, Sylvia sentía como si estuviera mirando a una parte de ella misma cruzar la tierra marciana. Ambos exploradores enviaron imágenes panorámicas impactantes de Marte. La meta diseñada para los *rovers* era un año de operación, mucho más que el viaje de tres meses del Sojourner. Los exploradores sobrepasaron por mucho la meta de Sylvia. Spirit deambuló por el planeta durante cinco años antes de perder una rueda en el suelo blando; Opportunity continúa circulando en Marte, una década después de haber comenzado a hacerlo. Y un recién llegado se unió a los exploradores: Curiosity, que aterrizó en 2012.

Mientras los robots deambulaban en Marte, un nuevo grupo de mujeres estaban tomando las riendas en el JPL. La cohorte contratada y capacitada por Helen, Barbara y Sue se había extendido alrededor del campus y a su vez contrataba a sus propias mujeres. La proporción de mujeres ingenieras en el laboratorio aumentó de 9% en 1984 a 15% en 1994. Hoy hay más mujeres empleadas en el JPL en todos los puestos, que en cualquier otro centro de la NASA. Es un logro hecho posible gracias a Macie y Helen y sus campañas incansables por contratar a mujeres durante un período de cincuenta años. El contraste de la expansión de puestos para mujeres en el JPL es notable frente al resto del país. En 1984, 37% de los graduados en ciencias de la computación fueron mujeres; hoy el número está ubicado en 18%.

Se puede escribir mucho de los programas en cinco décadas. El código que escribieron Sylvia, Helen, Margie, Sue, Barbara y sus colegas continuaría abriéndose camino hasta las naves espaciales, los sistemas de navegación,

estudios climáticos y los exploradores de Marte. Sufriría empalmes y sería modificado, copiado y pegado en distintas misiones, enviado al espacio, conducido en planetas lejanos e incluso regresado a la Tierra; y asumiría una vida propia mucho después de que las mujeres se fueran. El código informaría incluso nuestras misiones de hoy, desde el explorador Mars Curiosity que ha estado explorando Marte desde 2012 hasta el orbitador Cassini que ha estado girando alrededor de Saturno desde 2004, hacia los instrumentos futuros para orbitar la Tierra diseñados para estudiar nuestro propio mundo.

Cuando Helen se fue, era la última de su tipo. El grupo de mujeres alguna vez conocido como *computadoras* dejó de existir. En su lugar, una nueva generación de mujeres con incluso más poder y responsabilidad había tomado sus lugares. La sala soleada del Edificio 122 donde Barbara y Helen forjaron sus profesiones como parte de un equipo femenino comprometido era ahora oscura, los viejos escritorios de madera habían sido reemplazados hacía tiempo por muebles de plástico y tableros de aglomerado.

Sylvia, que fue el puente que salvó la brecha como la última de las computadoras y la primera de la nueva generación, dejó el laboratorio en 2008, después de 40 años. Amada profundamente por sus sobrinos y sobrinas, nunca tuvo hijos. Sylvia pudo ver resurgir parte de su amada misión de cometa que había sido cancelada, en un proyecto llamado Rosetta. La misión es parte de su herencia en el JPL, un intento por captar un cometa durante su caída por el cielo. Lanzado en 2004 por la ESA en colaboración con el JPL, el aterrizador de la nave llamado Philae, aterrizó en el cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko el 12 de noviembre de 2014. Conforme envía datos a la Tierra gracias a la DSN, documenta la actividad creciente del cometa conforme se acerca al Sol.

Sue continúa en el JPL. Ha trabajado en el laboratorio durante 58 años y no se retirará sino hasta ver que su más reciente misión, Juno, tenga éxito para orbitar Júpiter, lo que debería ocurrir en julio de 2016.

La luz suave brillaba en los arcos y las columnas altas del opulento Ateneo de Caltech. Era una ocasión como ninguna otra en el JPL: el 50° aniversario del Explorer 1. Una noche de enero en 2008, el instituto celebró el fatídico día en que el primer satélite estadounidense salió de la atmósfera de la Tierra.

Tristemente, al hacer la lista de invitados para el aniversario, el JPL olvidó algunos nombres importantes. Cinco décadas antes, Barbara y Margie se habían sentado en la sala de control y habían rastreado el satélite mientras este volaba a través del cielo, pero en 2008, estaban en sus casas en Pasadena, a solo algunos kilómetros de distancia de la celebración. Ellas son dos de las últimas personas que recuerdan la sala de control del JPL aquella noche y su trabajo formó nuestros primeros pasos hacia el espacio.

