

Por un grano de arena



Ángel Barriga Barros

2ª edición

POR UN GRANO DE ARENA

Licencia Creative Commons (CC)

Ver términos de licencia en: <https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/legalcode.es>



Esta obra puede ser copiada y distribuida libremente referenciando al autor, quien mantiene sus derechos de autor registrados en el Registro de la Propiedad Intelectual.

©Ángel Barriga Barros. 2024

2ª edición

Procedencia: <https://historiasyciencia.com/>

Imagen de portada de PDPics en Pixabay
Uso gratuito

A mis compañeros de la Universidad de Sevilla y del Instituto de Microelectrónica de Sevilla, también a mis amigos de muchas universidades españolas y extranjeras. Gracias a todos vosotros, a vuestra amistad, atención y simpatía, me habéis obsequiado vuestra pasión por la ciencia y la tecnología.

Contenido

Personajes principales

Prefacio.....	1
Capítulo 1 Arde Europa	3
Clandestinos en Madrid.....	5
Eugene Kleiner	7
Camino de Lisboa	10
Nueva York	12
Julius Blank.....	13
La guerra	15
Jean Hoerni.....	18
De vuelta a casa.....	18
Rumbo a California	22
Capítulo 2 Camino al MIT	25
El joven Noyce	28
MIT	33
Sheldon Roberts	35
Vida en la uni	35
Jay Last.....	38
Betty y Patricia	40
Philco.....	42
Dow Chemical Company	43
HP.....	44
Capítulo 3 Shockley Semiconductor Laboratories	47
Dios llama a Noyce	50
Víctor Grinich	52
El reclutamiento	53
Gordon Moore	55
Inicios de la empresa	58
La caída de un genio.....	60

Capítulo 4 De la playa al chip.....	63
Hubert y Melvina	65
Jack Kilby.....	67
La guerra	69
Llegó la paz	70
Texas Instruments	73
 Capítulo 5 El alcalde de Silicon Valley.....	79
Huida hacia delante	80
Fairchild	83
Guerra del silicio	85
Kilby versus Noyce	87
Capital de riesgo.....	89
La ruptura	92
Incubadora de empresas	94
De vuelta a casa.....	96
 Epílogo	99
 Nota del autor	105
 Bibliografía	107
 Índice de imágenes.....	109

Personajes principales

Julius Blank	ingeniero mecánico. Fundador de Fairchild y uno de los «ocho traidores».
Juan Faday	ingeniero eléctrico. Narrador.
Víctor Grinich.....	ingeniero eléctrico. Fundador de Fairchild y uno de los «ocho traidores».
Jean Hoerni.....	físico. Fundador de Fairchild y uno de los «ocho traidores». Inventor del proceso de fabricación planar.
Jack Kilby	ingeniero eléctrico. Co-inventor del circuito integrado.
Eugene Kleiner	ingeniero mecánico. Fundador de Fairchild y uno de los «ocho traidores».
Jay Last.....	físico. Fundador de Fairchild y uno de los «ocho traidores».
Gordon Moore	químico. Fundador de Fairchild y uno de los «ocho traidores».
Robert Noyce.....	físico. Fundador de Fairchild y uno de los «ocho traidores». Co-inventor del circuito integrado.
Sheldon Roberts.....	ingeniero metalúrgico. Fundador de Fairchild y uno de los «ocho traidores».
Arthur Rock.....	inversor. Responsable de la creación de gran parte de las empresas de Silicon Valley. A él se debe el concepto de capital de riesgo.
William Shockley	físico. Inventor del transistor. Premio Nobel de Física en 1956.

Prefacio

«Cuanto más difícil es la decisión, menos importa lo que elijas».

Eugene Kleiner

Es un día del mes de agosto de 1957 en el que un grupo de amigos están reunidos en la cervecería Red Lion de la ciudad de Palo Alto, en California. Son ocho colegas que están comentando los acontecimientos ocurridos en esa jornada. Hoy ha sido un día muy especial en el que, aunque aún no lo saben, han sellado no solo su futuro, sino que van a cambiar el destino de toda la humanidad. Acaban de fundar la empresa que será el motor de los cambios tecnológicos que ocurrirán durante la segunda mitad del siglo XX. Cada uno de los ocho jóvenes lleva en su bolsillo el contrato más curioso y original de cuantos se han hecho para la constitución de una compañía. Dicho contrato consiste en un billete de un dólar firmado por todos ellos y los dos inversores. Cada uno tiene su billete, al igual que Arthur Rock y Alfred Coyle, que van a invertir su confianza en ese grupo de jóvenes con edades comprendidas entre veintiocho y treinta y cuatro años. Entre ellos hay tres físicos, un químico, dos ingenieros mecánicos, un ingeniero metalúrgico y un ingeniero eléctrico. Seis de ellos son doctores y dos proceden de Europa, aunque todos son estadounidenses.

En la mañana de ese día se habían citado en la cercana ciudad de San Francisco. En concreto, la reunión para la creación de la empresa Fairchild Semiconductor tuvo lugar en el hotel Clift. Una vez terminada la reunión, los ocho amigos marcharon a su ciudad de Palo Alto, a tan solo treinta minutos de la urbe de San Francisco, en el extremo sur de la bahía. Acababan de dar el paso de abandonar la empresa en la que trabajaban para fundar su propia compañía. Su actual jefe era William Shockley, uno de los inventores de un dispositivo llamado transistor y que acababa de recibir, unos meses antes, el Premio Nobel de Física por este hecho.

William Shockley era un californiano de esta localidad de Palo Alto, si bien nació en el año 1910 en Londres. Estudió física en el Instituto Tecnológico de California en Pasadena, el famoso Caltech. Realizó la tesis doctoral en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, conocido como MIT, con el profesor John Slater; un importante físico que ha realizado grandes contribuciones a la física del estado sólido, es decir, la física que intenta explicar la estructura atómica interna y las propiedades de los materiales. A continuación, Shockley trabajó en los Laboratorios Bell, que era una empresa perteneciente a la poderosa compañía de comunicaciones American Telephone and Telegraph, conocida como ATT. Allí dirigió, tras la Segunda Guerra Mundial, a un grupo de científicos para trabajar en el desarrollo de un dispositivo electrónico que sustituyera a los tubos de vacío.

Tras el descubrimiento del transistor, William Shockley creó la empresa Shockley Semiconductors Laboratory. Allí era donde trabajaban estos ocho jóvenes que ahora habían urdido el complot para fundar una compañía que compitiera con su empresa matriz. Shockley los llamó «los ocho traidores» y con ese nombre pasaron a la historia. Sus nombres eran: Julius Blank, Víctor Grinich, Jean Hoerni, Eugene Kleiner, Jay Last, Gordon Moore, Robert Noyce y Sheldon Roberts. Ellos fueron el origen del entramado de sociedades que se conocería como Silicon Valley, creando compañías como Teledyne, AMD, Signetics, National Semiconductor e Intel, además de otras, o empresas que ayudaron a formar tales como Apple, Nvidia, Altera, Agilent, Facebook, Google, entre otras muchas. Allí, entre estos ocho emprendedores, estaba uno de los inventores del circuito integrado, también llamado microchip o simplemente chip, que revolucionó la tecnología y ha acelerado los cambios en nuestra sociedad. Nuestro mundo de las comunicaciones y la información tuvo su origen en ese billete de dólar firmado aquel día de agosto de 1957.

Capítulo 1

Arde Europa



«Hay un momento en el que el pánico es la respuesta apropiada».

Eugene Kleiner

Mi nombre es Juan Faday Rodríguez. Vine al mundo en la hermosa ciudad de Sevilla durante una calurosa y soleada mañana de abril de 1922. ¡Imagínense el jaleo que se armó en el normalmente tranquilo hogar de mi familia! Allí se habían reunido mis tíos, tías y algunos primos que jugaban frente a mi casa, situada junto a la muralla de la ciudad, en la calle Muñoz León. Mis tías ayudaron en el parto y, entre ellas, mi tía Florencia, hermana de mi madre, que era comadrona.

Aunque yo no era consciente de ello, pero el ambiente debió estar impregnado con el aroma del azahar, pues mi calle, en el céntrico barrio de San Julián, junto al barrio de la Macarena, estaba poblada de naranjos que dotaban de sombra a la vez que

perfumaban el ambiente en esa época del año. Vivíamos muy cerca de la puerta de Córdoba, en una vieja casa de vecinos.

El año de mi nacimiento nuestro dramaturgo Jacinto Benavente recibió el Premio Nobel de Literatura. En lo político y social, España continuaba envuelta en la extenuante guerra del Rif. Esta contienda se prolongó durante ¡dieciséis años! Para nuestro país supuso una sangría de más de cincuenta mil muertos.

Mi padre era impresor y trabajaba en el periódico «El noticiero sevillano», que se encontraba en el número 12 de la calle Alfonso XII. En esa época era la publicación decana de la prensa hispalense y, quizás, el diario de mayor tirada de la región andaluza.

Mi padre, de origen inglés, me instruyó en su idioma natal desde que comencé a balbucear algunas palabras. Desde niño me interesaron las matemáticas y las ciencias, si bien esas materias estaban detrás de otros intereses como las canicas, las chapas, el fútbol, el pollito inglés o el juego del churro. Este último juego era muy popular y consistía en que uno de los niños se apoyaba en la pared haciendo de madre o árbitro, mientras el resto se dividían en dos equipos con el mismo número de componentes. Uno de los equipos, apoyándose entre sí, formaban una montura sobre la que saltaba el otro grupo. Si los que soportaban el peso se derrumbaban, entonces ese equipo perdía.

Solía jugar con mis primos que vivían en la cercana calle Matahacas.

—¿Sabes que mi calle es la más larga del mundo? —me dijo cierto día mi primo Luis.

—¿Cómo?, pero si es muy corta —respondí atónito.

—¡Qué va!, mi calle va desde la luna al sol. No hay ninguna otra calle así en el mundo.

—¡Qué me cuentas!

—¡Ja, ja, ja! —se reía mi prima Rosa—. La calle Matahacas comienza en la calle Luna y termina en la calle Sol.

Hoy en día dicha calle ha perdido la condición de ser la más larga del mundo, ya que a la calle Luna le cambiaron el nombre por Escuelas Pías.

Mi infancia fue feliz entre juegos con amigos del barrio y del colegio. Mis deberes eran, en primer lugar, los estudios que mis padres fomentaron, recados que debía hacer en casa y entre los vecinos y, a partir de los diez años, recados para el periódico donde trabajaba mi padre. Si bien «El noticiero sevillano» cerró en 1933, su penúltimo

director, Juan Carretero Luca de Tena, creó en 1929 el periódico «ABC» de Sevilla, llevándose a mi padre con él.

Los estudios de secundaria en esa época tenían dos etapas: una de doce a quince años y otra de quince a dieciocho años que habilitaba para ingresar en la educación universitaria. Mi primera etapa se desarrolló en un clima social muy crispado debido a los enfrentamientos entre extremistas de diversos bandos. Era la época de la Segunda República española y la violencia, fomentada por quienes pretendían en cada momento el asalto del poder, se sentía en las calles. El momento álgido llegó el 18 de julio de 1936, cuando un grupo de militares se sublevó contra el gobierno republicano. En Sevilla, el gobernador civil Varela Rendueles intentó oponerse, sin éxito, al militar sublevado Queipo de Llano. Ese día en el que se inició la guerra civil española nuestro mundo cambió radicalmente. Ese día perdí mi infancia y adolescencia, se acabaron los juegos y los estudios, el miedo y el horror eran algo cotidiano. Ese día, unos pocos políticos y militares, de cortas miras y menos escrúpulos, llevaron a un país entero a perder la razón y el infierno abrió sus puertas.

Clandestinos en Madrid

Al terminar la guerra pude acabar mis estudios de secundaria, de manera acelerada en pocos meses. Tenía claro mis intereses académicos en matemáticas, física y química. Por ello marché a la capital del país, en otoño de 1939, a estudiar estas materias en la Universidad Central de Madrid, que más adelante se convertiría en Universidad Complutense. Esta universidad se la conocía como «La docta», debido a que era la única de España que podía otorgar el título de doctor, hasta que en 1953 se otorgó ese derecho también a la Universidad de Salamanca y a la de Barcelona.

Nada más llegar a la ciudad, me hospedé en una lúgubre pensión situada en una estrecha calle que desembocaba en la calle Atocha, mientras buscaba un alojamiento más estable. Supe de un minúsculo piso que se había quedado libre en un edificio semiderruido debido a los bombardeos sufridos durante la recién acabada contienda. Una vez resuelto el alojamiento me centré en mis estudios.

Los estudios en esos años de posguerra estaban muy enfocados hacia la religión católica y a la ideología falangista. Religión y política eran los ejes principales, mientras que otras materias o disciplinas no solo eran secundarias, sino que se subyugaban, incluso sus contenidos, al ideario gobernante en el país. Todo el cuerpo docente, desde el rector, el historiador Pío Zabala y Lera, hasta el último profesor, debían mostrar su

adhesión al nuevo régimen. Esto hizo que la mayoría del profesorado fuera depurado. En la Facultad de Ciencias fue notoria la ausencia del que fuera, quizás, uno de los mejores físicos españoles, el catedrático de Electricidad y Magnetismo Blas Cabrera y Felipe, que fue defenestrado y se exilió en París. Allí, el que fuera rector de la Universidad Central de Madrid y amigo de personajes tan ilustres como los físicos Paul Langevin, Maurice de Broglie, Albert Einstein o Marie Curie, fue nombrado secretario de la Oficina Internacional de Pesos y Medidas. Más tarde marchó a México, donde impartió docencia en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México como profesor de Física Atómica y de Historia de la Física. Allí fallecería en 1945.

Las instalaciones de la Ciudad Universitaria eran una pura ruina. Allí habían tenido lugar algunos de los más duros combates durante la reciente conflagración nacional. Los edificios destruidos formaban parte del escenario propagandístico de los vencedores en la contienda, aunque se inició un lento proceso de reconstrucción.

Éramos pocos los alumnos de la Facultad de Ciencias que estábamos en la Sección de Física. Allí conocí, entre otros, a mi amigo Eduardo Buendía, con el que pasaba largas horas de estudio, conversación y paseos por la ciudad.

Cierto día Eduardo llamó a la puerta de mi destartada casa.

—Juan, necesito que me hagas un favor. Tienes que ayudarme a ocultar a una familia de judíos austriacos que han estado huyendo de los nazis que han invadido su país. Desde Bélgica han podido llegar a Madrid gracias a unos contrabandistas. Solo se quedarán un día o dos, hasta que consigan un medio para llegar a Portugal.

—Eso es muy peligroso. Sabes que cualquier vecino podría denunciarnos y si nos detienen podemos considerarnos muertos. ¿Cuántos son?

—Un matrimonio y sus tres hijos.

—Puedo alojarlos en mi dormitorio y yo dormiré en el salón, pero ya ves cómo de minúscula es mi casa.

De esta manera, la familia Kleiner se refugió en mi pequeño piso. El problema era entenderse, porque principalmente hablaban alemán, aunque algo de inglés, que habían aprendido durante su estancia de un año en Bélgica. Yo hice amistad con Eugene, el menor de los tres hermanos, quien casi tenía mi edad, ya que solo era un año menor que yo. A través de él pude enterarme de las vicisitudes por las que había tenido que pasar su familia.

Eugene Kleiner

A Eugene Kleiner desde niño lo llamaban Gene. Había nacido en Viena, la capital de Austria, el 12 de mayo de 1923.

De su época infantil, Gene recordaba su lujosa casa que consistía en un gran piso en la cuarta planta de un edificio residencial del centro de Viena. Sus padres, León y Anna, constituían una familia judía acomodada, ya que él era un empresario industrial dueño de varias fábricas de calzados.

El pequeño Gene estudió primaria en un colegio judío al otro lado del Danubio, a unos treinta minutos caminando de su casa. Él, junto a sus hermanos mayores Bernhard y Rose, caminaba todos los días cruzando el puente sobre el gran río hasta llegar al colegio.

La familia Kleiner era bastante extensa; tíos y primos que mantenían un contacto continuo, ya que eran frecuentes las reuniones familiares para celebrar algún evento. También se veían con frecuencia en las reuniones en la sinagoga.

Gene tuvo una relación especial con su padre, de quien recibió una gran influencia y por el que sentía un gran respeto y admiración. Durante toda su vida siempre llevaría una fotografía en su cartera en la que aparecía su padre, con unos cuarenta años, y él, con unos diez años. De él diría Eugene con admiración: «mi padre tuvo muchos contratiempos durante su vida y, sin embargo, siempre fue una persona positiva. Incluso en las peores condiciones siempre fue optimista».

Del colegio judío, donde los niños estudiaron en primaria, pasaron a un instituto público de secundaria. León quería que sus hijos se integraran mejor en la sociedad austriaca, si bien el ambiente estaba muy enrarecido por unas nuevas ideas radicales que atacaban de manera especial a los judíos.

El 12 de marzo de 1938 el ejército alemán invadió Austria sin encontrar resistencia. Era lo que los nazis llamaban «*Anschluss*», que significa «enlace», para justificar la anexión del país. Ya desde 1931, los nazis austriacos estuvieron preparando el ambiente de unión con el país germánico.

Eugene tenía catorce años cuando las tropas alemanas ocuparon el país. Durante la ocupación, los soldados alemanes fueron recibidos con vítores en todos los pueblos y ciudades por los que pasaban. Este hecho sorprendió a los propios mandos del ejército germano, la *Wehrmacht*, que no esperaban ese jubiloso recibimiento.

Pocos días después de la llegada de los nazis a la capital del país, al entrar en el instituto, Gene se encontró con que los estudiantes se concentraban, en silencio, en el patio de entrada. Algunos profesores se agrupaban en las puertas del edificio portando un brazalete con la esvástica. En la fachada se desplegaba un gran estandarte rojo con un círculo blanco en el centro que inscribía una cruz gamada negra en su interior. Cuando llegó la hora de inicio de las clases, el profesor de gimnasia se dirigió a los estudiantes.

—Los alumnos judíos no pueden entrar en el instituto. Deberán regresar a sus casas y no volver más —dijo el profesor a voz en grito a los asombrados y asustados jóvenes.

Al poco tiempo de la invasión, los judíos comenzaron a ser hostigados por la policía y por fuerzas paramilitares.

—Procurad no salir a la calle y pasad lo más desapercibido posible —les decía León a sus hijos.

Debido a que el ambiente era cada vez más inseguro, León decidió enviar grandes cantidades de dinero a un familiar que vivía en Suiza, «por lo que pudiera pasar». Los acontecimientos le dieron la razón debido a que, a los pocos días de la conocida como «invasión silenciosa», le incautaron las fábricas de zapatos.

La familia Kleiner se encerró en su casa de la que apenas salían. Cierta día de noviembre, unos golpes en la puerta resonaron en todo el domicilio, sobresaltando a sus inquilinos. Al abrir la puerta, un grupo de jóvenes paramilitares que portaban brazaletes con la esvástica ocupó la vivienda. Toda la familia fue agrupada en el vestíbulo de la casa mientras registraban, rompían cristalería, lámparas y destrozaban los enseres del inmueble.

Uno de los cabecillas nazis era un joven que trabajaba para León y, aunque había recibido numerosos favores por su parte, fue de los más estrictos y pendencieros. León estaba impresionado de que formara parte del grupo que asaltaba su casa y, sobre todo, de la actitud inclemente que manifestaba.

—En nombre del Tercer Reich, abre la caja fuerte y danos todo el dinero y joyas que tengas —le espetó en tono bronco y avinagrado al que fuera su patrón.

Una vez requisados los objetos de valor y destrozado el resto del mobiliario, el grupo de nazis se marchó llevándose a León y dejando al resto de la familia en una situación de desconsuelo, miedo y preocupación.

— Niños, recoged ropa, mantas y utensilios básicos como platos, cacerolas, algunos cubiertos, material de aseo como jabón, toallas, detergente —dijo Anna tomando la iniciativa—. Nos mudamos todos, en silencio, al ático.

Allí vivieron escondidos durante una temporada. Unos vecinos les subían alimentos y las pocas noticias que conseguían averiguar. Nada se sabía del padre, quien desapareció, como muchos otros judíos.

Por su parte, el patriarca de los Kleiner fue llevado a un descampado en el que organizaban a los prisioneros en filas formando diferentes grupos. Estos eran obligados a subir a unos camiones a punta de fusil. León observaba, asustado, el ajeteo del lugar. Había cientos o miles de personas temerosas que no entendían lo que estaba ocurriendo.

Un policía se acercó a él. Al principio no lo reconoció, pero pronto se dio cuenta de quién se trataba, ya que era el agente encargado de negociar los pedidos de las botas que León fabricaba para la policía.