Su legado alcanza hasta lo desconocido. Los Voyagers están llegando lejos hasta el espacio lejano y oscuro. El 14 de febrero de 1990 el Voyager 1 giró sobre sí mismo para tomar unas últimas fotografías, ahora conocidas como *Family Portrait* [*Retrato familiar*]. Tomadas a sugerencia de Carl Sagan, se trata de una serie de fotos que muestran nuestro Sol y seis planetas de nuestro sistema solar. *Pale Blue Dot* [*Punto azul pálido*], una de estas fotos (una composición de tres imágenes), se hizo famosa porque al verse desde una distancia de 6 400 millones de kilómetros, la Tierra es más pequeña que un pixel, apenas una pequeña mota azul rodeada por la vastedad del Universo. Pero dentro de ese minúsculo punto, girando en un rayo de luz solar, yace toda la vida conocida. Con un último vistazo a su hogar, la pequeña sonda dejó el sistema solar y penetró en el espacio interestelar. Viaja más lejos de lo que haya llegado cualquier otro objeto hecho por los hombres.

Envuelto en aluminio, hay un tesoro en los bancos de memoria del Voyager. Escritos en solo 40 kB de memoria, miles de veces menos de lo que cabe en un iPhone, hay programas escritos primero a lápiz y papel por un grupo extraordinario de mujeres. Los programas representan solo un pedacito de su trabajo, pero fueron construidos en la cima de sus carreras. Aquellos programas son los remanentes que viajan entre el polvo espacial. Son el legado de las mujeres escrito en las estrellas.

Notas

Todas las anécdotas personales y la historia familiar fueron obtenidas de entrevistas de la autora.

La misión del Voyager se describe en Stephen J. Pyne, *Voyager: Exploration, Space, and the Third Great Age of Discovery*, Nueva York,

Viking 2010, y Dan Vergano, “Voyager”, *National Geographic*, 18 de agosto, 2014, que también incluye la cita de Bradford Smith: “Ustedes cuéntenlos”.

El problema de la plataforma atascada del Voyager 2 y su subsecuente solución por el comando accidental de un ingeniero de vuelo se reporta en Associated Press, “Accident frees Voyager 2 camera; now, will it work?”, *Miami News*, 27 de agosto, 1981.

Los detalles del desastre del Challenger se describen en Diane Vaughan, *Challenger Launch Decision: Risky Technology, Culture and Deviance at NASA*, Chicago, University of Chicago Press, 1997, y “Report of the Presidential Commission on the Space Shuttle Challenger Accident”, 6 de junio, 1986.

Roger Boisjoly escribió en un memorándum el 31 de julio, 1985, National Archives, identificador 596263: “Tengo un miedo honesto y muy real de que si no tomamos medidas inmediatamente... estamos en riesgo de perder un vuelo junto con todas las instalaciones de la plataforma de lanzamiento”.

El papel de Roger Boisjoly y Allan J. McDonald en el desastre del Challenger se explica en David E. Sanger, “A Year Later, Two Engineers Cope with Challenger Horror”, *The New York Times*, 28 de enero, 1987.

La historia del microprocesador puede encontrarse en Robert Slater, *Portraits in Silicon*, Cambridge, MA, MIT Press, 1989.

El papel de Jack Kilby en el desarrollo del microchip se describe en T.R. Reid, *The Chip: How Two Americans Invented the Microchip and Launched a Revolution*, Nueva York, Simon and Schuster, 1985.

Una historia del Altair 8800 puede encontrarse en Robert M. Collins, *Transforming America: Politics and Culture During the Reagan Years*, Nueva York, Columbia University Press, 2009.

Stephen Wozniak se cita diciendo: “La visión completa de una computadora personal apareció en mi cabeza”, etc., en Walter Isaacson, *Steve Jobs*, Simon and Schuster, 2011.

La falla de la antena en el Galileo se explica en J. George *et al.*, “Galileo system design for orbital operations”, Digital Avionics Systems Conference, Phoenix, Arizona, 1994, y en Jean H. Aichele, ed., “Galileo, the Tour Guide: A Summary of the Mission to Date”, *JPL Progress Report D-13554*, 1996.

Más información sobre la misión Galileo puede encontrarse en David M. Harland, *Jupiter Odyssey: The Story of NASA's Galileo Mission*, Londres, Springer, 2000, y en Daniel Fischer, *Mission Jupiter: The Spectacular Journey of the Galileo Spacecraft*, Nueva York, Springer-Verlag, 2001.

El proyecto CRAF y sus consideraciones presupuestarias se analizan en Roger D. Launius, ed., *Exploring the Solar System: The History and Science of Planetary Exploration*, Nueva York, Palgrave Macmillan, 2013, y en Peter J. Westwick, *Into the Black: JPL and the American Space Program, 1976-2004*, New Haven, CT, Yale University Press, 2007.

Más información sobre Cassini puede encontrarse en Michael Meltzer, *The Cassini-Huygens Visit to Saturn: An Historic Mission to the Ringed Planet*, Cham, Suiza, Springer International Publishing, 2015.

La misión Magallanes se describe en Westwick, *Into the Black*.

Más detalles sobre las misiones a Marte pueden encontrarse en Erik M. Conway, *The Jet Propulsion Laboratory and the Quest for Mars*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 2015.

La confusión con el sistema métrico que condenó al Mars Climate Orbiter se explica en un reporte publicado por el JPL: “Mars Climate Mishap Investigation Board Phase I Report”, 10 de noviembre, 1999, y “Report on the Loss of the Mars Climate Orbiter Mission”, EDS18441, 11 de noviembre, 1999.

La desaparición del Polar Lander se detalla en Bruce Moomaw y Cameron Park, “Was Polar Lander Doomed by Fatal Design Flaw?”, *SpaceDaily*, 16 de febrero, 2000.

Más información sobre los *rovers* de Marte puede encontrarse en Stephen Squyres, *Roving Mars: Spirit, Opportunity and the Exploration of the Red Planet*, Nueva York, Hyperion, 2005 y en Rod Pyle, *Curiosity: An Inside Look at the Mars Rover Mission and the People Who Made It Happen*, Amherst, Nueva York, Prometheus Books, 2014.

Además de una entrevista personal, Donna Shirley se cita diciendo: “Todo iba tan bien, y de pronto nos dimos cuenta de que solo éramos mujeres”, etc., en Kenneth Change, “Making Science Fact, Now Chronicling Science Fiction”, *The New York Times*, 15 de junio, 2004.

Se puede encontrar información sobre el trabajo de Sue en la misión Juno

a Júpiter en uno de sus artículos, en coautoría con M. Soriano *et al.*: “Spacecraft-to-Earth Communications for Juno and Mars Science Laboratory Critical Events”, *Aerospace Conference*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Big Sky, Montana, 2012.

La batería nuclear del Voyager y su tiempo de vida se explican en William J. Broad, “Voyager’s Heartbeat is Nuclear Battery”, *New York Times*, 26 de agosto, 1989.

Carl Sagan tituló uno de sus libros —*Pale Blue Dot: A Vision of the Human Future in Space*, NY, Random House, 1994— por la última fotografía que tomó el Voyager, una imagen que fue tomada por su sugerencia.

Notes

* *Driver* en inglés significa *conductor*.

Epílogo

Paso a través de la puerta de seguridad y me dirijo al estacionamiento para visitantes. Hay venados mordisqueando el pasto, que no se asustan con los humanos que caminan cerca. Es justo como Barbara lo describió. Pero el resto del laboratorio es diferente de lo que imaginaba, en cierta forma es más pequeño. Los edificios están agrupados uno junto a otro y el patio está lleno de jóvenes disfrutando del sol de California. No se siente como una instalación gubernamental, sino más como un campus universitario.

Sin embargo, las apariencias engañan; una vez que entro en los edificios, la complejidad de la ciencia que se lleva a cabo dentro se hace evidente. Junto con un grupo de 17 mujeres, veo cómo los *rovers* juegan a “las traes” en un área de juegos rocosa y las naves espaciales son ensambladas en un hangar gigantesco y limpio que, de acuerdo con mis acompañantes, no ha cambiado mucho a lo largo de las décadas. Viajo con un grupo de mujeres que no son extrañas al laboratorio. Son las computadoras, las primeras mujeres que hubo en el JPL. Mis compañeras son Barbara Paulson, Joanie Jordan, Kathryn Thuleen, Georgia Dvornychenko, Virginia Anderson, Janet Davis, Helen Ling (acompañada por su hija, Eve), Sylvia Miller, Victoria Wang, Margie Brunn, Caroline Norman, Lydia Shen, Linda Lee, Marie Crowley, Nancy Key y Sue Finley. Nos hemos juntado para hacer una reunión y algunas de las mujeres han cruzado el país para estar aquí.