—Señor Kleiner, estoy seguro de que está usted en la fila equivocada. Esta fila es para los judíos que van a los campos de concentración. Debe cambiarse a aquella fila que es para los delincuentes habituales.

De esta manera, aunque él no lo supo en ese momento, el policía le había salvado la vida. En esos primeros días de ocupación se detuvieron unas setenta mil personas, la mayoría judíos que fueron enviados a campos de exterminio.

Un mes después, León pudo salir de la cárcel y volver a su casa. Cuando apareció en la puerta del desván, acompañado por el vecino que los había ayudado, la sorpresa fue descomunal. Anna no pudo contenerse y rompió a llorar. Todos se abrazaron en un largo apretón del que nadie se quería desenlazar.

León buscó información sobre otros familiares. La mayoría habían sido detenidos y se encontraban en paradero desconocido. Otros, al parecer, habían huido. Esto convenció a todos los miembros de la familia Kleiner a organizar la huida del país. En una agotadora travesía a través de las altas montañas alpinas consiguieron llegar a Suiza, desde allí viajaron, cruzando Francia, hasta Bélgica. En Bruselas vivieron durante un año en un pequeño apartamento. Allí León abrió una pequeña empresa de fabricación de zapatos. Él pensaba que la guerra terminaría pronto y podrían volver a Viena. Por su parte, el joven Gene asistió a una escuela de oficios para aprender el manejo de tornos y fresadoras para la fabricación de herramientas y piezas.

—Cuando a comienzos de este año de 1940 los alemanes amenazaban con invadir Bélgica —narraba Gene a Juan—, mis padres tomaron la decisión de huir. Un cliente de

mi padre nos sugirió viajar a España y nos puso en contacto con un grupo de partisanos que tenían su sede en la ciudad de Bayona y que movían a refugiados huidos de Alemania hacia Portugal. Cruzamos los Pirineos con dos contrabandistas gracias a la ayuda de unos maquis, que son guerrilleros que no terminan de comprender que la guerra ha terminado y aún tienen la esperanza de poder vencer al bando ganador. Desde allí nos trasladaron a Madrid los estraperlistas, donde, a través de tu amigo de la universidad, Eduardo Buendía, llegamos a esta casa. Nuestra intención es ir a Portugal. Allí esperamos conseguir un pasaje en un barco rumbo a Estados Unidos.

Camino de Lisboa

La estancia de los expatriados en mi casa duró más tiempo del que inicialmente estaba previsto. Mi amigo Eduardo, que me había involucrado en alojar a los refugiados, les había conseguido un vehículo y estaba pendiente para avisarles del mejor momento para abandonar la capital. El problema era que los caminos hacia Portugal estaban muy vigilados, por lo que no encontrábamos la ocasión adecuada para la partida.

Cierto día, tras una larga semana subsistiendo en tan incómodas condiciones debidas, sobre todo, a la escasez de espacio, observamos cómo un pequeño camión se paraba en la calle y un grupo de falangistas armados salieron de él dirigiéndose al edificio en que nos encontrábamos.

—¡Nos han descubierto! ¡Hay que salir ya! —grité nervioso a la asustada familia.

Rápidamente, sin apenas coger nada subimos a la azotea y, pasando de bloque en bloque, bajamos a la calle trasera desde el último edificio de la manzana. Allí teníamos preparado un coche que estaba previsto usarlo en el viaje a Portugal. Yo me senté al volante y salimos rápidamente, aunque sin hacernos notorios a los ojos de los pocos transeúntes que pasaban por el lugar.

En vez de dirigirnos al oeste, salimos de Madrid por la carretera de Andalucía, hacia el sur. Pensé que ese destino estaría menos vigilado.

—Supongo que ahora te has convertido en un prófugo —comentó Gene.

—Me temo que sí, creo que voy a tener que plantearme huir del país, aunque no sé cómo voy a hacerlo porque no tengo dinero.

—Por eso no te preocupes, puedes viajar con nosotros hacia Estados Unidos, yo me encargaré de tu pasaje. Nos has salvado las vidas de todos y te debemos mucho —dijo León, ya más calmado tras el susto recibido.

—Pues ahora el que está en deuda con vosotros soy yo —dije animado ante las nuevas perspectivas de futuro que se me abrían—. Ya sé por dónde podremos pasar a Portugal. Es un viaje largo, pero creo que será más seguro.

Cruzamos La Mancha sin incidentes hasta llegar a Sierra Morena, que la atravesamos por el paso de Despeñaperros. Transitamos por los inmensos campos de olivos de Jaén y Córdoba. Justo antes de llegar a la ciudad de Córdoba nos desviamos hacia el oeste. Nos dirigimos al pueblo de Llerena pasando por Fuenteobejuna. A continuación, por carreteras secundarias, atravesamos Fuente de Cantos y Fregenal de la Sierra hasta llegar al pequeño pueblo de Encinasola, justo en la frontera con Portugal.

—Este es lugar de contrabando entre Portugal y España. Aunque la Guardia Civil vigila la zona, sin embargo, hace la vista gorda al estraperlo —informé a los demás viajeros—. Tras la guerra, la falta de comida ha potenciado el tránsito de mercancías. Los principales negociantes en el mundo del estraperlo son importantes funcionarios del régimen que se enriquecen con ello. Por eso hay ciertas zonas seguras para el paso clandestino de productos de diversa índole, sobre todo de alimentos.

Tras asegurarnos que el camino al vecino pueblo portugués de Barranco estaba despejado, cruzamos la frontera sin ningún incidente. Allí paramos para descansar del largo viaje de diez horas que habíamos realizado.

—En el pueblo de Barranco —les contaba mientras paseábamos por las calles de la villa—, con solo tres mil habitantes, se hablan tres idiomas: el portugués, en una versión alentejana, el español, en una versión extremeña, y el barranqueño, que es un idioma ancestral propio tan solo de este pueblo.

Tras una buena comida, una vez repuestas nuestras fuerzas, marchamos a la capital de Lisboa, que era un hervidero de refugiados. En efecto, si bien había una alianza entre Portugal y el Reino Unido, el gobierno del dictador António de Oliveira Salazar se declaró neutral durante la Segunda Guerra Mundial. Esto convirtió al país en un refugio de huidos de casi todo el continente. El puerto no solo era destino de mercancías, sino también de personas que querían traspasar el Gran Océano hacia tierras más seguras.

Allí conseguimos pasaje en un barco hacia Estados Unidos. Me uní a la familia Kleiner gracias a su generosidad, ya que me pagaron el pasaje, también me proveyeron de equipaje y me prometieron ayuda para iniciar una nueva vida en el Nuevo Mundo.

Nueva York

De esta manera pudimos llegar a Nueva York en mayo de 1941, justo cuando Gene acababa de cumplir dieciocho años. Durante un tiempo yo me instalé con la familia Kleiner en Brooklyn, en una casa de una tía de León. Nos alojamos en un gran edificio de ladrillos rojos en el 1631 de Union Street, cerca de Eastern Parkway. León, gracias a los ahorros salvados en Suiza, inició un negocio de fabricación de zapatos.

Todos nos pusimos a trabajar inmediatamente. Así, Bernhard, el hermano mayor de Gene, consiguió un empleo como contable. Por su parte, Eugene y yo encontramos una ocupación como aprendices en un taller que fabricaba piezas para motores de aviones. Aunque el sueldo era bajo, un dólar a la hora, debido a que en pocos meses el país entró en guerra, el trabajo que realizábamos se convirtió en una actividad muy solicitada. Como Gene ya tenía experiencia en manejarse en un taller, pudo ascender rápidamente y, al poco tiempo, era responsable de una cadena de montaje constituida por mujeres, lo que le permitió duplicar su sueldo.

Yo, por mi parte, además del trabajo, me matriculé en un curso de formación profesional de electricista. También quise continuar mis estudios universitarios que había abandonado, así que asistí a clases nocturnas en City College. Esta universidad se fundó en 1847 y tiene el privilegio de ser la primera institución pública gratuita de educación superior en los Estados Unidos. Se encuentra en la zona oeste de Harlem, a poco más de una hora en tranvía de mi casa. Allí tuve que escoger las asignaturas que se impartían en ese horario, sin elección. Eso me llevó a cursar asignaturas dispares tales como historia y matemáticas.

Una noche, en clase de historia, observé cómo mi compañero en el pupitre de al lado estaba profundamente dormido.

—Pss, pss, despierta —le dije en un susurro.

El joven se despertó sobresaltado, nos miramos y contuvimos, a duras penas, una carcajada. Al terminar la clase pudimos hablar más relajadamente.

—Me he quedado dormido porque la historia me aburre. Además, llevo todo el día trabajando.

—Mi nombre es Juan Faday. Yo también llevo todo el día entre trabajo y estudios. Por eso vengo a clases nocturnas, aunque estoy agotado.

—Yo me llamo Julius Blank. Por la mañana trabajo en unas oficinas, por la tarde estudio en una escuela de oficios y por la noche en la universidad. Sí que es extenuante.

Rápidamente, nos hicimos amigos Julius y yo. Gene también se unió a nuestro grupo. Julius nos narró su historia.

Julius Blank

El barrio de Lower East Side, que también se conoce como Loisaida, se encuentra en el corazón de Manhattan, en Nueva York. Era un barrio de clase obrera en el que vivían inmigrantes de múltiples naciones: irlandeses, ucranianos, polacos, alemanes, puertorriqueños y dominicanos. Allí se encontraba Little Germany, Chinatown y el barrio judío. Está delimitado por East Houston Street, Bowery, Pike Street, el puente de Manhattan y el río Este. En el corazón del barrio nació, el 2 de junio de 1925, el pequeño Julius, quien era el tercer hijo de una familia de inmigrantes judíos. Su padre, Charles Blank, procedía de Rusia, mientras que su madre, Gussie, venía de Austria.

Charles fabricaba maletas y estuches para instrumentos musicales. Sin embargo, debido a que el sueldo era muy bajo, hubo de tener también otros empleos. Como poseía una gran facilidad para los idiomas, pudo trabajar como traductor de ruso, alemán, polaco y húngaro. Solía ser contratado para traducir artículos de periódicos extranjeros. También buscó trabajo en el sindicato de trabajadores de equipajes, donde fue síndico del fondo de pensiones. Julius solía contar una anécdota sobre la facilidad de su padre para aprender idiomas. Fue cuando en cierta ocasión acudió a visitarlo al sindicato y observó que estaba leyendo un periódico en español llamado Prensa El Diario.

—Papá, ¿por qué lees periódicos en español? —preguntó Julius sorprendido.

—Bueno, los miembros del sindicato están cambiando. Tenemos mucha más gente hispana, así que decidí que para tratar con ellos debería aprender un poco de español.

Julius vivió su infancia y juventud en un pequeño apartamento de un edificio de cinco plantas, cuya fachada lucía de ladrillos a la vista de color rojo, con una escalera de incendios adosada. Frente a su casa había un edificio administrado por la Sociedad de Ayuda a la Infancia, que era un grupo de voluntarios que atendía a personas de escasos recursos, con el propósito de educar a niños pequeños cuyas madres estaban trabajando. Julius comenzó a asistir a clases allí cuando tenía cuatro años. Junto a su amigo Harry, quien vivía en el edificio contiguo al suyo, aprendieron a leer y escribir. Por las tardes dormían la siesta en ese mismo centro, merendaban galletas y bebían leche. De esta manera, con cinco años ya sabía leer y escribir, de modo que, en lugar del jardín de infancia, entró directamente en el primer curso de primaria en el colegio.

Con esa edad, de cinco o seis años, caminaba varias manzanas hasta la biblioteca, aun cuando su madre se lo tenía prohibido, por miedo a la inseguridad del barrio.

En una entrevista, ya de mayor, evocaba sus recuerdos de la infancia escuchando la radio en su casa. También rememoraba que le impresionaban los camiones Mack que transportaban el carbón para las viviendas. Estos vehículos tenían una transmisión por una cadena abierta sin protección y no tenían neumáticos, sino que las ruedas eran de acero macizo con goma gruesa pegada a las llantas.

Con objeto de cursar sus estudios de secundaria, Julius Blank viajaba durante una hora en tranvía para asistir a la Escuela Secundaria Erasmus Hall en Brooklyn. Dicho instituto ocupaba un edificio de estilo georgiano-federal, construido en un terreno donado por la Iglesia Holandesa Reformada de Flatbush en 1896. Hoy en día, el edificio es un patrimonio histórico de Nueva York. Allí estudió hasta los quince años, cuando se graduó en el año 1940.

—Papá, me han admitido en una universidad, se trata del City College de Nueva York, donde comenzaré las clases este otoño.

—Eso está bien, pero tendrás que buscar un empleo, con mi escaso sueldo ya no podemos mantenernos todos. Te he recomendado para que trabajes de aprendiz de operario en la fábrica que se encuentra muy cerca de casa. Si quieres estudiar tendrás que hacerlo en clases nocturnas.

Julius asistió a clases nocturnas en City College.

—Estoy reventado con el trabajo en la fábrica. Es muy duro, ya que me encargan las peores tareas.

—Eres aprendiz, ¿qué tipo de trabajo esperabas? —respondió su padre.

—Pero llevo un año y todo sigue igual que al principio.

—Si no asistieras a clases nocturnas, podrías descansar más.

—El problema no son las clases, sino que, además de ser un trabajo agotador, me pagan una miseria. ¡Solo cuarenta centavos a la hora!

—En eso tengo que darte la razón. Voy a buscarte otro empleo. Tengo un amigo que quizás pueda ayudarnos.

Así que, al poco tiempo, Julius consiguió una oferta en la empresa Interborough Construction Company situada muy cerca de su casa en Manhattan. Aunque el sueldo no era alto, sin embargo, el trabajo era mucho más cómodo que en la fábrica, ya que consistía en realizar tareas de gestión en las oficinas de la empresa.

En esta situación nos conocimos Julius y yo, debido a que coincidimos en la universidad, en clases nocturnas.

—Juan, creo que si quiero mejorar mis condiciones económicas debería especializarme en un oficio —me comentó cierto día Julius.

—Puedes asistir a la escuela de oficios Brooklyn Tech. Como sabes, yo ya estoy terminando de estudiar electricidad allí.

Esto lo impulsó a asistir a clases nocturnas en dicha escuela de oficios, compaginándolas con la universidad. Brooklyn Technical High School, conocido popularmente como Brooklyn Tech, estaba considerada como uno de los institutos de secundaria más prestigiosos y selectivos de los Estados Unidos. El edificio que alberga dicha escuela se encuentra ubicado a la sombra del Puente de Manhattan. Por ello, el escudo del instituto lleva la imagen de ese puente.

En Brooklyn Tech aprendió el oficio de tornero fresador, lo que le permitió cambiar de empleo y trabajar de mecánico en la empresa New York Testing Labs. Allí fabricaba piezas de máquinas que se utilizaban para analizar y probar aceros y otros metales. Junto al taller había un laboratorio químico. Uno de los proyectos en los que trabajó fue la fabricación de caucho sintético en ese laboratorio. Esto le permitió adquirir cierta experiencia en procesos químicos.

La guerra

Toda la actividad económica e industrial del país estaba enfocada en el desarrollo de proyectos militares. Estados Unidos se encontraba inmerso en plena Segunda Guerra Mundial. Cierta día de 1943, estando Julius y yo en clase, apareció en el aula de la universidad un oficial del ejército.

—Si se alistan en el cuerpo de reservas podrán ingresar en el programa de entrenamiento especializado del ejército —nos ofreció el reclutador—. En este programa se imparten clases en la universidad para la formación de oficiales. No entrarán en acción de guerra, sino que estarán en la reserva. Necesitamos tener oficiales formados en el país y, actualmente, casi todos están en los distintos frentes.

Tanto Julius, Eugene como yo decidimos enrolarnos. Debido a nuestra condición de refugiados extranjeros, tanto Gene como yo pudimos habernos librado fácilmente del servicio militar. Sin embargo, los dos queríamos participar en la lucha contra los nazis y no nos conformábamos con estar a salvo lejos del conflicto. El hecho de alistarnos en el

ejército nos permitió adquirir la nacionalidad estadounidense y esto tendrá importantes repercusiones en nuestro futuro.

Al poco tiempo, los tres recibimos un entrenamiento básico de infantería en un campo de reclutas en Alabama, tras lo cual reanudamos los estudios en nuestra misma universidad, City College de Nueva York, pero ahora bajo la supervisión del ejército.

Sin embargo, seis meses después todo cambió. En abril de 1944, la evolución de la guerra obligó a disolver nuestro programa de estudios y fuimos enviados a una división de infantería en Luisiana. En octubre de ese año de 1944 nos trasladaron al frente europeo con la Octava División de Infantería.

El caso de Eugene fue diferente al de Julius y mío debido a que, aprovechando su conocimiento de alemán por su condición de austriaco, fue enviado a Georgia para vigilar a prisioneros e interrogarlos. Al final no tuvo que luchar en el frente.

Tras una breve escala en Inglaterra, Julius y yo arribamos, con nuestro batallón, en la playa Omaha, en Normandía. Esta fue una de las playas en la que los aliados desembarcaron unos pocos meses antes, el 6 de junio de 1944, el famoso día D. En esta playa se produjeron los peores enfrentamientos con los alemanes, por lo que fue en donde más bajas se originaron.

Si bien la guerra ya se había trasladado al interior del continente, nos sentimos impresionados por el escenario donde habían tenido lugar los hechos que cambiaron el signo de la contienda. La región por la que pasábamos estaba sembrada de tumbas recientes, lo que resultó un gran golpe que hizo despertar nuestra conciencia de que nos encontrábamos en plena vorágine bélica.

Marchamos por Bélgica, Luxemburgo y Alemania. En diciembre de 1944 participamos en la batalla del bosque de Hürtgen, al norte de Aquisgrán. Esta fue una de las más duras confrontaciones entre el ejército norteamericano y el alemán. La batalla se disputó durante ¡cinco meses!, entre el 14 de septiembre de 1944 y el 10 de febrero de 1945, sobre un pequeño territorio donde murieron más de sesenta mil soldados, entre americanos y alemanes. Al poco tiempo de llegar, entramos en combate. Julius y yo luchábamos codo con codo en las trincheras. Cierta día nos amaneció en pleno combate cuando Homades, dios del estruendo de la batalla, apareció. Disparos de fusil y ametralladoras, proyectiles de cañones y tanques, gritos y lamentos de los hombres, todo el fragor del Hades nos envolvió.

Con el ardor y el estrépito del combate no me di cuenta de que Julius había sido herido. Al rato noté su ausencia y al volverme lo vi caído en el suelo. Había perdido el conocimiento, pero yo pensé que había muerto. En mi desesperación me lancé hacia él.

—¡Nooo!, Julius, no puedes morirte, no me abandones en este infierno —gritaba yo en mi aflicción mientras lo zarandeaba.

—Como no me sueltes, tu sí que me vas a matar —me susurró él, sin apenas fuerzas, ante mi estupefacción.

A la alegría de verlo con vida le siguió la angustia de llevarlo a retaguardia para que recibiera atención médica. Finalmente, dos compañeros me ayudaron a trasladarlo al hospital de campaña. Allí le hicieron una cura de emergencia y fue enviado a un hospital en París, desde donde se evacuó a Inglaterra. Yo, por mi parte, continué en el frente, con mi diezmado batallón.

Para Julius los combates se habían acabado, ya que cuando el médico le dio el alta recibió una carta con su nuevo destino en la retaguardia inglesa. Eran las primeras semanas de 1945 cuando se trasladó al Cuerpo Aéreo del Ejército, donde trabajó como mecánico en un torno fabricando piezas para los aviones.

En mi caso, una vez roto el frente, el ejército aliado continuó con su avance. A mí me enviaron hacia el sur, muy cerca de la ciudad de Friburgo. Desde allí conseguimos cruzar el Rin para continuar el progreso en tierras germanas.

Yo formaba parte de un destacamento de vanguardia que debía debilitar las defensas enemigas para facilitar el avance de nuestras tropas. En el pueblo de Müllheim sufrimos una emboscada por parte de un numeroso grupo del ejército de la *Wehrmacht*. Mi grupo de cinco compañeros conseguimos huir para ponernos a salvo. Marchamos hacia el sur perseguidos por los soldados alemanes que se habían propuesto darnos caza. En nuestra desesperación mantuvimos una marcha fatigosa, escalando montañas, sin comida ni abrigo para las bajas temperaturas de esas desconocidas cumbres.