Desde el momento en que las conocí, era obvio que no son solo antiguas colegas, sino también amigas cercanas. Se quejan al señalar el Edificio 11, recordando cuán incómoda era la sala de cómputo con paredes de concreto y sin calefactor ni aire acondicionado. Entonces voltean hacia las fosas de pruebas obsoletas, que ya no están en uso, y recuerdan aquellas pruebas de motores que les reventaban los tímpanos. Observo a Barbara y a Helen. Han hablado decenas de miles de veces, en entornos formales o informales, pero

hoy parece especial. Han pasado años desde la última vez que se vieron.

Helen vive en un centro de vida asistida en las cercanías y sus hijos, en especial Eve, la cuidan. Su esposo, Arthur, se retiró cinco años antes de que ella lo hiciera y comenzó a cuidar a sus nietos. Patrick, su hijo, aprendió programación de Helen, que le enseñó BASIC y FORTRAN y lo inspiró para estudiar ciencias de la computación. Eve sobresalió en natación y llegó hasta las eliminatorias en las pruebas para el equipo de natación olímpico de Estados Unidos. Desde que Arthur falleció, Helen depende de Eve, que la cuida con ternura y adora hornear para ella.

En 2003 el esposo de Barbara, Harry, sufría de cáncer. Estaba en un hospital de cuidados paliativos cuando Barbara comenzó a sufrir un vértigo repentino y se tambaleaba por todos lados, incapaz de orientarse. Nunca había sentido nada como eso antes, ni lo hizo después. Al fin pudo componerse, pero a los doctores les preocupaba que hubiera tenido un derrame. Sus hijas, Karen y Kathy, vivían en Iowa cuando recibieron las noticias y corrieron a casa para cuidar a Barbara. Resultó que Barbara estaba bien, pero Harry estaba empeorando. Las muchachas pasaron una última semana con su padre antes de que falleciera. Su padre, que las envolvió en cobijitas, les cambió los pañales y las amó profundamente, se había ido. El caso sin explicaciones del vértigo de Barbara fue un innegable regalo para las muchachas, que les dio esa última semana. Después de que Harry falleciera, Barbara se mudó a Iowa para estar más cerca de Kathy y de Karen. No ha parado de estar ocupada con su iglesia, sus amigos y su familia. Hace poco se convirtió en bisabuela.

A pesar de sus años, Margie todavía parece la bebé del grupo. Sus ojos brillan como los de una muchacha de 20 cuando recuerda sus días en el JPL. No está casada pero está rodeada de vida: cuida a su madre de 97 años y algunas veces cuida a varios niños pequeños. Recuerda lo mucho que significaba para ella una buena niñera durante sus días de trabajo.

El retiro de Sylvia ha sido muy activo. Ella y Lanny viajan con frecuencia. En su fiesta de despedida, después de que sus amigos la colmaron de elogios, dijo: “¡No me había dado cuenta de que mi trabajo fuera tan importante!”. Aunque es increíblemente modesta, su trabajo en el JPL sobrevive, como parte integral de nuestra exploración robótica de Marte.

Sue viaja bastante también, aunque en su caso es esencial para su trabajo.

Como parte de su trabajo en la DSN, ha estado alrededor del mundo, incluyendo Australia, España y Groenlandia. Viajar a estaciones de investigación significa que muchas veces está fuera del país cuando las misiones reciben la atención de la prensa. “Siempre se enfocan en la sala de control en el JPL. La gente que en realidad hace el trabajo nunca sale en la televisión”, señala. Ha visto cambiar al laboratorio de maneras poco comunes, no todas para mejor. En 2008, el 50° aniversario de su comienzo en el laboratorio, el JPL cambió las reglas y determinó que se requería que todos los ingenieros tuvieran grados avanzados. Puesto que Sue nunca terminó la universidad, la despojaron de su puesto asalariado y la cambiaron a una modalidad de tarifa por hora. No obstante, una vez que los administradores vieron cuántas horas extra tenía, hicieron una excepción y la regresaron a su puesto. Sue es la mujer que ha trabajado más tiempo para la NASA. Continúa probando software y trabajando como ingeniera de subsistemas en el JPL; ama su trabajo y tiene una reserva de papel milimétrico viejo para trazar a mano trayectorias. Uno nunca sabe.