Al segundo día de nuestra huida, de pronto y sin esperarlo, un grupo de soldados nos rodeó. No tuvimos tiempo para reaccionar. Estábamos perdidos y por eso nos rendimos. Nada más deponer nuestras armas, nos percatamos de que no eran alemanes sino soldados suizos. Estábamos en terreno neutral. Sentimos un gran alivio. Nos abrazamos y lloramos de alegría. Los suizos nos miraban sorprendidos, aunque al poco también se reían con nosotros.

Los militares helvéticos nos dieron comida, bebida y abrigos. Mientras recuperábamos fuerzas, entablé conversación con un joven recluta llamado Jean Hoerni

con quien entablé amistad. Yo le conté mis peripecias desde la salida de mi natal de Sevilla. Él me narró también su historia.

Jean Hoerni

Jean Amédée Hoerni nació el 26 de septiembre de 1924 en la ciudad suiza de Ginebra, situada en el suroeste del país, donde el Ródano sale del lago Lemán buscando el mar Mediterráneo. En esta ciudad francófona pasó su infancia y juventud. Ya de muy joven se interesó por las matemáticas y la física.

Si bien no vivió los horrores de la Segunda Guerra Mundial, debido a la neutralidad de su país, sí fue testigo de algunos de sus efectos. En esa lúgubre época el país vivía en un estado de constante alerta ante el miedo de una invasión alemana. En cuanto cumplió dieciocho años, en 1942, Jean fue movilizado, como la mayor parte de la población, y recibió instrucción militar en los Alpes, dentro de la estrategia de defensa planteada por el General Henri Guisan llamada Reducto Nacional Suizo. Esto consistía en fortificarse en las zonas más escarpadas de la cordillera alpina, desde donde se podían controlar las vías de comunicación del país.

A pesar de esta situación de alerta y vigilancia, Jean pudo estudiar en la Universidad de Ginebra, mientras que compaginaba su tiempo con el entrenamiento y guardias del servicio militar. La vida universitaria y del país en general se adaptaba a las circunstancias del momento.

De vuelta a casa

En mayo de 1945 Alemania se rindió y dio fin a la guerra en Europa, si bien continuó en el Pacífico. Yo fui repatriado inmediatamente.

A la vuelta, debido a mi condición de ciudadano estadounidense, pude acogerme a la Ley de Reajuste de Militares, es lo que se conocía como GI Bill. Esa ley proporcionaba ciertos beneficios a los soldados que participaron en la guerra. Entre otras ayudas, los soldados recibían una pensión que permitiese la subsistencia mientras estudiaban o encontraban un trabajo, también disponían de facilidades para obtener préstamos para adquirir viviendas o bien para iniciar alguna actividad empresarial. De esta manera, con el soporte económico que recibí, pude continuar mis estudios universitarios y graduarme en ingeniería eléctrica. Tras realizar una maestría conseguí una beca para realizar mi doctorado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts,

conocido como MIT. De esta manera marché en 1949 hacia la ciudad de Cambridge. Fue un largo camino desde mi querida Sevilla hasta llegar al prestigioso MIT.

Por su parte, Eugene Kleiner también pudo acogerse a la ley GI Bill. Esto le permitió estudiar en el Instituto Politécnico de Brooklyn con una beca que le cubría el coste de la matrícula y de los libros, aunque para su subsistencia debía vivir con sus padres.

Sin embargo, tuvo un problema para estudiar en la universidad y es que Gene no tenía el título de graduado de secundaria, siendo algo obligatorio.

—Podemos hacer una cosa —le dijo el decano de estudiantes, John Streubel, tras entrevistar a Gene—. Puedes asistir a clase en la universidad mientras te preparas el examen para el título de secundaria.

Él había detectado en el joven de veintidós años un talento especial. No se sintió defraudado, ya que en el primer semestre su nuevo estudiante aprobó todas las asignaturas con la máxima calificación.

Cierto día Gene vio un anuncio solicitando miembros para un club de excursionistas de la universidad. El contacto era una chica llamada Rose Wassertheil que estaba estudiando sociología en Brooklyn College, perteneciente a la Universidad de Nueva York. Gene, que había sido aficionado al esquí y al montañismo en su juventud, decidió apuntarse.

Rose era una inmigrante polaca. Su padre había sido un importante fabricante textil de la ciudad de Katowice en Polonia. En el verano de 1939, cuando tenía trece años, viajó con su familia para visitar la Exposición Mundial, que se había inaugurado pocos meses antes en Nueva York. Mientras cruzaban el Atlántico, el 1 de septiembre, Alemania invadió Polonia. Los carros de combate *panzer* alemanes ocuparon el país en lo que se llamó «*Blitzkrieg*» o «guerra relámpago». Polonia se rindió en tan solo cinco días. Al llegar a Nueva York y conocer la situación de su patria, la familia Wassertheil decidió solicitar asilo y quedarse en lo que para ellos era una nación inédita, para iniciar su nueva vida.

Rose y Gene conectaron muy rápidamente. Ella, con su pelo corto de color azabache brillante y rizado, era una mujer muy sociable. Él era reservado, alto y delgado, se expresaba en un inglés con acento austríaco. Llevaba siempre el pelo muy

corto, lo cual era la antítesis de la generación *beatnik* de la época. Ambos jóvenes comenzaron una fugaz relación de novios que acabó en boda en enero de 1947.

En 1948 Eugene Kleiner obtuvo una licenciatura en ingeniería mecánica. Había tardado tan solo tres años en terminar la carrera de cuatro cursos. A continuación, continuó sus estudios de maestría en ingeniería industrial por la Universidad de Nueva York, que terminó en 1951. Mientras realizaba la maestría, trabajaba en clases nocturnas como instructor de mecánica en el Instituto Politécnico de Brooklyn. Justo allí había estudiado y enseñado el que era su amigo Julius Blank.

Por su parte, Julius continuó trabajando en su destino en Inglaterra hasta que fue repatriado algunos meses después de finalizar la guerra, en abril de 1946.

El mismo día en el que Julius llegó a casa de sus padres en Nueva York, Gene y yo fuimos a verlo. Nos narramos nuestras vicisitudes y, justo cuando íbamos a salir, llegó su amigo de la infancia Harry acompañado por su novia.

—¡Bienvenido al barrio! Mira Ethel, este es nuestro héroe. Julius le he hablado a mi chica de ti y te he alabado más de lo que te mereces —bromeaba Harry mientras presentaba su novia a Julius, quien quedó encandilado con Ethel.

Apenas cruzaron unas palabras y me di cuenta de que Julius se sentía cohibido. Me percaté de que no podía mirarla a los ojos sin que se quedara embobado.

Al poco tiempo, tan solo un par de semanas después de este encuentro, los novios cortaron y Harry empezó a salir con otra mujer. Julius no dejaba de pensar en Ethel, así que la llamó para salir juntos. Ella aceptó y a partir de ese momento se inició un idilio que acabaría en boda dos años después, en 1948.

—¿Qué vas a hacer ahora? —preguntó su padre—. Puedo intentar buscarte un empleo.

—No te preocupes, papá, ya que voy a acogerme a la ley GI Bill.

—Es una buena idea.

De esta manera, con el soporte económico que recibió, pudo graduarse en ingeniería mecánica en junio de 1950.

Con su título de ingeniero en el bolsillo encontró trabajo en la empresa Babcock and Wilcox Company en Barberton, Ohio. Dicha empresa fabricaba grandes calderas de vapor para la industria energética.

Después trabajó en la división de investigación y desarrollo de la empresa Goodyear Aircraft, también en Ohio, que se trataba de una subsidiaria de Goodyear Tire and Rubber. Allí llevó a cabo diferentes actividades en distintos proyectos, desde motores de propulsión de aeronaves hasta trabajos en la fabricación de piezas para submarinos, paracaídas, telas de naves aéreas.

Dos años después, Ethel consiguió convencer a su marido para volver a Nueva York.

—Quiero volver a casa para estar con mi familia y mis amigos.

—Pero debemos buscar alojamiento y un empleo, mientras que ahora eso lo tenemos resuelto aquí.

—Mi prima me ha escrito y me ha ofrecido un apartamento que su suegra tiene deshabitado en Queens. Sería magnífico regresar a casa.

Julius aceptó, de manera que en un frío día de enero de 1952 la familia Blank se instaló en el apartamento neoyorquino. Pocos días después, sin apenas tiempo para ubicarse en su nueva residencia, Julius encontró trabajo en Western Electric Company en Kearney, en el vecino estado de Nueva Jersey.

Western Electric era una compañía perteneciente a ATT, American Telephone and Telegraph, que era la principal empresa de telecomunicaciones de Estados Unidos. Se dedicaba a fabricar los equipos de comunicaciones que usaba ATT, mientras que otra de las empresas de la gran compañía, denominada Laboratorios Bell, se centraba en la investigación y desarrollo de los sistemas de comunicación, cuyas patentes vendía a Western Electric. El consorcio de empresas funcionaba muy bien, Bell investigaba y generaba patentes que vendía a Western Electric, para fabricar equipos que vendía a ATT, que los explotaba en el campo de las comunicaciones. Eran tres patas de una mesa muy sólidamente asentada.

En Western Electric, Julius trabajó en un sistema de comunicación denominado conmutación de barras cruzadas. Este tipo de sistema permite conectar múltiples entradas con múltiples salidas. Constituyó el primer sistema de marcación automática en telefonía. También trabajó en la sala de enchapado, donde aprendió sobre acabados de metales, ácidos y sustancias químicas.

En la compañía Western Electric trabajaba también Eugene Kleiner, por lo que los amigos volvieron a encontrarse. Durante esta época, en 1952, nació el primer hijo de Rose y Gene que llamaron Robert.

En el trabajo, Julius y Gene conocieron a un compañero llamado Dean Knapic. Los tres colaboraron en varios proyectos y, además, compartían coche para ir a la empresa que estaba en el vecino estado de Nueva Jersey, debido a que vivían relativamente cerca: Julius vivía en Queens; Gene en el lado oeste, cerca de la calle ochenta; y Dean en el lado este de Manhattan. Los tres amigos pronto se hicieron inseparables y eso los llevaría a protagonizar, en breve, la gran aventura de sus vidas. Precisamente Julius y Gene trabajarán muy pronto codo con codo para construir varias de las grandes empresas de Estados Unidos y del mundo.

Rumbo a California

Al terminar la guerra mantuve el contacto con el suizo Jean Hoerni, ya que nos escribíamos con frecuencia. Él logró completar sus estudios, obteniendo una licenciatura en matemáticas en 1947, en su ciudad de Ginebra. A continuación, inició su tesis doctoral en su universidad, doctorándose en física en 1950. No contento con su título de doctor, se trasladó a Inglaterra y empezó un segundo doctorado en la Universidad de Cambridge.

En esa época conoció a una joven francesa de veinticinco años, de la localidad de Rennes, llamada Anne-Marie, que se había refugiado en Inglaterra durante la guerra. Anne-Marie llevaba a cabo trabajos sociales. En ese año de 1951, cuando ella se quedó embarazada, decidieron casarse. A comienzos del año siguiente nació el primero de los hijos, que llamaron Michael Wilson. La llegada del bebé casi coincidió con la obtención del segundo doctorado de Jean.

En cuanto se doctoró, el Instituto de Tecnología de California en Pasadena — conocido como Caltech—, le concedió una beca postdoctoral. De esta manera, la familia Hoerni llegó a California, que sería su destino final, ya que allí vivirían siempre.

En Caltech tuvo como director al afamado químico Linus Pauling, que estaba a punto de recibir su primer Premio Nobel de Química por sus investigaciones sobre la naturaleza del enlace químico y su aplicación a la elucidación de la estructura de sustancias complejas. Más adelante, en 1962, recibiría un segundo Premio Nobel, en este caso de la Paz por su campaña contra armas nucleares.

A las pocas semanas de su estancia en la ciudad de Pasadena su laboratorio recibió la visita del afamado físico William Shockley, uno de los inventores del transistor. En esta visita se conocieron los dos y Shockley vislumbró en Jean una mente brillante.

La beca finalizó en 1956, año en que nació su segundo hijo, que fue una niña que llamaron Anne, igual que su madre.

Jean era un hombre orgulloso, un inconformista testarudo, encantador pero irascible y a menudo volátil. En su largo periplo desde Suiza, pasando por Inglaterra y llegando, finalmente, a California, estaba empeñado en realizar algo que dejara huella en el futuro. Ahora ya estaba preparado para cumplir ese sueño.

Capítulo 2

Camino al MIT



Gran Cúpula del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)

«Es difícil ver la foto cuando estás dentro del marco».

Eugene Kleiner

«¡Si vas a jugar, juega para ganar!».

Robert Noyce

Corría la primavera de 1940. Robert Noyce, con doce años, estaba en el salón de su casa embelesado con la enciclopedia que habían comprado sus padres. Ellos la habían colocado en una estantería a la altura adecuada para que sus hijos pudieran acceder a los manuales. En concreto, Bob estaba leyendo y releendo un artículo dedicado a la aviación. En las hojas del grueso libro observaba diversos dibujos y esquemas. La mirada del niño se centró en el famoso avión biplano de los hermanos Wrigth, con el que hicieron el primer vuelo con motor de la historia el 17 de marzo de

1903. Le fascinaba que el hombre pudiera utilizar las leyes de la naturaleza para usarlas en su favor y lograr la hazaña de volar.

Bob se quedó obsesionado con esa idea y llevaba varios días reflexionando sobre lo que se sentiría al elevarse en el aire. Cierta día le hizo una propuesta a su hermano Gaylord, que estaba a punto de cumplir los catorce años.

—Gay, podemos construir un planeador. Sería magnífico poder volar y no creo que sea tan difícil fabricarlo. Mira este artículo de la enciclopedia.

Ambos hermanos tenían una gran pasión en idear cosas nuevas y construirlas. Así, Bobby, como le decían en su casa, llegó a motorizar su trineo colocando una hélice al motor de una lavadora. También construyó un calentador para la bicicleta con el faro de un coche conectado a una batería que llevaba en el portaequipaje. Su espíritu inventivo no tenía fin: barcos, tablas de windsurf sobre hielo, globos, ...

La familia Noyce vivía en la ciudad de Grinnell que recibe el nombre de su fundador Josiah Bushnell Grinnell, más conocido como J.B., quien fue ministro de la Iglesia Congregacional, una iglesia protestante en la tradición calvinista.

Cuenta la leyenda, que su amigo Horace Greeley, político y fundador del periódico New York Tribune, le dijo la célebre frase que se convertiría en el lema de la expansión estadounidense en el continente.

—¡Ve al oeste, joven!

Eso hizo J.B. junto con algunos amigos. En su viaje, Grinnell escuchó un rumor de que la línea de ferrocarril este-oeste y la línea norte-sur se cruzarían en un lugar de Iowa entre los ríos Iowa y Skunk. Allí marchó, compró aquellas tierras y se instaló fundando, en 1855, un pueblo que bautizó con su nombre.

En esta época de comienzos de los años cuarenta estaba a punto de ocurrir un evento que atraería todas las atenciones de los vecinos de la pequeña ciudad, de solo cinco mil habitantes, y haría olvidar, por unos momentos, el angustioso ambiente de preguerra.

El asunto se estaba gestando desde la primavera y tendría lugar en ese verano. Los hermanos Noyce llevaban semanas trabajando en el proyecto de la construcción de un planeador. El garaje de su casa se había convertido en un improvisado taller de carpintería. Habían realizado diversas maquetas de diferentes tamaños y ahora estaban empeñados en fabricar un avión que pudiera soportar a una persona. El dibujo de la enciclopedia les sirvió de base para hacer el aparato.

Los amigos del barrio los estaban ayudando. Era un grupo numeroso formado por diecisiete niños de distintas edades. Bobby y Gay organizaban y repartían las tareas que cada uno de los demás jóvenes debían realizar. Así, su amigo Bob Smith consiguió palos de bambú de los rollos de alfombras de la tienda de su padre. Los palos sirvieron para montar el esqueleto del artefacto volador. Algunos de los amigos se encargaron de buscar materiales, otros serraban maderas, lijaban, barnizaban... Su amiga Charlotte Matthews, la única niña del grupo, cosió la tela que cubría las alas.

El planeador era biplano, muy parecido al primer aparato de los hermanos Wright. Su estructura estaba construida con palos de bambú y, en algunas zonas, con madera de balsa, al tratarse de una madera muy ligera. Las alas estaban forradas de tela. El aparato no tenía ruedas, sino que el propio piloto se convertía en el mecanismo de movimiento mientras se encontraba en tierra. Medía un metro de altura, siendo la envergadura, o tamaño de las alas de punta a punta, de cinco metros y medio. Pesaba tan solo once kilogramos.

Decidieron probarlo y, tras discusiones debido a que varios amigos querían ser los primeros en experimentar el vuelo, acordaron que, puesto que Bob pesaba menos, sería él quien realizaría el primer intento. Para comprobar el funcionamiento del aparato lo subieron al techo de un granero en un campo cerca de la casa de los Noyce. Desde lo alto del granero, Bob observaba a la congregación de personas que habían acudido. La noticia se había extendido por la ciudad, de manera que muchos curiosos acudieron para ser testigos del evento. Incluso el periódico local, Grinnell Herald, no quiso perderse el suceso que rompía la monotonía del lugar y envió a un fotógrafo para inmortalizar el acontecimiento.

Llegó el esperado momento y, desde lo alto del granero, Bob agarró con decisión el planeador e inició una carrera hasta el borde del techo, lanzándose al vacío mientras él se aferraba al aparato volador. Los espectadores contuvieron la respiración. Su madre Harriet se acercaba cruzando el campo cuando vio, con angustia, al avión con su hijo saltar por los aires.

—¡Ese niño se va a estrellar! —gritó alguien.

El vuelo duró unos pocos segundos, tiempo en que el aparato planeó durante una corta distancia hasta posarse en el suelo de manera brusca, aunque sin daños para la máquina ni para su ocupante. El aplauso del público tranquilizó a Harriet y le devolvió la sonrisa. Su hijo lo acababa de lograr. Se sintió orgullosa.

Los amigos saltaban de alegría, ya que todos se sentían partícipes de una gran hazaña. Ilusionados por el éxito de su proeza, se plantearon el siguiente reto.

—Necesitamos más propulsión —decidió Gaylord—. Podemos atar el planeador al parachoques de un automóvil para que adquiriera más velocidad y sobrevuele más tiempo.

—También necesitamos un piloto que pese menos. Creo que Ralph sería la persona más adecuada —sugirió Bob refiriéndose a su hermano menor de siete años.

Tras mucha discusión consiguieron convencer al temeroso niño. El pequeño Ralph temblaba mientras su hermano Bob lo ayudaba a colocarse en el aparato. Su vecino Jerry Strong, de diecisiete años, acababa de obtener el permiso de conducir y se encontraba sentado al volante del coche del padre de Noyce, quien ignoraba completamente la conjura de los muchachos. En el último momento, Ralph sufrió un ataque de pánico y decidieron hacer la prueba sin piloto. Cuando el coche arrancó a gran velocidad, el planeador despegó y subió todo lo alto que el enganche le permitía. Todo fue bien hasta el momento del aterrizaje, en que el pequeño avión perdió el control y se estrelló aparatosamente. El golpe violento al chocar con el suelo destrozó la aeronave.

La aviación sería la pasión de Robert Noyce durante toda su vida. En el futuro llegaría a tener un *jet* privado que él mismo pilotaba.

El joven Noyce

Ralph Brewster Noyce, el padre de Bob, nació el 7 de abril de 1893 en Brunswick, al noroeste de Nebraska. Estudió griego antiguo y latín en Doane College, donde terminó sus estudios de secundaria en 1915. En 1920 se graduó en teología en Oberlin College. Era un veterano de la Gran Guerra, tímido y tranquilo. Tenía una voz suave y su conversación denotaba que era una persona culta. De complexión delgada, medía aproximadamente un metro setenta de altura.

Por su parte, la madre de Bob, Harriet May Norton, era cinco años más joven, ya que había nacido el 2 de junio de 1898 en St. Louis, Missouri. Era hija del predicador congregacional reverendo Milton James Norton y de Louise Hill. Tal y como diría de ella el periodista Tom Wolfe: «era una mujer brillante, con una fuerte voluntad».

Ambos se casaron el 20 junio de 1922, momento en que la familia Noyce inició una agitada vida, ya que Ralph trabajaba como clérigo congregacional y recorrió diversas parroquias en el vecino estado de Iowa. Así, dirigió parroquias en los pueblos iowanos de Dinamarca y Burlington.

Precisamente en esa ciudad de Burlington nació, el 26 de mayo de 1923, el primer hijo de la pareja, al que llamaron Donald Sterling Noyce. En el futuro, Donald se graduó en química en 1943, año en que, si bien fue llamado a filas, sin embargo, fue rechazado debido a que tenía antecedentes de asma y alergias. Llegaría a ser un importante químico que se dedicaría a la docencia en la Universidad de California en Berkeley. En dicha universidad realizaría cruciales contribuciones investigadoras que han permitido comprender los mecanismos de las reacciones químicas. Sería un reputado investigador en el campo de la química orgánica.

Allí también nació, el 8 de julio de 1926, el segundo vástago de los Noyce al que llamaron Gaylord Brewster. Gay se convertiría en profesor de teología y sería decano de estudiantes en Yale Divinity School. En los años sesenta participó activamente en el movimiento de derechos civiles, formando parte del grupo denominado Viajeros de la Libertad. Debido a su actividad en dicho grupo fue detenido en 1961, si bien eso no impidió que continuara defendiendo de manera activa esos principios de igualdad.

Poco después, con casi un año y medio de diferencia, llegó, el 12 de diciembre de 1927, el pequeño Robert Norton.

La familia Noyce continuó su periplo de parroquias de Iowa: Atlantic, Decorah y Webster City, donde nació en 1933 el menor de los hermanos, Ralph Harold, quien llegará a ser ingeniero de desarrollo de la compañía IBM en San José, California.

Cierto día Bob estaba eufórico porque acababa de ganar a su padre al ping-pong. Al contárselo a su madre Harriet esta le dijo:

—¡Qué bueno es tu padre que se ha dejado ganar!

—Eso no es justo y me parece muy mal —replicó Bob muy enfadado—. ¡Si vas a jugar, juega a ganar!

Ese lema lo aplicaría el resto de su vida y se convirtió en un símbolo de la actitud que hay que tomar en todas las acciones que se emprendan.

Finalmente, la ya amplia familia llegó a la ciudad de Grinnell, de unos siete mil habitantes, donde se estabilizó. Allí permanecerá nuestro personaje, Robert Noyce, hasta su graduación en la universidad.

La familia Noyce vivía en la esquina entre Park Street y Tenth Avenue, en una casa de dos pisos asociada a la parroquia que regentaba Ralph. La ciudad había sido diseñada de acuerdo con lo que se conoce como retícula Manhattan, en el que se dispone de un urbanismo con calles rectas cortándose perpendicularmente formando una malla. Park Street es una calle de tres kilómetros de longitud que cruza de norte a sur la

ciudad. En ella se encuentra la universidad junto a la casa de los Noyce. Las casas eran de madera, construidas con tablillas blancas, como un pueblo de Nueva Inglaterra. Se encuentran separadas por cuidados jardines. Las calles disponen de amplio acerado con césped; están custodiadas por pinos y olmos.

Nada más llegar a la ciudad, Donald, el hermano mayor, se matriculó en la universidad llamada Grinnell College para estudiar química. Por su parte, Bob estudió secundaria en el instituto Grinnell High School. En esa época, mientras estaba en la escuela secundaria, exhibió un talento especial para las matemáticas y la ciencia.

Los hermanos Noyce eran miembros de los *boy scouts*. Asistían a la escuela dominical, donde se enseñaba la Biblia, así como al servicio dominical y participaban activamente en los grupos de jóvenes de la iglesia.

Bobby también mostró interés por algunas actividades musicales, tales como tocar el oboe en la banda del colegio o cantar en el coro de la iglesia que regentaba su padre. Desempeñaba algunos trabajos que le permitían conseguir un ingreso extra: repartir periódicos; realizar recados para la oficina de correos; o quitar la nieve de las puertas de las casas.

Una de esas casas en las que Bobby limpiaba de nieve era de Grant Gale, un profesor de física en la universidad local, Grinnell College, y conocido por los Noyce, ya que los miembros de la familia Gale, eran feligreses de la iglesia regentada por Ralph. La familia Gale estaba formada por el matrimonio, Grant, su esposa Harriet Millar y sus tres hijos: Harriet, Hanna y Charles.

Grant Gale había estudiado ingeniería eléctrica en la Universidad de Wisconsin en Madison. Allí tuvo como compañero a John Bardeen, cuyo padre era el decano de la Facultad de Medicina. Por su parte, el padre de Harriet era el decano de la Escuela de Ingeniería. Los tres, Grant, Harriet y John, eran compañeros y amigos. John Bardeen, junto con Walter Brattain, inventó en 1948 el transistor y revolucionó la electrónica. Bardeen ha sido la única persona que ha recibido dos Premios Nobel en Física, el primero en 1956 por inventar el transistor y el segundo en 1972 por explicar la superconductividad.

El profesor Gale estuvo muy ligado a Grinnell College toda su vida, hasta su muerte con noventa y cuatro años. Tenía una memoria prodigiosa, ya que recordaba a todos sus alumnos, entre los que se encontraban el famoso intérprete de jazz Herbie Hancock, que estudió ingeniería antes de dedicarse a la música, el físico George Simon,

que trabajaría como astrofísico y llegaría a ser astronauta, o Michael Schulhof, que sería presidente y CEO de la compañía Sony América.

Cierto día del año 1944, Harriet fue a visitar al profesor Gale en su despacho de Grinnell College.

—Hola, Grant. Vengo a verte porque estoy preocupada por Bobby. Desde que su hermano Gaylord se alistó en el ejército, se encuentra desconsolado y triste.

—Es cierto que ambos hermanos se tienen un gran afecto.

—Sí, aunque son muy diferentes debido a que Gaylord es muy idealista, mientras que Bobby es muy práctico.

—¿Qué podemos hacer?

—Había pensado que si pudiera asistir a una de tus clases de física se mantendría ocupado. Sabes que le encantan las ciencias.

—Aún es demasiado joven para asistir a clases en la universidad. Aún no ha terminado en el instituto.

—Podemos hacer una prueba para ver cómo le afecta —insistió Harriet.

—No sé, puede que sea contraproducente y se desilusione con las ciencias si no entiende los conceptos. Déjame pensarlo.

Finalmente, Gale aceptó y Bob asistió, en el segundo cuatrimestre, a una asignatura sobre introducción a la física mientras terminaba su último curso de secundaria. Gale se sorprendió con su nuevo y joven alumno, ya que resultó ser el más aventajado de la clase. Por su parte, Bob disfrutaba con las materias que estudiaba.

En esa época, Robert era un muchacho de aspecto atlético, de un metro setenta y cinco de estatura, con abundante cabello castaño oscuro, una mandíbula fuerte y una nariz larga y ancha que le daba una cierta apariencia tosca.

Bobby se graduó en Grinnell High School e ingresó en la universidad Grinnell College, en el otoño de 1945, dispuesto a estudiar física.

Además de los estudios, en la universidad formó parte del equipo de natación y era el clavadista estrella del grupo, ganando en 1947 el campeonato de la Conferencia del Medio Oeste. Otro de sus intereses fue la interpretación y el canto, participando en el grupo teatral de la universidad. Llegó a actuar en un taller de representación radiofónica, siendo el protagonista de una telenovela que se transmitió por la estación WOI en la cercana ciudad de Ames.

En 1948 ocurrió un hecho que pudo tener consecuencias nefastas para Bob. Él, junto con un grupo de compañeros, decidieron hacer un *luau*. Se trata de una fiesta

tradicional hawaiana en la que se sirve cerdo asado y se bebe cerveza. Bob y otro amigo fueron designados para conseguir el cerdo. Esa noche fueron a una granja en las afueras de Grinnell y capturaron un lechón de diez kilogramos. Tras la fiesta, al día siguiente, los dos muchachos decidieron ir a ver al granjero, confesarse y pagar el cerdo. Sin embargo, el granjero no se lo tomó a bien y llamó al *sheriff* para denunciar a los jóvenes.

El escándalo en la pequeña y puritana ciudad fue mayúsculo. Inmediatamente, Grant Gale negoció, fuera de los tribunales, con objeto de impedir que Bob fuera a la cárcel y también evitar que lo expulsaran de la universidad. Al final consiguió que el joven fuera amonestado y le aplicaran una suspensión de un semestre.

Con la ayuda del profesor de matemáticas Rowland Cross consiguieron que Bob trabajara ese verano y el semestre de otoño en una empresa de seguros en Nueva York. En Navidad regresó a Grinnell y, ya en enero, pudo reincorporarse en el segundo semestre junto con sus diecisiete compañeros de física. Debido a que en sus primeros tres años de estudios Bob había acumulado muchos créditos, pudo terminar la carrera y graduarse al final de dicho semestre.

Fue precisamente en verano de 1948, el mismo del incidente del *luau*, cuando Grant Gale se encontró con un artículo que acababa de publicar su amigo John Bardeen junto con Walter Brattain en la revista *Physical Review*. Allí se explicaba el nuevo dispositivo que ambos acababan de inventar: el transistor de puntas de contacto. Unos días antes, a finales de junio de ese año, se había presentado el invento en los Laboratorios Bell en Nueva York. El transistor iba a revolucionar la electrónica porque permitiría la miniaturización de los circuitos. Grant escribió a su amigo John Bardeen para pedirle algún ejemplar del dispositivo. De esta manera, en otoño de 1948, Gale recibió dos de los primeros componentes que se fabricaron, siendo su universidad la primera institución académica en recibir transistores. Esto le permitió a Bob ser de los primeros que comenzaron a utilizar la nueva tecnología, justo durante su último semestre antes de la graduación.

En ese momento no lo sabía, pero él sería quien diera el siguiente paso en la revolución tecnológica que lo cambiaría todo, ya que inventará el circuito integrado o chip. Pero no avancemos acontecimientos, puesto que antes debemos conocer al equipo que hizo posible lo que ni los escritores de ciencia ficción podían imaginar.

MIT

Permítanme que después de este largo paréntesis vuelva a retomar mi historia. Nos habíamos quedado en que en el año 1949 yo, Juan Faday, obtuve una maestría en ingeniería eléctrica, en mi universidad de Nueva York. Tras examinarme y aprobar el ejercicio de acceso, conseguí una beca para hacer el doctorado en el MIT, el Instituto de Tecnología de Massachussets, que se encuentra en la ciudad de Cambridge, junto a la vecina Boston, capital del estado. Tan solo separa a ambas urbes el río Charles.

Antes de mi partida, reuní a mis amigos Rose y Gene junto con Ethel y Julius, para una cena de despedida en el restaurante Ribs and Burgers situado en Linden Boulevard, en el corazón de Brooklyn.

—Brindemos por nuestro amigo Juan, que se va a convertir en todo un académico —dijo Julius levantando su botellín de Budweiser.

—Brindemos para que nos volvamos a encontrar en el futuro —añadió Gene, siendo esto toda una premonición.

En octubre llegué a la ciudad de Cambridge dispuesto a hacer un doctorado. Nada más instalarme en la residencia de estudiantes, al salir de mi habitación casi choqué con un recién llegado que venía cargado de maletas y paquetes.

—Creo que esa es mi habitación —dijo, con un acento del profundo medio oeste, señalando la habitación adyacente a la mía.

—Pues entonces vamos a ser vecinos. Mi nombre es Juan Faday.

—Yo soy Robert Noyce, aunque mis amigos me llaman Bob.

—Yo acabo de llegar y no conozco nada de aquí. Si quieres, cuando te hayas instalado, podemos dar una vuelta por los alrededores.

—Perfecto. Voy a soltar el equipaje en mi cuarto y salimos. Ya tendré tiempo de deshacerlo y organizarme.

Bob acababa de obtener una licenciatura en física y matemáticas. Por sugerencia de su profesor, Grant Gale, marchó al MIT para realizar su tesis doctoral.

—Voy a trabajar bajo la supervisión del profesor Wayne Nottingham en el Departamento de Física —comentó Bob mientras paseábamos por el campus.

El Instituto de Tecnología de Massachusetts se fundó en 1861 a propuesta del geólogo y físico William Barton Rogers, quien hizo campaña para su creación, reuniendo apoyos y recaudando fondos. Fue el primer rector de dicha universidad.

La primera mujer en graduarse en el MIT fue la química Ellen Henrietta Swallow que se licenció en 1873 y, a continuación, fue profesora en esta universidad.

Pasamos por delante del edificio que albergaba al Departamento de Ingeniería Eléctrica, en el número 38 de la calle Vassar. Allí trabajaría yo. Tras dicha calle se encontraba la amplia plaza formada por edificios de estilo neoclásico, formando una «U», con la Gran Cúpula en el lateral central, que constituye el símbolo de la universidad. Esta Gran Cúpula se construyó en 1916 a imagen del Low Memorial Library de la Universidad de Columbia, que a su vez es una imitación del Panteón en Roma. Precisamente esa plaza, abierta al río Charles, alberga al Departamento de Física, situado junto al Departamento de Matemáticas. Allí nos encontramos con un joven que había llegado el año anterior y, al ser veterano, se ofreció a enseñarnos el campus.

—Mi nombre es Murray Gell-Mann, puedo ser vuestro guía y también os daré algunos consejos prácticos para hacer la vida más llevadera por aquí.

Gell-Mann recibirá el Premio Nobel de Física en 1969 por sus contribuciones y descubrimientos sobre la clasificación de las partículas elementales y sobre las interacciones entre ellas. Él fue quien dio el nombre de «cuark» a dichas partículas elementales.

—Yo quise estudiar en la Universidad de Princeton, pero no me admitieron allí y sí que lo hicieron en el MIT —explicaba Murray—. Por eso pasé una depresión que me llevó a plantearme incluso el suicidio. Sin embargo, pensé que o bien estudiaba antes y me suicidaba después o lo contrario no sería posible, suicidarme antes y estudiar después. Así que tomé una decisión y aquí estoy.

Bob y yo nos quedamos atónitos sin saber qué decir.

—Vamos a acercarnos al Departamento de Metalurgia, ya que allí me espera otro estudiante del año pasado que os quiero presentar —dijo Murray mientras caminaba hacia la salida del edificio.

En efecto, en los escalones de la puerta del departamento estaba sentado un joven de abundante pelo negro y frente amplia.

—Os presento a Sheldon Roberts, que al igual que yo, es neoyorquino —dijo Murray a modo de presentación.

—Hola. En efecto, llegué el año pasado y he terminado una maestría. Ahora voy a hacer mi doctorado.

—Yo también vengo de Nueva York, veo que somos mayoría —dije con alegría de encontrarme con nuevos amigos que eran de mi ciudad adoptiva.

Sheldon Roberts

Cornelius Sheldon Roberts fue el único hijo de la pareja formada por Cornelius Vivian Roberts y Lola Jones Sheldon. El niño nació el 27 de octubre de 1926 en Rupert, donde vivían y eran originarios las familias del matrimonio Roberts. La localidad de Rupert se encuentra en el noroeste del condado de Bennington, en el estado de Vermont. El pequeño municipio situado a los pies de las Montañas Taconic tenía en esa época una población no superior a setecientos habitantes y la mayoría eran familiares de los Roberts y los Sheldon.

El pequeño Cornelius pasó su infancia y juventud entre Nueva York y el pueblo familiar de Rupert. Cuando Estados Unidos entró en la Segunda Guerra Mundial, Cornelius había cumplido quince años. Al cumplir los dieciocho, se alistó en la Marina, donde sirvió como operador de radio.

Tras la guerra ingresó en el Instituto Politécnico Rensselaer, que se trataba de una universidad privada situada en Troy, muy cerca de la ciudad de Albani, en el estado de Nueva York. Es la universidad tecnológica más antigua del mundo de habla inglesa. Allí obtuvo una licenciatura en ingeniería metalúrgica en 1948.

—Tras graduarme obtuve una beca para realizar la tesis doctoral en el Departamento de Metalurgia de esta universidad —narraba Sheldon.

Una vez realizada las presentaciones continuamos con nuestro paseo por el campus del MIT, mientras nuestros nuevos compañeros y amigos nos explicaban los edificios por los que pasábamos, anécdotas del lugar e impartían consejos sobre diferentes aspectos de la vida universitaria en este lugar nuevo para Bob y para mí.

Vida en la uni

Mi trabajo doctoral se desarrollaba en el Departamento de Ingeniería Eléctrica. Al comienzo estuve muy centrado en los estudios de doctorado y en mi actividad investigadora. Me costó trabajo adaptarme, ya que tuve que estudiar mucho para alcanzar el nivel que se me exigía. En el MIT tenían un sistema de calificación muy curioso en el que durante los primeros seis meses daba igual la nota que se obtuviera, por el hecho de que un sobresaliente y un suspenso valían lo mismo. El objetivo de esta norma era eliminar la presión de la primera etapa de los estudios, de manera que los estudiantes se fueran adaptando y ellos mismos analizaran su evaluación.

De vez en cuando, sobre todo los fines de semana, quedaba con mis nuevos amigos, sobre todo con Murray Gell-Mann y Sheldon Roberts. Con Bob Noyce era más complicado hacer planes de salir, debido a sus aficiones al aeromodelismo y, sobre todo, teatrales y musicales, que lo mantenían más ocupado en esas jornadas festivas de la semana.

Mi día a día comenzaba a las seis y media de la mañana. Una vez aseado y recogida la habitación, acudía a un pequeño gimnasio que disponía nuestra residencia. Tras el ejercicio y, una vez desayunado, asistía a las clases que comenzaban a las nueve de la mañana. Como con mucha frecuencia debía cambiar de edificio para las diferentes asignaturas, los horarios de clase eran de cincuenta minutos, para dejar un margen en el que los alumnos se pudieran mover. Las clases terminaban sobre las dos o las tres de la tarde. A continuación, dedicaba el tiempo a realizar las tareas que nos hubieran asignado en las asignaturas y a trabajar en mi tema de tesis.

Los estudiantes solían reunirse en el edificio llamado Student Center. Esta construcción disponía de salas de estar, de estudios, tiendas y restaurantes. La jornada solía terminar sobre las once de la noche, hora en que me acostaba para dormir.

Cierto día, durante el segundo año de estancia, estábamos Sheldon y yo estudiando en una de las salas del Student Center, cuando apareció Robert Noyce con un estudiante nuevo.

—Hola, os presento a un nuevo compañero en Física que se acaba de incorporar. Él es Jay Wallace Lathrop. No conoce a nadie todavía, así que he decidido que podemos enseñarle esto.

—Hola, me alegro conoceros —dijo tímidamente.

—Yo sí que me alegro conocerte —respondí mientras cerraba el libro y el cuaderno que tenía delante y me levantaba de un salto, como si me hubiera impulsado un resorte—. Ya tenía ganas de dejar esto, que me está saliendo humo de la cabeza. Necesito dar un paseo.

Mientras caminábamos por el campus, nuestro nuevo amigo nos narró una breve semblanza de su vida.

—Yo nací en 1927 en la ciudad de Bangor aunque me crié en el pequeño pueblo de Orono, ambos en Maine. Siempre quise estudiar aquí, en el MIT. Sin embargo, en mi instituto no pude cursar la materia de geometría analítica, así que en el curso pasado me matriculé durante dos semestres en la Universidad de Maine. Al final pude aprobar el examen de ingreso y aquí estoy.

—Ya tenemos un nuevo aspirante a físico —anunció Bob.

—Lo malo abunda —repliqué yo con sorna.

—No creáis, ya que aunque lo que realmente me gusta es la física, sin embargo, creo que voy a considerar ser biólogo.

—¿Cómo es eso? —preguntó Sheldon con la misma extrañeza que teníamos Bob y yo.

—Mi padre es entomólogo y quiere que me dedique a la biología. Yo voy a decantarme por la biofísica que sería una buena combinación.

Durante su primer semestre, Jay Lathrop intentó satisfacer a su padre. Sin embargo, sus notas en biología resultaron pésimas, mientras que en todas las restantes obtuvo sobresaliente. Esto hizo que se centrara en estudiar física, en lo que se graduaría, obtendría una maestría y un doctorado por el MIT. Jay tendrá una gran importancia en nuestra historia, ya que volveremos a encontrarlo más adelante. Él inventó el proceso de fotolitografía que permitió la fabricación en masa de los circuitos integrados. También realizó otras importantes aportaciones como el sistema de conversión de energía de los paneles solares.

En el MIT, tanto Bob, Murray, Jay y yo tuvimos relación con relevantes investigadores como John Slater y Víctor Weisskopf. El profesor John Slater realizó significativas contribuciones a la teoría de la estructura electrónica de átomos, moléculas y sólidos. También hizo fundamentales aportaciones a la electrónica de microondas. Fue director del Departamento de Física del MIT. Recibió numerosas nominaciones al Premio Nobel de Física, aunque nunca lo obtuvo. También fue el director de la tesis doctoral de William Shockley, quien sí recibió el Premio Nobel de Física en 1956 por la invención del transistor y que tendrá una importancia crucial en nuestra historia.

Por su parte, Weisskopf había trabajado con físicos de la talla de Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger, Wolfgang Pauli y Niels Bohr. Durante la Segunda Guerra Mundial colaboró activamente en proyecto Manhattan para desarrollar armas nucleares. Realizó importantes aportaciones a la física del estado sólido y, de manera especial, a la descripción del movimiento de los electrones a través de los semiconductores.