Durante nuestro recorrido por el JPL, pasamos por un modelo del Explorer 1. Barbara y Margie miran el modelo con admiración. El artefacto real se estrelló en el Océano Pacífico el 31 de marzo de 1970, mientras ellas todavía trabajaban en el JPL. Al fijar la vista en el satélite alto y delgado, la memoria de las mujeres se precipita. Me siento privilegiada al estar aquí para escucharlas.

Al término del fin de semana, bajo una luna llena, se despiden. Entre los abrazos y los besos, los buenos deseos entre amigas que siguen siendo cercanas a pesar del paso de las décadas, escucho palabras que sobresalen por tristes y solemnes: “Esta es la última vez que nos veremos”. Enterradas en esos últimos adioses están amistades más poderosas que cualquier motor cohete.

Notas

Todas las anécdotas personales y la historia familiar fueron obtenidas de entrevistas de la autora.

En octubre de 2012, se llevó a cabo en el JPL una reunión de las mujeres que trabajaron como computadoras.

Agradecimientos

Estoy increíblemente agradecida con las numerosas mujeres, todas empleadas actuales y antiguas del JPL que hablaron conmigo para este proyecto. Son heroínas no reconocidas, sin las cuales no tendríamos un programa espacial estadounidense. Estoy muy agradecida también por la gran cantidad de horas que ellas y sus familias pasaron compartiendo sus historias y documentando sus experiencias. Quisiera tener espacio para incluir todas sus historias aquí, pero en definitiva cada entrevista fue una parte vital del proyecto y al final conformó la información del libro.

Hay algunas mujeres que sacrificaron una cantidad extraordinaria de su tiempo para ayudarme. Una fue Barbara Paulson. Me tomó 12 intentos encontrar a la indicada con ese nombre, y por suerte al final di con ella. Sin su aguda memoria, su inteligencia y su actitud amigable, nunca habría podido escribir este libro. Estoy agradecida con ella y con su maravillosa familia, en especial con sus hijas, Karen Bishop y Kathleen Knutson, por su asistencia invaluable. De manera similar, este libro no habría sido posible sin Sylvia y Lanny Miller. Sylvia pasó un tiempo valioso conversando conmigo, ayudándome a obtener los contactos correctos y enviándome artículos útiles y fotografías. Además, el conocimiento de Susan Finley fue esencial; Sue sacrificó muchas horas, tanto en el teléfono como en persona, para ayudarme. También agradezco en especial a Eve y Helen Ling. Eve ha sido un recurso clave para el libro y estoy muy contenta por sus esfuerzos y su increíble destreza para hornear.

Muchas gracias a los *chicos de los cohetes*, en especial a Roger Bourke, Charley Kohlhase, Bill McLaughlin, Dick Wallace y Frank Jordan, un grupo de ingenieros del JPL retirados cuyo trabajo, que cambió la historia, merece un reconocimiento mucho mayor del que han recibido, y cuyas memorias y asistencia han sido invaluable.

Sin mi increíble agente, Laurie Abkemeier, este libro nunca habría existido. Estoy muy agradecida por su apoyo, sabiduría y edición maestra. No importa cuál sea la pregunta, Laurie siempre tiene la respuesta correcta.

Tengo que agradecer también a mi asombrosa editora, Asya Muchnick. Ella transformó un manuscrito plagado de repeticiones y errores en algo especial. Su fervor por la ciencia y su habilidad con la palabra escrita han sido indispensables. Estoy en deuda con Jayne Yaffe Kemp y Deborah Jacobs, cuyas habilidades invaluableles han mejorado muchísimo el manuscrito. Gracias también a Genevieve Nierman por sus contribuciones fundamentales. Soy muy afortunada por tener el equipo en Little, Brown and Company, que han sido maravillosamente entusiastas y cuya experiencia ha sido esencial.