Precisamente en nuestro segundo año en el MIT, casi a la vez que conocimos a Jay Lathrop, se nos unió también un joven físico y especialista en óptica llamado Jay Last.

—Tengo una beca para hacer el doctorado en el Departamento de Física —explicó Last—. Allí voy a trabajar, bajo la supervisión de Arthur von Hippel, en el estudio de la estructura física de los materiales ferroeléctricos.

Von Hippel había realizado su tesis doctoral con el Premio Nobel de Física James Franck. Realizó importantes aportaciones en el estudio de los materiales dieléctricos, ferromagnéticos y ferroeléctricos, y semiconductores. También colaboró en el desarrollo de radares durante la Segunda Guerra Mundial.

Jay Last

Unos días antes del crac del 29, provocado por el desplome de la bolsa de Nueva York, nació un niño que llamaron Jay Taylor Last. Vino al mundo el día 18 de octubre, en el pequeño pueblo siderúrgico de Butler, en el oeste de Pensilvania. Su padre Frank era de origen alemán y su madre Sarah era escocesa-irlandesa. Ambos progenitores habían sido maestros en una escuela secundaria en Ohio. El salario de maestro era tan bajo que, después de casarse, vieron que no podían mantener a una familia, de manera que Frank Last marchó a trabajar en una acería situada en Butler. Este era un pequeño pueblo siderúrgico situado a cincuenta kilómetros al norte de la ciudad de Pittsburgh.

Ya de niño, Jay destacó entre sus compañeros de clase. Cuando estudiaba secundaria, su profesora de química lo recomendó al industrial Frank Preston para trabajar en la empresa Preston Laboratories dedicada a la investigación del vidrio. Su línea de negocio era solucionar problemas para empresas de vidrio. Preston también fue un importante ecólogo y conservacionista, a quien se debe la creación de varios parques nacionales en el estado de Pensilvania. Jay trabajó con Preston durante varios años, incluso mientras cursaba sus estudios universitarios.

Durante sus vacaciones de verano del tercer curso de secundaria, con tan solo dieciséis años, marchó con un amigo a California. Viajaron haciendo *autostop*. Su viaje-aventura los llevó a la ciudad de San José, al sur de la bahía de San Francisco. Los campos que rodeaban la urbe eran tierras fértiles que conformaban un extenso mar de frutales. Esas tierras verían, pocos años después, todo el entramado de empresas que se llamó Silicon Valley. Los dos jóvenes se acercaron a uno de los campos para preguntar por el capataz de la plantación.

—Estamos buscando trabajo —dijo Jay al capataz, quien miró a los dos muchachos con suspicacia.

—¿De dónde os habéis escapado? ¿Saben vuestros padres en dónde estáis?

—Sí, mire, traemos esta carta del jefe de policía de nuestra ciudad.

En efecto, llevaban una carta del jefe de policía de Butler en la que testificaba que los niños no se habían escapado de casa y que tenían el permiso de sus padres. Una vez aclarada la situación de los muchachos, el capataz los contrató y allí vivieron y trabajaron durante el verano recogiendo fruta.

Tras la aventura estival, los jóvenes volvieron a casa para terminar el último curso de secundaria en el instituto Butler Senior High School. Así, antes del verano de 1947, Jay se graduó.

—Estoy muy orgulloso con tus notas —se jactó su padre—. Tienes buenas dotes para las ciencias. ¿Qué quieres hacer ahora?

—Aún no lo sé. Me gustan las matemáticas y la física, pero no sé si seguir estudiando o buscar un empleo.

—Deberías ir a la universidad, creo que vales para ello.

Jay solicitó becas en varias universidades. Al poco tiempo recibió una carta de la Universidad de Rochester, situada junto al lago Ontario, al norte del estado de Nueva York.

—¡Me han aceptado en la Universidad de Rochester! —exclamó dando saltos de alegría.

—En esa universidad tienen mucho prestigio los estudios de óptica. ¡Ánimo, que seguro que puedes hacerlo! —animó su padre, exaltado por el éxito de su hijo.

Los estudios de óptica en Rochester eran tan difíciles que las tres cuartas partes de los alumnos abandonaban la carrera. Ha leído bien, ¡tres de cada cuatro alumnos abandonaban! Sin embargo, Jay no se amilanó. Las materias que estudiaba, aunque eran difíciles, le apasionaban.

Su profesor fue el famoso óptico angloamericano Rudolph Kingslake, que había sido alumno del célebre constructor de lentes y teórico óptico Alexander Eugen Conrady, con quien realizó su maestría en el Imperial College of Science and Technology de Londres y con cuya hija, la afamada óptica Hilda Conrady, se casó. Rudolph Kingslake era el jefe del Departamento de Diseño Óptico de Eastman Kodak y, a la vez, impartía clases en la universidad. Esto permitió que la titulación tuviera vínculos estrechos con la importante empresa Kodak.

Kingslake vio en su alumno un gran potencial y lo animó a que trabajara durante un verano en el Departamento de Resolución de Problemas de la planta de

Instrumentación Óptica de Kodak. Allí probó una cámara para ser utilizada en el avión bombardero B52 a temperaturas de cincuenta grados centígrados bajo cero.

Otro profesor que tuvo una gran influencia en Jay fue Parker Givens, quien se incorporó como profesor asistente el mismo año en el que Jay inició sus estudios, en 1947. Givens realizaría en el futuro importantes aportaciones en la holografía y la fotogrametría, que consiste en obtener información de objetos y del medioambiente a través de imágenes fotográficas.

—Deberías considerar centrarte en el área emergente de la física del estado sólido que estudia las propiedades físicas de los sólidos —le dijo Parker Givens cierto día—. Los mejores especialistas en este campo se encuentran en el MIT. Si quieres realizar tu tesis allí, puedo recomendarte a algunos profesores que conozco.

—De esta manera, cuando en 1951 me gradué en óptica en la Universidad de Rochester, con el apoyo de mis profesores Kingslake y Givens, conseguí una beca en el MIT —nos contaba Jay.

Nuestro grupo de amigos se incrementó con la llegada de Jay Last, que congenió magníficamente con todos nosotros.

Betty y Patricia

Una vez que nos adaptamos a nuestra vida de estudiantes en Cambridge, conseguimos compaginar estudios con diversión. Cada vez que podíamos, el grupo formado por Bob Noyce, Murray Gell-Mann, Sheldon Roberts, Jay Last, Jay Lathrop y yo, solíamos quedar para salir por los lugares de ambiente del área metropolitana de Boston.

Frecuentábamos, el magnífico estadio de Fenway Park, sede del equipo de béisbol Boston Red Sox. También asistíamos a una de las tabernas más antiguas de Estados Unidos, la famosa Bell in Hand o bien, asimismo, era habitual vernos en la cervecería Corner Tavern. En muchos locales había música en vivo. Así, era usual encontrar en algún club de jazz al saxofonista Lester Young, a la pianista Irene Higginbotham o a la cantante Billie Holiday.

Quien más solía faltar a nuestras escapadas era Bob Noyce. Él mantuvo su afición hacia la música, en concreto, al canto. Tenía voz de barítono, de manera que se unió al Coro Pro-Música de Boston. Pocos meses antes de defender su tesis doctoral, en mayo

de 1953, mientras preparaba un musical, conoció a una joven llamada Betty Bottomley que realizaba los diseños del vestuario.

Betty, con veintidós años, había sido una niña enfermiza y asmática; era una joven baja y delgada. El pelo corto, rubio, rizado. La cara mostraba sarpullidos propios de dermatitis atópica o eccema. Era una mujer ingeniosa y mostraba un humor ácido. Bob decía de ella que tenía «la lengua tan afilada como una navaja». Aun así, el encuentro fue todo un flechazo.

Betty estaba estudiando inglés en la cercana Universidad de Tufts situada en la vecina ciudad de Somerville, que forma parte del Gran Boston.

—Mi ilusión es ser escritora —confesó Betty—. Quiero crear novelas y cuentos. Ya tengo algunas historias escritas.

—Me parece muy interesante. ¿Qué opina tu familia?

—Mi familia es del pueblo de Auburn, aquí en nuestro estado de Massachusetts. No es un pueblo grande, aunque tampoco es pequeño, puesto que tiene unos nueve mil habitantes. Está cerca, ya que dista tan solo ochenta kilómetros de Boston. Allí mi padre desempeña dos trabajos para mantener a la familia. Yo, por mi parte, conseguí una beca para estudiar y, además, hago trabajos esporádicos para mantenerme como, por ejemplo, este que ves de confección de vestuarios en la compañía teatral.

A partir de este momento comenzaron a salir juntos.

—Vaya, quien lo iba a decir, que el ligón de Bobby ha sido cazado —le decíamos los amigos burlándonos.

Efectivamente, Bob tuvo muchas novias en esa época. Era un joven atlético que resultaba atractivo para las mujeres. De hecho, cuando conoció a Betty ya tenía una novia que también participaba en el mismo musical.

El noviazgo de la pareja fue fulminante, tan solo tres meses después se recibió una llamada telefónica en casa de los Noyce.

—Hola, papá, soy Bobby. Quería decirte que esta semana vamos a ir a casa. ¿Nos podrías casar? —anunció Bob a su sorprendido padre.

—¿Cómo?, ¿casarte?, ¿con quién?

De esta manera se anunció el desenlace a unos desconcertados padres y el 26 de agosto de ese año de 1953 la pareja se casó. Pocos días después, en septiembre, Bob defendió su tesis doctoral titulada «Una investigación fotoeléctrica de los estados superficiales de los aislantes».

Por su parte, Sheldon Roberts obtuvo su doctorado en metalurgia un año antes, en 1952. Su tesis doctoral se tituló «Proceso de templado en aleaciones de hierro y carbono».

En esta época de su vida conoció a una joven estudiante de enfermería de veinte años llamada Patricia Rose Wiseman. Era hija única y vivía con su familia en la vecina ciudad de Boston. Cuando ella obtuvo su licenciatura de enfermería en 1950, la joven pareja decidió casarse. Ella comenzó a trabajar en el Hospital General de Massachusetts. Poco tiempo después, en 1951, llegaría el primer hijo al que llamaron David. El segundo hijo, Steven, nacería dos años después, en 1953, mientras que el tercero, Wayne, vería la luz en 1959. Aunque, en el futuro, la pareja se rompería separándose y Cornelius volvería a casarse dos veces más, no llegó a tener más hijos. Las relaciones con Patricia siempre serían buenas tras la ruptura.

Jay Last estuvo durante más tiempo en el MIT, ya que no fue hasta 1956 cuando defendió su tesis titulada «Estudios de absorción infrarroja sobre titanato de bario y cristales relacionados». Ya estaba preparado para afrontar la siguiente etapa de su vida, en la que tendrá un papel muy activo para transformar los campos de frutales de California, en los que trabajó en su juventud, en la principal área tecnológica del mundo.

Philco

Poco después del casamiento, el recién creado matrimonio Noyce marchó a la ciudad de Filadelfia. Allí le habían ofrecido a Bob un trabajo en la empresa Philco Corporation. Esta empresa fabricaba radios y televisores. También tenía un departamento de investigación en semiconductores en el que se integró el joven doctor. En esta empresa desarrollaría su actividad en los siguientes tres años.

Precisamente a los tres meses de incorporarse Bob en la empresa, en diciembre, Philco anunció la invención del transistor de barrera superficial. Este dispositivo mejoraba las prestaciones del transistor de puntas de contacto, descubierto por John Bardeen y Walter Brattain en 1948, y del transistor de unión, descubierto por William Shockley en 1951. En este caso era un componente que se formaba por la unión de un semiconductor de germanio con un metal.

En Philco, Bob trabajó en transistores de germanio. Una de sus primeras contribuciones fue una técnica para el grabado controlado de regiones muy delgadas en un cristal de germanio, que facilitó la fabricación de los primeros transistores de alta frecuencia disponibles comercialmente.

En julio de 1954, nació el primero de los cuatro hijos del matrimonio y que llamaron William. Betty estaba disgustada debido a que se encontraba la mayor parte del tiempo sola, con un bebé recién nacido, con tan solo el apoyo de sus vecinos y sin apenas tener otros amigos.

El matrimonio Noyce no resultó ser un enlace feliz. Bob se alejaba más de la familia y se centraba en su trabajo y sus aficiones en el coro, aeromodelismo y otras actividades. Bob y Betty hacían vidas separadas, nunca salían juntos ni tenían ningún tipo de actividad social en común.

En octubre de 1955 nació una niña que llamaron Penny. La situación económica de la familia estaba estancada y Bob se planteó cambiar de trabajo.

En lo profesional, Robert Noyce se encontraba en el estado del arte de la investigación electrónica, ya que su empresa Philco desarrollaba productos muy avanzados y era una importante compañía del sector. Fue un magnífico punto de partida para su siguiente etapa que estaba a punto de suceder.

Dow Chemical Company

Por su parte, una vez terminada la tesis doctoral, Sheldon Roberts marchó a trabajar a la pequeña ciudad de Midland, del estado Michigan, de unos veinte mil habitantes. La ciudad, que nació como un puesto del comercio de pieles, está situada a doscientos kilómetros al norte de Detroit, la capital del estado. Allí tenía su cuartel general la empresa multinacional Dow Chemical Company. Sheldon llevó a cabo investigaciones metalúrgicas en el Laboratorio de Investigación Naval y en dicha compañía.

En 1954 recibió el Premio Alfred Nobel, que es un premio otorgado por la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles. El premio no tiene ninguna relación con el Premio Nobel, con el que a menudo se confunde por la similitud de sus nombres. Se otorga anualmente a una persona no mayor de treinta y cinco años por un artículo técnico de mérito excepcional publicado en una de las revistas de las sociedades participantes.

La lenta vida local contrastaba con el espíritu activo de la familia Roberts. Necesitaban un cambio de ambiente que pronto llegaría y nunca más volverían a tener una vida sosegada.

HP

Por mi parte, yo pude defender la tesis doctoral en 1954. Una vez obtuve mi título de doctor, mi director de tesis me propuso:

—Juan, tengo contactos en la compañía Hewlett-Packard y sé que están buscando ingenieros. Si quieres, puedo recomendarte.

De esta manera conseguí un contrato en la cada vez más floreciente empresa Hewlett-Packard, situada en el estado de California, junto a la bahía de San Francisco. Allí marché para desarrollar instrumentación electrónica en dicha compañía.

Hewlett-Packard había sido fundada catorce años atrás por William Hewlett y David Packard. Su historia merece un pequeño paréntesis, ya que es una de las historias legendarias de nuestro mundo tecnológico.

William Hewlett nació en 1913, en la ciudad Ann Arbor del estado de Michigan. La ciudad se halla muy cerca de Detroit. Cuando el pequeño Bill tenía tres años, la familia se mudó a San Francisco, debido a que su padre, Albion Walter Hewlett, ocupó un puesto de profesor en la Escuela de Medicina de Stanford.

Por su parte, David Packard nació en 1912, en la ciudad de Pueblo, del estado de Colorado, a orillas del río Arkansas, afluente del Misisipi.

Bill Hewlett y Dave Packard se conocieron cuando coincidieron en sus estudios universitarios en la Universidad de Stanford. En 1933, durante una acampada de dos semanas, Bill y Dave se hicieron amigos íntimos. Solían hacer juntos los trabajos que les mandaba su profesor Fred Terman, que llegaría a ser rector de dicha universidad. Fue allí, en la universidad, donde Dave conoció a Lucile Salter que pronto se convirtió en su novia.

En 1934 los dos amigos se graduaron. Dave se fue a Nueva York para trabajar en General Electric. Allí se casó con Lucile en 1938.

Fred Terman animó a los jóvenes a que montaran su propia empresa. En 1939, Dave y Lucile volvieron a California y se instalaron en una casa que había alquilado Bill por cuarenta y cinco dólares al mes, en el 367 de la avenida Addison en Palo Alto.

Dave y Lucile vivían en la casa, mientras que Bill dormía sobre un catre en un pequeño cobertizo del patio trasero. Junto a la vivienda había un pequeño garaje, de tres metros de ancho por cinco de largo, que la casera les dijo que podían utilizar como taller. El suelo era de hormigón y tan solo disponía de un banco de trabajo de madera.

Allí crearon la empresa con un capital inicial de quinientos ochenta y cinco dólares. Comenzaron a fabricar algunos dispositivos hechos a medida para cada cliente: una máquina de diatermia para un hospital, un indicador de aviso para la línea de falta de una bolera o un detector de presencia para el lavado automático de un inodoro.

—Tenemos que buscar un nombre para la empresa —dijo Bill.

—Propongo que se llame Packard-Hewlett.

—También podría ser Hewlett-Packard.

—Lo echaremos a suerte con una moneda.

De esta manera dieron nombre a la nueva compañía.

El profesor Terman les había conseguido un contrato en su universidad para que Dave y Bill trabajaran como asistentes de investigación. Esto les alivió la economía. En esa época fue cuando Lucile presentó a su amiga Flora Lamson a Bill. Fue todo un flechazo porque al poco tiempo la pareja se casó. Esto hizo que Bill se mudara de residencia y el cobertizo, que había sido su morada, se convirtió en la oficina de la nueva empresa.

Bill decidió que debían crear un dispositivo propio de la empresa que pudieran vender. Para ello se basó en su trabajo de maestría y desarrolló un oscilador de audio. Se trata de un instrumento electrónico usado por los ingenieros de sonido para sintetizar señales de audio. Se puede elegir entre una selección de ondas de diferentes tipos y armónicos, lo que permite generar nuevos sonidos.

Para hacer ese producto más comercial, le dieron el nombre de modelo 200A. Lo interesante era que Bill introdujo una modificación frente a los dispositivos comerciales que ya existían, añadiendo una bombilla como resistencia para estabilizar la temperatura del circuito. Esta innovación les permitió simplificar el aparato y reducir el precio de venta: ¡tan solo cincuenta y cinco dólares frente a los doscientos dólares o más que valían otros modelos comerciales y que eran, además, menos estables! Así, los instrumentos de la principal empresa del sector, General Radio Corp, costaban unos setecientos dólares.

Este aparato llamó la atención de un ingeniero de Walt Disney, que les pidió que hicieran algunas modificaciones. De ese nuevo modelo, que llamaron 200B, Disney

compró ocho unidades que necesitaban para la película «Fantasía», debido a que tenía muchos efectos de sonido nuevos. La película se estrenó en 1940 y resultó un gran éxito que contagió a la recién nacida empresa.

Al año siguiente, Bill y Dave mudaron la compañía a una nueva sede en Page Mill Road de Palo Alto y contrataron más empleados. En esa época Dave y Lucile estaban esperando a su primer hijo.

A partir de este momento, la empresa creció hasta convertirse en un referente de la industria electrónica.

Capítulo 3

Shockley Semiconductor Laboratories



Universidad de Stanford

«Pensar sobre pensar, mejora pensar».

William Shockley

«Una fracción importante de la industria estadounidense se adhiere a la idea de que la investigación de carácter fundamental vale la pena desde un punto de vista práctico».

William Shockley

En febrero de 1955 se celebró una convención de la Cámara de Comercio de Los Ángeles. Allí se eligió vicepresidente de dicha organización al químico e industrial Arnold Beckman que, entre otras aportaciones, había inventado el medidor de pH. Él había sido profesor en Caltech, coincidiendo con Linus Pauling, Arthur Noyes y Robert Millikan, entre otros distinguidos profesores. Fundó diversas empresas que realizaron importantes aportaciones en diferentes campos, sobre todo en la instrumentación

química. Entre sus contribuciones, además del medidor de pH, podemos citar, por su impacto en su entorno social, el descubrimiento del origen del smog, una densa niebla de contaminación que cubría la zona de Los Ángeles. El gobernador de California le propuso dicho estudio y sus conclusiones, que se conocen como la «Biblia Beckman», han sido cruciales para su erradicación.

En ese mismo acto de la Cámara de Comercio de Los Ángeles también agasajaron a Lee De Forest y William Shockley con sendos premios por sus contribuciones fundamentales a la electrónica.

El propio Beckman hizo la presentación de los galardonados.

—Queremos homenajear, en primer lugar, a la persona que está considerado el «padre de la electrónica». Se trata de Lee De Forest, quien en 1906 inventó el tubo de vacío llamado triodo.

»El triodo es un dispositivo que tiene tres terminales; «tri hodós» significa tres vías o caminos.

»Es una bombilla en la que se ha hecho el vacío. Dos de sus terminales metálicos se llaman cátodo y ánodo, respectivamente. Cuando se aplica una tensión entre ambos y se calienta el cátodo, los electrones saltan en el vacío hacia el otro terminal, produciéndose una corriente eléctrica.