Muchas otras personas me ayudaron con este libro. Los archivistas en Caltech y en el Jet Propulsion Laboratory hicieron todo lo posible para ayudarme. Muchas gracias también le debo a la infatigable Julie Cooper, que ha pasado horas interminables auxiliándome con la investigación, encontrando fotografías y organizando viajes. Dudee Chang, archivera, y el historiador Erik Conway han colaborado en gran medida en la investigación. Agradezco en especial a Sara Tompson, que ayudó a organizar una tarde especial para las mujeres que trabajaron como computadoras en el JPL. Gracias a P. Thomas Carroll, cuya investigación y asistencia personal fueron esenciales.

He sido muy afortunada por tener lectores perceptivos en este proyecto, en particular la superestrella de la ciencia planetaria, historiadora y talentosa escritora-editora, la doctora Meg Rosenburg; el astuto doctor Jeffrey Cooke, astrónomo de observación extragaláctica en el Centre for Astrophysics and Supercomputing at Swinburne University of Technology en Australia; y Julie Cooper, una talentosa historiadora en el JPL. Su percepción e inteligencia han sido fundamentales para dar forma a este manuscrito.

Gracias a los Little Turkeys, en especial a Erika Hilden, Autumn Brucha, Shelly McGill, Amy Blackwell, Kristin Rascon, Valerie Levitt Halsy, Clare Rice, Rachael Nelson, Laurie Weeks, Mande Norma, Amy McCain, Kiersti Pilon, Karlyn Goodman, Amanda Schuster, Lisa Brinks Funari, Erica Virginia Johansen, Rosie Forb, Callie Slama, Andrea Alexander y Holly Button.

Numerosos amigos y familia han ayudado con este trabajo, incluyendo a Marco Katz y Betsy Boone; Joyce Boone y el profundamente recordado John Boone; Eva Grundgeiger; Ruby Frances Holt; Sheldon Katz; Rose Grundgeiger; Rachael y Gerry Coakley; Elizabeth Keane y Sean Cashman; Cynthia Boyle; Sarah Elliott y Jill Rubinstein; Chrissy Grant; la señora Jerome y la señora Cronin; J.A. y Joline MacFarland; Elizabeth Shaw; Emlyn Jones; Tim Flanagan; Amy Cantor y Scott Ambruster; Jennifer y Payson Thompson; Scott y Shea Holt. No podría haber escrito este libro sin el apoyo y amor que Claire y Jerry McCleery me dieron durante un crucial viaje de investigación; de forma similar, agradezco en especial a mi maravilloso suegro, Ken Holt, que brindó ayuda extra y cuyo apoyo ha sido fundamental.

Para las personas más importantes en mi vida: mi esposo, Larkin Holt, y nuestras hijas inspiradoras, Eleanor Frances y Philippa Jane.

Diseño de portada: Jorge Garnica / Poetry of Magic

Título original: *Rise of the Rocket Girls*

© 2016, Nathalia Holt

Traducción: Matilde Schoenfeld Liberman

Derechos reservados

© 2018, Ediciones Culturales Paidós, S.A. de C.V.

Bajo el sello editorial PAIDÓS M.R.

Avenida Presidente Masarik núm. 111, Piso 2

Colonia Polanco V Sección

Delegación Miguel Hidalgo

C.P. 11560, Ciudad de México

www.planetadelibros.com.mx

www.paidos.com.mx

Primera edición impresa en México: mayo de 2018

ISBN: 978-607-747-481-4

Primera edición en formato epub: mayo de 2018

ISBN: 978-607-747-478-4

No se permite la reproducción total o parcial de este libro ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del *copyright*.

La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Arts. 229 y siguientes de la Ley Federal de Derechos de Autor y Arts. 424 y siguientes del Código Penal).

Si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra diríjase al CeMPro (Centro Mexicano de Protección y Fomento de los Derechos de Autor, <http://www.cempro.org.mx>).

TE DAMOS LAS GRACIAS POR ADQUIRIR ESTE EBOOK

Visita Planetadelibros.com y descubre una nueva forma de disfrutar de la lectura

Regístrate y sé parte de la comunidad de Planetadelibros México, donde podrás:

- ☞ Acceder a contenido exclusivo para usuarios registrados.
- ☞ Enterarte de próximos lanzamientos, eventos, presentaciones y encuentros frente a frente con autores.
- ☞ Concursos y promociones exclusivas de Planetadelibros México.
- ☞ Votar, calificar y comentar todos los libros.
- ☞ Compartir los libros que te gustan en tus redes sociales con un sólo click

Planetadelibros.com



EXPLORA DESCUBRE COMPARTE