»Si se añade un tercer terminal metálico, llamado rejilla de control, entre el cátodo y el ánodo tenemos el triodo. Se puede regular el flujo de electrones entre el cátodo y el ánodo al aplicar una tensión en la rejilla. Es como si fuera una llave que controla un fluido en una tubería.

»Además, el triodo puede amplificar las señales eléctricas, lo que lo convierte en el corazón de un circuito electrónico.

Lee De Forest, con ochenta y dos años, subió al escenario y recibió el galardón de manos de Beckman con una gran emoción. Unas breves palabras de agradecimiento fueron el colofón a su reconocimiento. El influyente ingeniero, científico e inventor estuvo nominado al Premio Nobel de Física por su invento, aunque no se lo concedieron.

—A continuación, también queremos homenajear a William Shockley —continuó Arnold Beckman—. Él ha sido el inventor del siguiente dispositivo que revolucionó la electrónica, el transistor de unión.

»Un transistor funciona de manera similar a un tubo de vacío. Sin embargo, un transistor está formado por un material sólido semiconductor como silicio o germanio.

»Un semiconductor es un material que, por defecto, no conduce la electricidad, es un aislante. Sin embargo, bajo ciertas condiciones, como, por ejemplo, exponerlo a la luz o al calor, hace que se transforme en un material conductor.

»Para construir un transistor se utiliza un sustrato de semiconductor puro como, por ejemplo, silicio. El silicio es un material muy abundante en la naturaleza y estamos muy acostumbrados a verlo formando parte de la arena de las playas.

»Si al silicio puro se le añade una impureza que tenga exceso de electrones, como es el caso del fósforo, se dice que el material es de tipo N, negativo.

»Si se añade impurezas como el boro, tendrá defecto de electrones, se dice que es de tipo P, positivo.

»Así, si unimos en un sándwich un material N con uno P y luego otro N tenemos un transistor de unión del tipo NPN. También es posible la versión PNP.

»Este dispositivo que forma parte del corazón de cualquier circuito electrónico tiene las características de que es muy pequeño, consume poco, es muy fiable, es muy rápido y, entre otras ventajas, es muy fácil de construir y muy barato. Esto ha permitido miniaturizar la electrónica, construir sistemas portátiles, con mucha funcionalidad, con muy bajo consumo, muy económico, etcétera.

De nuevo, el aplauso del público recibió al galardonado, quien se fundió en un abrazo con el presentador. Tanto Beckman como Shockley ya se conocían, puesto que el primero fue profesor del segundo en Caltech, y ambos eran amigos. De hecho, fue Arnold Beckman quien había propuesto y organizado la entrega de los galardones a De Forest y a Shockley.

—¡Qué contento estoy de verte por aquí! —dijo Beckman a Shockley cuando el acto hubo finalizado—. Me alegro de que hayas venido.

—Yo también me alegro de verte. Sabes que siempre me gusta venir a la costa oeste.

—Me han dicho que has dejado tu trabajo en Laboratorios Bell.

—Sí, ahora estoy buscando inversores para crear una empresa que fabrique transistores.

—Pues me parece muy interesante. Puede que me interese participar en eso. Envíame una propuesta que quizás me involucre en tu idea.

Shockley preparó una propuesta de negocios y, en agosto, ambos tuvieron una reunión en la que llegaron al acuerdo de constituir una empresa dedicada a la fabricación de dispositivos electrónicos semiconductores. El 23 de septiembre de 1955

se anunció el nacimiento de la compañía Shockley Semiconductors Laboratories. La firma se instaló en unos terrenos que ofreció la Universidad de Stanford en Mountain View, en el condado de Santa Clara, al sur de la bahía de San Francisco.

Dios llama a Noyce

El primer paso para poner en marcha la nueva empresa era buscar y contratar el personal adecuado. Shockley buscaba físicos, químicos e ingenieros.

En febrero de 1956 se abrió la nueva compañía con cuatro empleados que, en poco tiempo, llegaron hasta una veintena. De esos cuatro primeros trabajadores, tres ya tenían experiencia en el campo de los semiconductores y en el uso de transistores: Leopoldo Valdés, un físico teórico al que Shockley había reclutado en Laboratorios Bell y que también había trabajado en General Electric y Pacific Semiconductor; Smoot Horsley, otro físico teórico de Laboratorios Bell y que había trabajado durante cuatro meses en Motorola; William Happ, físico e ingeniero eléctrico, que procedía de las empresas Raytheon y Sylvania, que fueron de las primeras en comprar patentes del transistor para su fabricación; y Víctor Jones, que acababa de obtener el doctorado en física por la Universidad de California en Berkeley. También colaboraba, como consultor, el profesor John Linvill de la Universidad de Stanford.

En octubre de 1955, unos meses antes de que la nueva empresa abriera sus puertas, Shockley había volado a Pittsburgh para asistir a un congreso sobre semiconductores patrocinado por la Sociedad Electroquímica, conocida por sus siglas como ECS. Se trata de una sociedad internacional que agrupa a científicos de ochenta y cinco países. Allí estuvo anotando nombres y contactos de jóvenes promesas. Entre las muchas conferencias del congreso asistió a una que impartía Robert Noyce que se titulaba: «Observaciones de la formación de canal en semiconductores de tipo N y P». Ese día, 10 de octubre, Shockley anotó en su libreta:

«Noyce-Philco: ha hablado con sentido sobre el transistor de superficie».

Al poco tiempo, unos días antes de que abriera sus puertas la nueva compañía, el 19 de enero de 1956, sonó el teléfono en la oficina de Robert Noyce en la empresa Philco de Filadelfia.

—Dígame —dijo Bob.

—Aquí Shockley —sonó una voz al otro lado de la línea.

William Shockley asumió que Noyce sabía quién era y así fue. Bob estaba al tanto de lo que significaba Shockley en el mundo de la electrónica y sus aportaciones en los nuevos dispositivos semiconductores que estaban revolucionando la industria. Aun así, no podía creerse que William Shockley lo hubiera llamado para interesarse por él. Más adelante, Noyce recordaría este hecho y diría que «fue como levantar el teléfono y hablar con Dios. Era la persona más importante en la electrónica de semiconductores. Y quería que yo trabajara para él, en California».

—Te llamo porque estoy montando una empresa cuyo objetivo es fabricar transistores de silicio. Ahora estoy buscando personal especializado. Asistí a tu conferencia en el congreso de octubre y me gustó. ¿Te interesaría participar?

—Por supuesto que sí. ¿Dónde estaría ubicada la empresa?

—Aquí en la zona de la bahía de San Francisco, en California. En concreto, estaría en la ciudad de San José.

—De acuerdo. Cuenta conmigo.

Bob Noyce se entusiasmó con la idea de participar en la nueva empresa, donde debería dirigir a un grupo centrado en el desarrollo de transistores.

Sin embargo, Betty no recibió la noticia con agrado.

—No quiero irme al otro extremo del país, sin familia ni amigos. Tú sabes que no me siento cómoda lejos de mi amada Nueva Inglaterra.

—Podemos intentar vivir allí durante un tiempo, por ejemplo un año, y si no te gusta, nos volveremos a la costa este.

—De acuerdo, me parece bien el trato.

Para entonces, él y su esposa, Betty, tenían dos hijos: Bill, de dos años, y Penny, de seis meses. Después de algunas conversaciones telefónicas con Shockley, Noyce se embarcó con Betty y sus dos hijos en un vuelo nocturno de Filadelfia a San Francisco. Llegaron a Palo Alto a las seis de la mañana. Al mediodía, Noyce había firmado un contrato para comprar una casa ¡antes de estar contratado!, ya que esa tarde fue a Mountain View a ver a Shockley para firmar el contrato de trabajo.

El pacto entre Bob y Betty nunca se cumplió, puesto que, en contra de la voluntad de ella, la pareja vivió en California durante diecinueve años hasta que se divorciaron en 1975.

Víctor Grinich

En esa época casi toda la actividad de Bill Shockley se enfocaba en la búsqueda de personal cualificado.

—Voy a necesitar de buenos científicos e ingenieros, ¿puedes ayudarme en esto? —preguntó Shockley a su amigo Frederick Terman, que ahora era rector de la Universidad de Stanford. Terman era el mismo que tanto había ayudado en la creación de la empresa Hewlett-Packard, que ahora se había convertido en una poderosa compañía, y en la que yo, Juan Faday, me encontraba trabajando.

—Creo que sí, te enviaré a algunas jóvenes promesas.

Entre esos jóvenes ingenieros estaba Víctor Grinich que trabajaba en el Instituto de Investigación de Stanford. Vic era un joven de treinta y un años, alto y delgado, con cabello rizado más largo que los cortes que se solían tener en esa época. Estudió ingeniería eléctrica en la Universidad de Stanford, donde hizo el doctorado.

Víctor Grinich, hijo de inmigrantes croatas, se llamaba en realidad Víctor Henry Grgurinovich —pronunciado como «*Gur-go-ri-no-vich*»—. La dificultad de la pronunciación de su apellido hizo que se lo cambiara durante su servicio militar.

Había nacido el 26 de noviembre de 1924 en Aberdeen, no en Escocia, sino que se trata de un pequeño pueblo pesquero de la costa pacífica del estado de Washington. El pueblo vive fundamentalmente de la industria de conservas de la pesca.

Su padre, Nicholas, era originario del pueblo de Desne, que se encuentra en la costa adriática de Croacia. En la época de depresión tras la Gran Guerra, nombre con que se conoce a la Primera Guerra Mundial, los padres de Víctor emigraron a Estados Unidos, estableciéndose en Aberdeen, donde había una colonia croata. Nicholas encontró trabajo en un aserradero.

El pequeño Vic aprendió de su familia el idioma croata y la danza folclórica balcánica. Mientras terminaba la secundaria, en diciembre de 1941, Estados Unidos entró en la Segunda Guerra Mundial tras el ataque japonés de Pearl Harbor. Víctor, con diecisiete años, decidió alistarse en la Marina. Sin embargo, puesto que aún no podía ser un recluta, se le permitió entrar en el programa universitario que entrenaba a los futuros oficiales de la Marina. Bajo dicho programa estudió en la Universidad de Washington.

Durante su instrucción militar, en los pases de lista, el suboficial se detenía en seco cuando tenía que pronunciar su apellido y tras varios intentos era incapaz de articularlo.

—¡Grunovich!, ¡Gurovich!, ¡Gggurinovic! ¡Cómo diablos se pronuncia este nombre! —gritaba el sargento exasperado cada vez que tenía que pasar lista.

Víctor se desesperaba también, hasta que un día se acercó al sargento y le dijo:

—Mi sargento, quiero cambiarme el apellido por «Grinich», ya que es más sencillo de pronunciar.

Eso hizo y, de esta manera, adoptó el nuevo apellido por el que se le reconocerá en el futuro.

En 1945, con financiación de la Oficina de Investigación Naval, Grinich obtuvo el grado en ingeniería eléctrica y, en 1950, consiguió su maestría en ingeniería eléctrica.

Tras terminar sus estudios, se unió al Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Stanford como estudiante de doctorado. Una vez completado su doctorado en 1953, obtuvo un puesto de ingeniero en el cercano Instituto de Investigación de Stanford. En ese centro de investigación, Vic diseñó un circuito de transistores para televisión en color. Consiguió que el video funcionara y se pudieran visualizar las imágenes en color; sin embargo, no consiguió que funcionara el audio.

También construyó circuitos con transistores para la computadora ERMA, que fue la primera computadora para aplicaciones bancarias. Esta experiencia con los diseños de circuitos de ERMA introdujo a Víctor Grinich en la computación digital. Para estas realizaciones usaba transistores que fabricaba la empresa Texas Instruments. Él estaba convencido del gran potencial de los transistores de silicio.

El reclutamiento

William Shockley recorrió el país buscando personal para su nueva empresa. En el MIT llamó a profesores que conocía que le dieron información sobre dos candidatos que ya conocemos: Sheldon Roberts y Jay Last.

Sheldon Roberts, como sabemos, era ingeniero metalúrgico con doctorado y tenía veintinueve años. En ese momento se encontraba trabajando en la empresa Dow Chemical Company, en la ciudad de Midland, del estado Michigan.

—Quiero que organices un laboratorio analítico para comprender mejor las propiedades del silicio —le dijo Shockley a Roberts que estaba muy motivado por su nueva actividad.

Por su parte, el otro candidato del MIT era el físico Jay Last, de veintiséis años. Precisamente cuando Shockley lo entrevistó para reclutarlo, acababa de defender su tesis doctoral.

Otro de los lugares en los que Bill Shockley tenía previsto buscar personal era en su universidad matriz, Caltech. Allí había conocido recientemente a un joven brillante que le impresionó, el suizo Jean Hoerni de treinta y un años, así que le propuso participar en la nueva compañía.

—¿Qué tipo de trabajo realizaré?

—El objetivo es fabricar transistores de silicio. Deberás centrarte en esa actividad.

—De acuerdo, acepto.

Jean aceptó entusiasmado y, en poco tiempo, mudó a su familia a la zona del sur de la bahía de San Francisco.

William Shockley también intentó contratar a otros científicos de los Laboratorios Bell. Uno de ellos fue su amigo Rudy Molina:

—Lo siento Bill, pero me encuentro bien en Laboratorios Bell y no quiero cambiar porque supondría tener que llevarme a toda la familia al otro extremo del país —respondió Rudy, aunque en el fondo la verdadera razón era que ya conocía la personalidad de Bill debido a que como jefe resultaba ser una persona con poca empatía, autoritario y controlador—. Sin embargo, te puedo ayudar a buscar personal. Conozco a un magnífico ingeniero que trabaja en Western Electric.

Así fue como William Shockley conoció a Dean Knapic y le ofreció un contrato. Knapic invitó a sus dos amigos y compañeros, Julius Blank y Eugene Kleiner, a unirse a la nueva empresa. Ambos fueron entrevistados por Bill en el restaurante del aeropuerto de Newark, mientras Shockley esperaba la salida de su vuelo. Los dos fueron contratados.

De esta manera, un miércoles de abril de 1956, Julius con su esposa Ethel y su hijo Jeffrey, de diez meses, se subieron a un avión de cuatro hélices de la marca Lockheed Constellation —apodado como «Connie»—, con capacidad para ciento veinte personas. Habían vendido todos sus muebles, incluso el coche. Precisamente, Julius pidió al comprador del coche que los llevara al aeropuerto de Nueva York, Idlewild, que más tarde se llamaría JFK —en honor del que fue presidente de los Estados Unidos John Fitzgerald Kennedy—. El avión los llevó a San Francisco, desde donde se dirigieron a Palo Alto, en el sur de la bahía. Eugene Kleiner llegó dos meses más tarde debido a que, en esa época, estaba impartiendo un curso en el Politécnico de Brooklyn.

En Palo Alto, la familia Blank se hospedó en un motel mientras buscaban otro alojamiento. No encontraron casas ni apartamentos para alquilar. Así, el sábado, solo

dos días después de llegar, se decidieron a comprar una casa. A la semana siguiente compraron muebles básicos y se mudaron a su nuevo hogar.

El lunes siguiente, antes de mudarse a su nueva vivienda, Julius se dirigió a las instalaciones de su nueva empresa Shockley Semiconductor. La impresión no fue nada ilusionante. Él venía de los magníficos laboratorios de Western Electric y se encontró con un lugar muy rudimentario. Había un pequeño laboratorio con algún instrumental electrónico y un pequeño taller mecánico sin ningún equipamiento. Había que crearlo todo.

Gordon Moore

Estando Shockley reclutando a Jean Hoerni en Caltech, oyó hablar de otro exalumno y brillante químico que acababa de terminar su doctorado en la Universidad Johns Hopkins. Se trataba de Gordon Moore de veintisiete años.

La propuesta de Shockley entusiasmó a la familia Moore, tanto a Gordon como a su esposa Betty, ya que les permitía volver a casa, en los condados de Santa Clara y San Mateo, al sur de la bahía de San Francisco.

Gordon Earl fue el segundo hijo de la familia Moore. Nació en San Francisco el 3 de enero de 1929. Su madre, Mira, quería que su segundo hijo hubiera sido una niña y tuvo una cierta decepción. De hecho, estuvo vistiendo al bebé de niña durante el primer año.

—Gordon fue una niña de lo más linda —solía decir su tía May Knapp Moore.

Sin embargo, Mira aceptó que no tendría hijas cuando en agosto de 1934 tuvo a su tercer hijo, Francis Alan.

Gordon pasó su infancia en Pescadero, una localidad a unos setenta y cinco kilómetros al sur de San Francisco. Pescadero era un pequeño pueblo agrícola y ganadero de unos pocos centenares de habitantes, del condado de San Mateo. Allí su padre Walter ejercía de *sheriff* local. La familia Moore estaba compuesta por los padres, Walter y Mira, y por los tres hijos, Walter Jr., Gordon y Francis. Con ellos también vivía el abuelo materno, Josiah Williamson, que era el dueño de la única tienda del pueblo, donde se vendía de todo: comida, ropa, herramientas ...

A finales de los años treinta, cuando Walter, el patriarca de la familia, fue ascendido a *sheriff* adjunto del condado, la familia Moore se mudó a Redwood City, la capital del condado de San Mateo. Allí, el joven Gordon, de diez años, conoció a un

vecino de su misma edad, Donald Blum. En las Navidades de ese año, a Donald le regalaron un juego de química.

—Voy a enseñarte algo muy interesante, tengo un laboratorio de química —le dijo Don un día mientras entraban en un pequeño cobertizo junto a la casa—. Me gusta mezclar sustancias y ver el efecto que tiene. ¿Ves este polvo negro? Es una mezcla de carbón, azufre y salitre. Observa lo que ocurre si le acerco una llama.

Al aproximar la llama de una vela al polvo, se produjo una pequeña explosión. Gordon se quedó embobado.

—Esa mezcla tan sencilla es pólvora —explicó Don entusiasmado—. Pero hay otras muchas mezclas que tienen efectos sorprendentes y, en muchas ocasiones, resultan ser peligrosos, ya que pueden ser venenosos o bien explosivos o muy corrosivos.

A partir de ese momento, Gordon se entusiasmó por la química. En otoño de 1942, con trece años, ingresó a la escuela secundaria Sequoia, llamada así por las secuoyas locales, un árbol típico del litoral estadounidense del Pacífico.

Cuando finalizó sus estudios en el instituto, en junio de 1946, se matriculó en la Universidad Estatal de San José. Allí estudiaría durante dos años.

En septiembre de 1947, justo antes de comenzar su segundo curso, asistió a un retiro de la Asociación Cristiana de Jóvenes en la península de Monterey. Era un lugar con vistas al mar, a poco más de cien kilómetros al sur de San José. Entre las actividades previstas en el retiro se organizó un baile. Allí conoció a una joven de diecinueve años, de mirada profunda, labios carnosos en los que dibujaba una hermosa sonrisa. Las mejillas redondas indicaban una personalidad amable. Ella lucía una melena castaña que caía ondulada sobre los hombros. Gordon la sacó a bailar y entablaron una conversación. Ella era alegre y extrovertida.

—Me llamo Betty Irene Whitaker. Soy de la ciudad de Los Gatos, junto a San José. Ahora estudio periodismo en la Universidad Estatal de San José.

Emprendieron el viaje de vuelta en el mismo autobús. A partir de ese momento estuvieron juntos siempre que les era posible y, de hecho, compartirían juntos el resto de sus largas vidas, con la misma emoción con la que se conocieron de jóvenes, un sentimiento que nunca les abandonó.

En 1948, Gordon fue admitido en la Universidad de California en Berkeley, de manera que al finalizar el verano se mudó al extremo opuesto de la bahía de San Francisco. Allí recibió clases del profesor William Francis Giaque, quien recibió el Premio Nobel de Química en 1949 por sus contribuciones en el campo de la

termodinámica química, particularmente en el comportamiento de las sustancias a temperaturas extremadamente bajas. También recibió clases del profesor Glenn Seaborg, otro Premio Nobel de Química otorgado en 1951 por el descubrimiento de los elementos transuránicos. Seaborg descubrió diez nuevos elementos, incluidos el berkelio, el plutonio, el einstenio, el nobelio y el elemento ciento seis, que finalmente se denominó «seaborgio» en su honor.

Bajo esta influencia, Gordon terminó sus estudios en junio de 1950, consiguiendo una licenciatura en química. En esa fecha fue aceptado para realizar su tesis doctoral en Caltech.

Ante el inminente viaje al sur de California, decidió declararse a Betty. No podía posponer ya más esta decisión. Aun con dudas y vacilaciones, Gordon planteó, sin demasiado romanticismo, la conveniencia de casarse.

—Ahora que tengo que marchar lejos, creo que deberíamos contraer matrimonio. De esta manera no tendríamos que viajar para vernos, estaríamos más tiempo juntos, compartiríamos los gastos —razonaba Gordon ante una asombrada Betty, por tan tierna declaración.

La boda tuvo lugar el sábado 9 de septiembre. Al día siguiente, el domingo, lo pasaron viajando y el lunes Gordon se incorporó en su nuevo trabajo como ayudante en Caltech. Fue todo un romántico y, seguro que inolvidable, viaje de novios.

Su trabajo de tesis lo supervisó el famoso químico Richard Badger, quien era un especialista en espectroscopia molecular con rayos X y radiación infrarroja. Badger hizo estudios pioneros sobre los modos de vibración y energías espectrales en moléculas pequeñas.

Moore desarrolló su investigación doctoral en espectroscopia infrarroja, centrándose en el ácido nitroso, el óxido nítrico y el dióxido de nitrógeno. Este proyecto de tesis lo llevó a usar y construir equipos e instrumentación que luego resultaron útiles en la industria de los semiconductores.

En 1953, Moore se unió al Laboratorio de Física Aplicada de la Universidad Johns Hopkins, donde trabajó hasta 1956.

En primavera de 1954, Betty se quedó embarazada. Precisamente en ese mismo año Gordon terminó su doctorado en química-física. Fue a finales de año, el 7 de diciembre, cuando se puso de parto. En las primeras horas de la mañana siguiente nació un niño de tres kilos y medio al que llamaron Kenneth.

Antes del parto, en ese otoño, Gordon Moore había asistido a una conferencia organizada por la Sociedad Filosófica de Washington, cuyo título era «Física de transistores». El conferenciante fue William Shockley. Moore quedó impresionado tanto por la temática como por la oratoria y el entusiasmo del conferenciante. En ese momento no lo sabía, pero Shockley cambiaría su vida para siempre.

Inicios de la empresa

El personal integrante de la nueva compañía estaba formado por una veintena de jóvenes de diferentes procedencias: físicos, químicos, ingenieros mecánicos, metalúrgicos y eléctricos.

Inicialmente, compraban silicio para trabajos experimentales a Laboratorios Bell y a la empresa Sarkes-Tarzian Inc, de Indiana. Sin embargo, eso resultaba caro, por lo que Shockley planteó que ellos necesitaban un cultivador de cristal de silicio.

Así, la primera tarea que le asignaron a Julius Blank fue conseguir un cultivador de cristales.

—¿Cultivador de cristales? ¿Eso qué es? —preguntó asombrado de que eso pudiera existir, ya que era profano en esos temas.

—Es una técnica que permite crear cristales. En nuestro caso nos interesan cristales de silicio puro. Hay que evitar que al elaborar el cristal de silicio se contamine.

Un cristal es un compuesto químico que internamente se organiza en un patrón regular. Un ejemplo típico de estructura cristalina es la formación del hielo. Otro ejemplo es el cuarzo. De hecho, el nombre «cristal» proviene de la palabra griega «krystallos», que significa cuarzo.

—Hay una manera casera de tener un cultivador de cristal, que permite crear cristales con formas y colores muy llamativos —explicó Gordon Moore, que era uno de los químicos del grupo—. Simplemente, tienes que echar agua en un frasco limpio, como por ejemplo un vaso. Luego pones alumbre y remueves bien con una cucharilla. En lugar de alumbre, también puedes usar sal o bórax. Debes agregar el ingrediente hasta que veas que ya no admite más debido a que el componente se queda en el fondo sin disolver.

»Si esperas un tiempo, que puede ser un intervalo entre un minuto y algunas horas, verás que aparece un cristal más grande que los demás. Ese cristal será la semilla.

»Sácalo con unas pinzas. Ata la semilla de cristal con un hilo de nailon, pongamos el caso de un hilo dental, y déjalo colgando en el interior del vaso con el

líquido, a media altura. Al cabo del tiempo, como un intervalo de una semana, verás que el cristal ha crecido en torno a la semilla y el hilo, creando formas curiosas.

»Si añades colorante al agua, el cristal será de colores.

»Este es un ejemplo de cultivador de cristales.

El problema que se planteaba es que el cristal de silicio debería estar libre de impurezas, sobre todo de oxígeno, y eso complicaba el procedimiento de cultivo.

—Podemos comprar una cultivadora —dijo Jean Hoerni.

—Ya está pedida a la empresa Kingson Glass Ltd, pero la tienen que construir y enviar desde la costa este, por lo que tardará varios meses —respondió Dean Knapic, que era el jefe del taller de mecánica.

—Además, el proceso del cultivo resulta muy caro porque hay que calentar la máquina por radiofrecuencia y, para ello, se requiere de un generador de ¡veinte kilovatios! Por otro lado, el precio del equipo es una barbaridad —señaló Shockley con preocupación, ya que el coste de los instrumentos se estaba disparando y, además, estaban muy retrasados respecto a las previsiones iniciales.

—Dejadme unos días de plazo para que analice la viabilidad de construir una cultivadora — se aventuró a decir Julius Blank.

Poco tiempo después, Julius planteó a Shockley:

—Creo que puedo construir una cultivadora y tenerla funcionando antes de que la empresa suministradora la tenga lista para entregarla. Además, estoy seguro de que será más barata.

Para montar la cultivadora de cristal de silicio, Julius se basó en el método ideado por el químico polaco Jan Czochralski mientras investigaba las tasas de cristalización de los metales en 1915. El descubrimiento fue por pura casualidad. Cuando iba a escribir unos datos, sumergió la pluma en estaño fundido, en vez de hacerlo en el tintero, y al escribir dibujó un filamento que resultó ser de un solo cristal.

Julius cumplió su promesa. En poco tiempo, él y Gene Kleiner, construyeron la cultivadora de cristal de silicio, mucho más barata que la que le iban a suministrar, y mucho antes del tiempo de entrega. Para evitar impurezas, el cristal crecía en una atmósfera de nitrógeno puro al que añadían un poco de argón, tan solo un dos por ciento. Ese fue un truco que aprendieron en Laboratorios Bell.

Julius y Eugene también construyeron hornos de difusión, evaporadores de vacío, para evaporar metales, y otras máquinas útiles para la fabricación de dispositivos semiconductores. Eran instrumentos específicos y novedosos. La industria electrónica

estaba cambiando la manera en la que se trataban los materiales, dando origen a la creación de nuevos componentes.

El 1 de noviembre de 1956, la Academia Sueca de las Ciencias anunció que el Premio Nobel de Física se otorgaba a John Bardeen, Walter Brattain y William Shockley, por sus investigaciones sobre los semiconductores y por sus descubrimientos acerca del transistor. Ese día fue festivo en la empresa. El champán corría desde las primeras horas de la mañana. Esa noche fueron a cenar todos juntos al afamado y exclusivo restaurante chino Ming. Todos se sentían ganadores del galardón. Bill Shockley estaba eufórico.

William Shockley recibió el Premio Nobel el día 10 de diciembre en la ciudad de Estocolmo. A partir de ese momento la situación en la empresa cambió. Shockley se dedicó a viajar por todo el mundo visitando laboratorios, empresas y universidades. A la vuelta de sus viajes siempre venía con ideas nuevas y quería que todo el personal de su compañía se involucrara en proyectos que nunca se llegaban a terminar, ya que, muy pronto, los abandonaba al entusiasmarse por otras ocurrencias diferentes. Esto desorientaba y frustraba a todo su equipo de trabajo, hasta llegar al punto en que sus empleados decidieron, por su cuenta y sin el conocimiento ni el consentimiento de su jefe, centrarse en desarrollar una tecnología de difusión para construir dispositivos semiconductores, mientras sorteaban la volubilidad de Shockley.

El descontento y la desilusión se fueron apoderando de los trabajadores de la empresa. Se inició el proceso de decadencia de la compañía, del que surgirán nuevas y grandes oportunidades.

La caída de un genio

Shockley estaba cada vez más paranoico. Pensaba que los empleados de la empresa le estaban saboteando y que conspiraban a sus espaldas. Por eso él los trataba de manera despótica y agresiva.

Cierto día, se produjo un incidente trivial que tuvo importantes repercusiones. En la oficina había un gran tablón de anuncios de corcho en el que se encontraban clavados con chinchetas diversos papeles: anuncios, avisos, calendario, normativas, etcétera. Una de las chinchetas perdió la cabeza que era de plástico. Shockley ordenó a una secretaria, llamada Jane Alson, que colgara en el tablón un aviso para una reunión. Precisamente, Jane era amiga desde la infancia de Betty, la esposa de Gordon Moore. Al colgar el aviso en el tablón, Jane rozó la chincheta sin protección y se produjo un pequeño corte

en la mano. Fue una herida insignificante, que apenas sangró y se curó simplemente con una tirita. Sin embargo, Shockley vio el suceso y estalló en una cólera irrefrenable. Comenzó a gritar a los empleados.

—¡Alguien está intentando sabotearnos! —gritaba a todos los presentes—. ¡Exijo que el culpable se delate! ¡No voy a dejar pasar este ataque a la empresa!

Todo el mundo observaba atónito la reacción de su jefe. Ante el silencio general, Shockley, en lugar de calmarse, se enfureció aún más.

—¡Voy a llegar hasta el final! ¡Descubriré al saboteador y lo denunciaré! —gritaba mientras caminaba entre los sorprendidos empleados que no salían de su asombro.

El estado de paranoia llegó a su punto álgido cuando exigió que todo el personal tenía que pasar una prueba del polígrafo, la máquina detectora de mentiras.

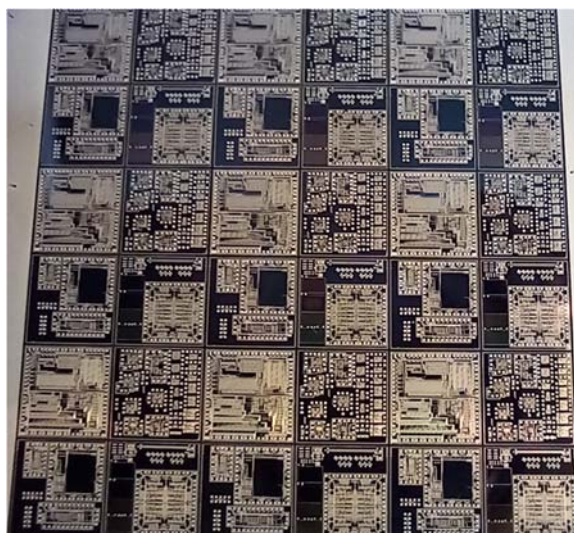
Un grupo de investigadores decidió que no podían seguir así y fueron a hablar con Arnold Beckman, inversor principal de la empresa. Le informaron del ambiente que se había creado. Beckman entendió la situación, ya que él conocía a Shockley desde hacía muchos años, puesto que fue su profesor en Caltech y comprendía que Bill era una persona muy capacitada para dirigir tareas investigadoras, sin embargo, no era una persona adecuada para la gestión empresarial y los recursos humanos.

—No os preocupes que creo que tengo a la persona idónea para gestionar la compañía —les dijo Beckman—. Nombraré gerente a Maurice Hannifin quien ya tiene experiencia en ese puesto de una filial de mi grupo de empresas.

Esa promesa hizo que se calmaran los ánimos. Sin embargo, Arnold no cumplió con el acuerdo, ya que, al final, no quiso destituir a Shockley. Esto provocó que la situación del grupo se volviera insostenible, puesto que, además, Shockley había sido informado del descontento. Ante esta situación, los investigadores decidieron que tenían que salir de la compañía.

Capítulo 4

De la playa al chip



Chips en una oblea preparados para ser cortados, separados y, luego, encapsulados en una carcasa de protección.

«Los dos días más importantes de tu vida son el que naces y el que descubres por qué».

Jack Kilby

Año de 1938. El joven Jack Kilby, con quince años, estudiaba su tercer curso de secundaria en el instituto Great Bend High School. Era un buen estudiante, como lo demostraban las calificaciones que obtenía, aunque no destacaba de manera especial.

Su padre, Hubert, un ingeniero eléctrico graduado por la Universidad de Illinois, era director de la compañía eléctrica Kansas Power Company, de la villa de Great Bend. Esta es la capital del condado de Barton, en el centro del estado de Kansas. Había sido tradicionalmente una zona de cazadores de búfalos y un pueblo dedicado a la ganadería, pero recientemente se había reconvertido en una localidad petrolera. Su población era de unos cinco mil habitantes, aunque se encontraba en aumento a medida que se abrían nuevos pozos del «aceite de piedra», que es la traducción literal del hidrocarburo. Incluso en el mismo parque de la ciudad se había abierto un pozo de oro negro.

La urbe está situada en la orilla norte del río Arkansas, justo en el lugar donde el río realiza un giro desde el suroeste al norte, de ahí el nombre del pueblo «Gran Curva».

Los campos que rodean la zona están constituidos por extensas llanuras. De hecho, esta zona corresponde a la zona central de las Grandes Llanuras Americanas, una alta y amplia meseta que se extiende al este de las Montañas Rocosas y cubre varios estados, desde Nuevo México y Texas al sur hasta Canadá en el norte.

Allí los veranos son largos y calurosos, mientras que los inviernos son fríos y secos. Las lluvias escasean y en invierno no suele nevar, quizás algún día puede caer algo de nieve que rápidamente convierte la tierra en fango.

A principios del mes de abril de ese año de 1938, la ciudad tenía más visitantes de los habituales, ya que el miércoles día 6 comenzó a celebrarse en la plaza del juzgado la Segunda Exposición Anual de Tractores de Great Bend. El pronóstico del tiempo no era bueno, pues se vaticinaba un clima frío que incluía nieve, así que se decidió posponer el espectáculo de lucimiento de los vehículos hasta el viernes. Los vendedores dependían de una buena exhibición para mostrar sus productos, por lo que se organizó un día extra de entretenimiento.

Esa noche se organizó una cena improvisada, a partir de las siete y media, en el club Gateway Country, a la que acudieron más de sesenta comensales. El banquete tuvo como plato fuerte jamón al horno y batatas confitadas. Durante la velada cayó una nevada impresionante. Tras el festín, las calles estaban heladas y algunos automóviles quedaron atascados en la nieve. Se necesitaron más de veinte minutos para trasladar a los comensales de regreso al distrito comercial, en el centro de la ciudad, que era donde se hospedaban la mayoría de los foráneos.

Al día siguiente, la edición vespertina del periódico local The Tribune decía:

«Una fina nieve impulsada por el viento comenzó a caer esta tarde temprano, disminuyendo la visibilidad a unas dos manzanas. Las temperaturas, sin embargo, no fueron severas. El termómetro registró dos grados bajo cero a las dos y media en punto, que es la misma lectura registrada a las siete y media en punto de esta mañana.»

A lo largo del día el clima empeoró. El viernes, una gran tormenta cubrió las calles de nieve. El fuerte viento causó estragos en las infraestructuras. Las líneas de

telégrafo y teléfono estaban caídas y el tráfico, tanto de automóviles como de trenes, estaba paralizado. La tormenta interrumpió el servicio eléctrico.

Hubert Kilby, el padre de Jack, como responsable de la compañía eléctrica, decidió salir a buscar el origen de la avería. Su hijo lo acompañó en el todoterreno que usaban los técnicos para realizar las reparaciones. A la vuelta Hubert comunicó lo que vio:

—Muchas líneas telefónicas están caídas. Las carreteras están heladas y es peligroso circular por ellas. Nosotros hemos circulado a treinta kilómetros por hora y varias veces el auto se ha salido de la calzada.

»He comprobado que los cables de mi empresa están en buen estado, pero al norte de Wilson hay problemas considerables. El daño en las líneas no sería tan severo si no fuera por el viento. Cuando los vientos acompañan a una tormenta de nieve, la humedad forma hielo en los cables y el viento hace que se rompan.

Con las líneas caídas, la única manera de comunicación con el resto del mundo se logró a través de la radio de onda corta. En Great Bend había seis radioaficionados, de los cuales dos, Roy Evans y Richard Livingston, estuvieron activos y a la escucha en todo momento. El joven Jack descubrió, en estas circunstancias, este tipo de afición y quedó impresionado. Fue de Roy Evans, unos diez años mayor que él, de quien estuvo aprendiendo mientras lo ayudaba a atender la radio. Se sentía entusiasmado con la posibilidad de poder comunicarse incluso en las condiciones más difíciles.

Sin embargo, el sábado el clima cambió y amaneció un día tranquilo, sin viento ni nubes, con un brillante sol. Se alcanzaron temperaturas de cinco grados sobre cero, lo que provocó que casi toda la nieve se derritiera. Se reanudaron los servicios de trenes y telégrafos. Las principales carreteras se abrieron al tráfico. A lo largo del día se recuperó el servicio telefónico de larga distancia.

Posteriormente a la tormenta, Jack continuó interesado en la radioafición. Obtuvo una licencia y construyó, él mismo, un transmisor/receptor. Comenzó a operar con la ayuda de otros radioaficionados. Este fue, sin duda, el comienzo de su interés por la electrónica. Tanto su padre como Roy y los otros radioaficionados lo convencieron para que estudiara ingeniería eléctrica. Fue el principio, el nacimiento de una leyenda.

Hubert y Melvina

Hubert Kilby, el padre de Jack, nació el 31 de agosto de 1891. Sus padres, Phillip St Clair Kilby y Annie Bell Shaw, tenían una granja cerca del pequeño pueblo de

Mackinaw, de tan solo quinientos habitantes. El pueblo está situado en el centro del estado de Illinois, a unos cien kilómetros al norte de Springfield, la capital del estado. Este pueblo es uno de los lugares donde más ha pervivido la «ley seca» de 1933, ya que se abolió tras ochenta años en 2013 mediante un referéndum en la población.

Junto a la granja de los Kilby se hallaba la de la familia Freitag formada por el matrimonio Frank y Mary, así como una hija, Melvina. La niña, a la que todos llamaban Vina, tenía la misma edad que Hubert, ya que nació tan solo cuatro meses antes, el 3 de mayo de 1891.

Los dos jóvenes asistieron al mismo colegio de primaria. A la salida del colegio volvían juntos a sus casas.

—¿Qué te ha pasado? Tienes la cara llena de moratones —preguntó Vina cierto día.

—Nada, solo que he tenido una discusión con Tom, Bob y Joffrey.

—¿Qué clase de discusión deja la cara con moratones? ¿Cuál era el tema de esa disputa?

—Nada, tonterías tuyas. Decían que yo era tu novio y yo les decía que solo somos amigos. Yo no pienso tener novia.

Juntos también asistieron al instituto de secundaria. Allí Hubert y Vina comenzaron a salir como «amigos especiales». Juntos marcharon a la cercana ciudad de Champaign, a unos cien kilómetros al este de su pueblo, para estudiar en la Universidad de Illinois.

Hubert estudió ingeniería eléctrica, graduándose en el año 1914. Por su parte, Vina estudió ciencias y trabajó como dietista tras la graduación.

La pareja se casó el 15 de febrero de 1920 y para nadie resultó una sorpresa esta boda. Los dos vivirían una larga vida juntos. Murieron igual que nacieron, juntos. Fue el mismo año de 1971. Ambos tenían ochenta años.

Tras la boda, la pareja marchó a vivir a Jefferson City, en el estado de Missouri. Allí nació, el 8 de noviembre de 1923, el primer hijo de los dos que tendrían la pareja, al que llamaron Jack St. Clair Kilby.

En 1927, cuando Jack tenía cuatro años, la familia se mudó a la ciudad de Salina, en Kansas. En aquel lugar, Hubert trabajó como gerente de una empresa de energía eléctrica llamada Kansas Power Company. Esta empresa formaba parte del imperio de compañías del magnate Samuel Insull, quien creó una importante infraestructura eléctrica en el medio oeste de los Estados Unidos.

En 1934, Hubert se convirtió en director de la empresa y tuvo que trasladarse, junto con su familia, a la sede de la compañía en Great Bend, a unos ciento treinta kilómetros al suroeste de Salina, en el mismo estado de Kansas. Toda esta zona forma parte de las Grandes Llanuras que son, en gran medida, extensas praderas, estepas y pastizales que se extienden al este de las Montañas Rocosas.

La zona era el área de caza de bisontes de diversas tribus indias: Cheyenne, Arapaho, Sioux, Pawnee, Kansa, Delaware y Potawatomi. Por ello, estas tierras fueron testigos de mortíferas luchas entre los invasores colonos y los nativos, por lo que están regadas con la sangre de las víctimas, sobre todo de estos últimos.

Allí nació el segundo hijo del matrimonio, que fue una niña que llamaron Jane. La familia Kilby vivía en una casa alquilada que se conocía popularmente como «casa Komarek» y tenía una amplia biblioteca. Aprovechando esta circunstancia, los padres alentaron la lectura en los niños.

Jack Kilby

Cuando la familia Kilby se mudó a Great Bend, el joven Jack se encontraba estudiando sexto curso de primaria. De pequeño era un niño muy activo, que tenía muchas aficiones. Así, por ejemplo, tocaba en la banda de música de su escuela. También le fascinaba la fotografía.

Ya desde los ocho años, aproximadamente, le gustaba desarmar cosas: viejos relojes de cuerda, radios, juguetes rotos. Comenzó a hacer reparaciones eléctricas menores en la casa: reemplazar un cable o arreglar una tostadora.

Cierto día, su padre anunció a Jack:

—La próxima semana vamos a ir a la «Feria Mundial de un Siglo de Progreso» en Chicago. Vas a venir con nosotros. Espero que te guste.

La feria se celebró en los años 1933 y 1934 en la ciudad de Chicago. La temática de la exposición fue la innovación tecnológica y su lema era «*La ciencia encuentra, la industria aplica, el hombre se adapta*». Su símbolo arquitectónico era el Sky Ride, un puente transportador, similar a una telecabina, con el que se podía viajar de un lado a otro de la feria.

El viaje de mil doscientos kilómetros lo realizaron en tren. Aunque para un niño de diez años el viaje resultó cansado, aburrido e interminable, le valió la pena nada más entrar en el recinto ferial. Se había trasladado a otro mundo. Todo lo que veía le llamaba

la atención. Estaba embobado con todo lo que observaba y nervioso sin saber dónde mirar.

Quizás lo que más le llamó la atención fue el área dedicada a «El mundo del mañana», que presentaba modelos de ciudades futuristas, automóviles y, entre otras cosas, una locomotora de tamaño natural que estaba abierta para que se pudieran observar los mecanismos internos. En ese momento, según comentaría más tarde, Jack se dio cuenta de que «en el futuro las cosas serían diferentes y que yo quería ser parte de esa diferencia».

A partir de ese verano su padre lo llevaba a visitar las centrales eléctricas de la empresa.

—Quiero que veas cómo funcionan y que sepas por qué funcionan —le solía decir.

Juntos revisaban las máquinas y, en el caso de que hubiera averías, su padre le explicaba los motivos por los que se producían. De esta manera, Jack aprendía sobre la generación y transmisión de energía eléctrica, lo que desarrolló en él la curiosidad por conocer estos equipos.

Hubert fomentaba en su hijo el interés en los dispositivos eléctricos, llevándose a casa revistas como Ciencia Popular y Mecánica Popular, además de otras revistas para ingenieros eléctricos. Aunque el niño no entendía la mayoría de las cosas, su inquietud por saber cómo funcionaban las máquinas le llevaba a construir aparatos. Así, un día decidió hacer una lámpara de arco. Para ello, extrajo los electrodos de carbón de una linterna y los puso en un recipiente con agua salada. A continuación, los conectó a un enchufe y, ni corto ni perezoso, enchufó el cable a una toma de corriente. Se produjo un destello en el enchufe, una pequeña explosión y se quemaron los fusibles de la casa. Sin embargo, el niño no fue reprendido, ya que sus padres vieron esto como un proceso de aprendizaje y lo alentaron a que siguiera experimentando.

Jack hizo sus estudios de secundaria en el instituto Great Bend High School. En esa época se convirtió en un joven delgado y espiado, muy alto para su edad, que usaba gafas. Aunque sacaba buenas notas, no despuntaba de manera especial entre los demás estudiantes.

Su gran pasión fue la radioafición, que conoció durante una tormenta de nieve que asoló la zona. Tal llegó a ser su afición que, durante la etapa en la escuela secundaria, compraba piezas por correo y construía sus propios transmisores y receptores de radio, llegando a mejorar las condiciones de operación de las radios comerciales.

Durante las vacaciones de verano debía llevar a cabo trabajos.

—Tienes que valorar el trabajo —le decía su padre.

Un año estuvo trillando cereales. El trabajo físico le resultó agotador. Otro año, su padre le buscó un empleo en una central eléctrica, no en su empresa sino en otra diferente. Allí le asignaron la tarea de limpiar el alquitrán espeso que se depositaba en grandes tanques de petróleo que, además, se encontraban muy calientes. La experiencia le resultó traumática.

«No quiero hacer trabajos físicos, debo estudiar para evitarlos a toda costa», se dijo a sí mismo.

Aunque las matemáticas no eran su fuerte, el interés de Jack por la electrónica lo llevó a tener claro que quería estudiar ingeniería eléctrica. Así que decidió preparar el examen de ingreso en la universidad. En 1941 viajó a la ciudad de Cambridge, en Massachusetts, para probar suerte en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, el célebre MIT.

—Ha sido un examen de matemáticas desastroso. Creo que no sirvo para esto —se quejaba Jack a su padre.

—No ha sido tan malo, has estado en el límite, ya que te han faltado muy pocos puntos, tan solo tres de los quinientos que se exigen.

—Sí, pero el hecho es que no he podido pasar el examen.

—Deberías intentarlo donde yo estudié, en la Universidad de Illinois, que se encuentra entre las ciudades de Urbana y Champaign.

De esta manera, en ese mes de octubre, marchó a la universidad y no a una universidad cualquiera, puesto que la Universidad de Illinois está considerada como una de las mejores universidades públicas de Estados Unidos.

La guerra

Al poco tiempo de llegar a la ciudad de Champaign, en el mes de diciembre, Estados Unidos fue atacado por Japón en Pearl Harbor. Inmediatamente, se declaró la guerra y Jack acudió a una oficina de reclutamiento. En el ejército le encargaron que sirviera como técnico en electrónica debido a sus conocimientos en esta materia.

Fue enviado al llamado Frente del Sudeste de Asia, en concreto a Birmania y la India. Se destinó en la Organización de Servicios Estratégicos, cuyas siglas son OSS, que fue la antecesora de la Agencia Central de Inteligencia —CIA—. Su trabajo consistía en reparar los equipos de comunicaciones por radio en el Cuerpo de Señales

del Ejército. Trabajó en una base militar en el noreste de la India, donde se especializó en la reparación de *walkie-talkies* inalámbricos. Estos equipos acababan de ser inventados en 1940 por la empresa Motorola y se usaron de manera extensiva por el ejército norteamericano.

En esa época también viajó a China y participó durante varios meses en acciones de combate bajo el mando del general Joseph Stilwell. Este general recibió varios apodos: «Tío Joe», «Vinagre Joe» o «Dos camisas viejas». Se cuenta que cuando un subordinado dibujó una caricatura en la que sostenía una botella de vinagre y le puso el mote «Vinagre Joe», Stilwell, al descubrir el hecho, colgó el dibujo en un tablón y lo distribuyó por la tropa.

Jack operó en esta zona dando soporte en las comunicaciones por radio para las unidades guerrilleras que operaban detrás de las líneas japonesas. Precisamente esta región era de interés estratégico debido a su riqueza en petróleo. Fue colonia británica hasta la llegada de los japoneses. Tras varios reveses sufridos por los británicos y el ejército indio, se inició una guerra de guerrillas en la selva, promovida por fuerzas chinas y apoyadas por comandos estadounidenses. Aquí se hizo famoso el escuadrón aéreo denominado los «tigres voladores», un grupo de combate mercenario estadounidense que recibió ese apodo por parte de los periódicos chinos que decían: «Volaron como tigres, volaron como tigres voladores». En este contexto, la sincronización de los ataques y las comunicaciones eran esenciales y Jack estuvo involucrado en estas tareas.

Participar en la guerra tuvo gran influencia en Jack, ya que como más tarde recordó: «la vida fuera de la escuela te hace madurar rápido. Cuando surgen problemas, hay que afrontarlos, encontrar una manera de resolverlos y luego progresar».

Llegó la paz

Tras finalizar la contienda pudo continuar sus estudios de ingeniería eléctrica en la Universidad de Illinois y obtuvo el grado en 1947. Era un joven alto, de un metro noventa y nueve de estatura, muy delgado, que se movía lentamente y hablaba en voz baja.

Tras su graduación consiguió empleo en la división Centralab de la empresa Globe Union, ubicada en Milwaukee, en el estado de Wisconsin. Globe Union se fundó en 1912 para fabricar baterías para tranvías, así como para plantas de iluminación rural y cuadros de distribución. La compañía se expandió a la fabricación de baterías para

automóviles y radios, y entró en el negocio de plantas eléctricas agrícolas. Durante la Segunda Guerra Mundial se creó división Centralab dedicada a la producción de componentes electrónicos para comunicación por radio.

Jack se puso a trabajar en el diseño de varios productos electrónicos de consumo utilizando una tecnología de miniaturización de circuitos eléctricos basada en serigrafía con base cerámica. Esto consistía en utilizar una placa de cerámica serigrafiada con pintura metálica para el cableado y un material de carbono para las resistencias. Los condensadores de disco de cerámica y los llamados tubos de vacío sub-miniatura, del tamaño de unos cuatro centímetros, se soldaban en dicha placa. De esta manera, la empresa llegó a ser pionera en la producción de varios dispositivos electrónicos, incluidos los circuitos impresos para audífonos.

Al poco tiempo de su estancia en Milwaukee, un compañero de trabajo le concertó a Jack una cita a ciegas.

—Es una buena amiga de mi esposa Beth. Una magnífica chica que sé que te gustará.

—Pero yo no necesito ahora nada de eso. Cuando quiera buscaré una novia.

—Lo siento, pero no puedes faltar. Tan solo tenéis que cenar en el bar Fast Burgers y luego cada uno a su casa.

De esta manera, Jack se dirigió esa noche al bar. Estaba nervioso, ya que era una experiencia nueva para él. Al no conocer a su acompañante sentía una falta de confianza en sí mismo. Con los nervios llegó demasiado pronto, así que tuvo que esperar más de media hora. Varias veces estuvo a punto de levantarse y marcharse de allí. De pronto, una joven de unos veinte años se le acercó.

—¿Eres Jack?

—Sí, tú serás Bárbara.

Era una joven alta, aunque menos que él. Tenía el pelo negro recogido en un moño alto, los ojos oscuros y los pómulos anchos. Jack pensó que era la mujer más guapa que había visto. Al principio casi no hablaban. No sabían qué decirse y los nervios los tenían atosigados.

—Mi amiga Beth me ha dicho que has llegado hace poco a la ciudad.

—Sí, aún me estoy adaptando. He terminado recientemente mis estudios en la Universidad de Illinois.

—Yo estoy estudiando logopedia.

Poco a poco la conversación se fue animando y el tiempo pasó volando. Inmediatamente congeniaron y esa cita llevó a otras. En pocos meses, en 1948, Jack Kilby y Bárbara Annegers se comprometieron y muy poco después se casaron. La cita a ciegas dio como resultado una vida de treinta y cuatro años en común, hasta que ella falleció en 1981, con cincuenta y cuatro años.

Al salir del trabajo, Jack asistía a clases nocturnas en la Universidad de Wisconsin. Ello le permitió obtener una maestría en ingeniería eléctrica en 1950.

En esa época nacieron las dos hijas de la pareja: Ann y Janet.

En 1952, la empresa envió a Jack a los Laboratorios Bell en Nueva Jersey para asistir a un curso sobre los recién inventados transistores, ya que Centralab había adquirido una licencia de la patente para la fabricación de esos dispositivos.

Allí conoció a un joven de aproximadamente su edad que hablaba inglés con acento hispano:

—Mi nombre es Juan Faday. Estoy trabajando en la empresa Hewlett-Packard en la ciudad de San José, en California.

—Me alegro conocerte. ¿Te interesan estos dispositivos nuevos, los transistores?

—Sí, en HP soy responsable del diseño de instrumentación electrónica y con estos componentes creo que podremos hacer equipos más fiables, de menos consumo e incluso sistemas portátiles.

De esta manera, Jack y yo congeniamos y compartimos las dos semanas que duró el curso.

Al regresar de este curso Jack recibió el encargo de construir una planta de fabricación de transistores. Para ello se requería un horno de reducción para hacer germanio, un refinador para purificarlo y un cultivador de cristales para hacer crecer los cristales de germanio. También tuvo que construir o comprar otros equipos tales como sistemas de prueba y sierras ultrasónicas.

En 1956 apareció en la portada de la revista Electronics una fotografía de un circuito serigrafiado con cuatro transistores de germanio sobre una mano. Se trataba de un amplificador para audífonos. Pronto surgieron otras aplicaciones de estos «microcircuitos», lo que permitió a Jack conseguir hasta diez patentes.

En mayo de 1957 asistió a un curso impartido por el inventor del transistor, John Bardeen, en el Departamento de Física de la Universidad de Marquette. El curso se centró en la miniaturización de circuitos con transistores. Este seminario, junto a su experiencia previa en la empresa, tuvo un importante impacto en Jack.

La Universidad de Marquette es una universidad privada católica de la Compañía de Jesús que se encuentra en la ciudad de Milwaukee. Allí volvimos a coincidir Jack y yo.

—Quédate en mi casa y así te ahorras el hospedaje. Tenemos sitio de sobra —me propuso Jack.

De esa manera compartí unos días con la familia Kilby. A partir de este momento mantuvimos el contacto tanto por correo, vía telefónica o coincidiendo en congresos y cursos especializados.

En marzo de 1958, Jack recibió una bonificación económica por parte de la empresa que reconocía así la calidad de su trabajo. Sin embargo, en la carta se indicaba el deterioro de las condiciones comerciales de la compañía y se insinuaba la llegada de «tiempos difíciles». Esto lo llevó a buscar otras alternativas laborales.

Buscó trabajo en Texas Instruments, IBM y Motorola. Incluso yo lo recomendé en mi empresa, HP. En mayo recibió ofertas tanto de Motorola como de Texas Instruments. La que aceptó fue la de Texas Instruments, ya que la propuesta laboral decía: «queremos que trabaje en nuestro nuevo departamento de microminiaturización».

Así pues, Jack viajó con su esposa y sus dos hijas a la ciudad de Dallas, en Texas. El 15 de mayo de 1958, Jack Kilby entró en las instalaciones de Texas Instruments. Aún no lo sabía, pero allí pasaría toda su vida laboral y conseguiría grandes logros. Ese día en el que entró por primera vez en el edificio de su nueva empresa, llevaba en su cabeza las ideas que muy pronto pondría en práctica.

Texas Instruments

Jack Kilby comenzó a trabajar en la compañía Texas Instruments, también conocida simplemente por sus siglas TI. Esta empresa había nacido siete años antes, en 1951, debido a una remodelación de la compañía Geophysical Service, que se dedicaba a la fabricación de sismógrafos.

A principios de 1952, Texas Instruments compró a Western Electric una licencia de patente para producir transistores de germanio. Ese año se incorporó en la empresa Gordon Teal, que había trabajado en Laboratorios Bell, formando parte del equipo que construyó el transistor de unión. Al año siguiente, TI contrató a Willis Adcock, que al igual que Teal era químico-físico. Adcock dirigía un pequeño grupo de investigación centrado en la tarea de fabricar cristales de semiconductor para construir transistores, de manera que en 1954, TI produjo el primer transistor de silicio comercial del mundo,

hasta ese momento los transistores eran de germanio. Usando sus propios transistores, Texas Instruments, junto con la empresa Regency de Indianápolis, diseñó y fabricó ese mismo año la primera radio de transistores, el Regency TR-1.

Nada más llegar Jack a la empresa, el jefe del equipo de semiconductores, Mark Shepherd, le planteó el problema que allí tenían y en lo que Kilby debía trabajar.

—El problema que tenemos es lo que se conoce como «la tiranía de los números» —le explicó Mark.

La tiranía de los números consistía en que, al utilizar cada vez más los transistores, los circuitos electrónicos se miniaturizaban más y más. Los dispositivos, tales como transistores, resistencias, condensadores, inductancias, se fijaban en una pequeña placa o soporte donde se soldaban los cables que los conectaban. Al ser esas placas más pequeñas las conexiones estaban muy cerca. El número de conexiones crecía, a la vez que crecía la funcionalidad y complejidad del circuito.

—Observa esta placa, ¿ves la maraña de cables que hay aquí? —dijo Mark mientras mostraba una pequeña placa que tenía soldados muchos componentes electrónicos—. Pues alguien se ha equivocado en alguna soldadura y no hay manera de encontrar el error. Además, ya no se puede reducir más el tamaño por culpa de los cables. Es necesario resolver el problema del crecimiento del número de cables.

Jack comenzó a ocuparse de este problema buscando soluciones que no llegaban a cuajar.

Al poco tiempo de empezar a trabajar, cierto día de finales de julio, al llegar a la empresa, Kilby se encontró con que estaba prácticamente solo. Todos se habían marchado de vacaciones y allí quedaban muy pocos empleados. TI tenía una política de vacaciones en masa, es decir, simplemente cerraban la compañía y todos los empleados debían cogerse las vacaciones en la misma fecha. Él no tenía derecho a vacaciones, ya que se acababa de incorporar, así que tuvo que trabajar ese verano. De esta manera, Jack se encontró con una planta desierta.

«Al menos tengo todo el laboratorio para mí, sin que nadie me moleste —pensó mientras garabateaba en su cuaderno de notas una idea a la que llevaba días dándole vueltas—. ¿Por qué hay que colocar tantos componentes en una placa cuando podrían construirse todos ellos en el mismo sustrato de semiconductor?»

Ese mismo día escribió en su cuaderno:

«La miniaturización extrema de muchos circuitos eléctricos podría lograrse haciendo resistencias, condensadores, transistores y diodos en una sola lonja de silicio.»

En cinco páginas, mostró cómo realizar estos componentes en la práctica y la manera en la que se podría ensamblar un circuito completo a partir de ellos en una sola oblea de silicio. Fue el 24 de julio cuando Jack comenzó a trabajar en esa «idea monolítica», o sea, todo el circuito se fabricaba simultáneamente sobre el mismo sustrato, en lugar de conectar componentes separados. Dicho y hecho. A partir de un material semiconductor hizo crecer distintas impurezas para replicar componentes electrónicos individuales, como resistencias, condensadores y transistores. Pronto Kilby tenía un prototipo funcional fabricado con germanio del tamaño de un sello postal.

A mediados de agosto volvieron todos los empleados a sus trabajos. Jack le enseñó a Willis Adcock sus nuevas ideas.

—Parece muy interesante. Construye un circuito y Pruébalo.

Lo primero que hizo Jack fue construir un prototipo de un oscilador con componentes discretos, es decir, con transistores, resistencias y condensadores, a la manera habitual. En pocos días realizó el oscilador, que es un circuito que produce una señal eléctrica en forma de onda senoidal. Un oscilador es lo contrario de un rectificador, ya que genera una señal alterna a partir de una señal continua. Era final de agosto, cuando pudo observar en la pantalla de un osciloscopio una forma ondulada que se asemejaba a las olas en el mar.

A continuación, intentó hacer lo mismo, pero siguiendo su «idea monolítica». Para ello, sobre una oblea de germanio fabricó un transistor haciendo crecer diferentes materiales y, en la misma oblea, construyó resistencias y un condensador. Unos pocos cables endebles de oro sobresalían del circuito. Este era una pastilla de germanio alargada, de uno con seis milímetros de ancho por diez milímetros de largo. Tenía un condensador, tres resistencias y un transistor.

El 12 de septiembre reunió a su jefe Willis Adcock, a Mark Shepherd y a varios compañeros para hacer una demostración. Aplicó diez voltios a los cables de entrada e, inmediatamente, una línea verde ondulada se vio en la pantalla de su osciloscopio. Se acababa de inventar el primer circuito integrado o chip.

Una semana después, Jack construyó un elemento de memoria integrado, también llamado *flip-flop*, que estaba hecho con dos transistores de germanio. También funcionó como él esperaba.

Precisamente a finales de septiembre se incorporaron a TI dos personas tremendamente relevantes para el futuro de la tecnología: Morris Chang, que fundaría en el futuro, en Taiwan, la empresa llamada Taiwan Semiconductor Manufacturing Company —TSMC—, que se convertiría en el principal fabricante de circuitos integrados a nivel mundial, y Jay Wallace Lathrop, que había inventado un proceso para miniaturizar los dispositivos electrónicos llamado fotolitografía.

La idea de Lathrop para inventar el proceso de fotolitografía surgió, en cierta medida, de manera fortuita. Jay acababa de terminar su doctorado en 1952 en el MIT, siendo compañero de Robert Noyce y amigo del grupo que formábamos Sheldon Roberts, Jay Last, Murray Gell-Mann y yo, Juan Faday. Su primera empresa fue la Oficina Nacional de Estándares, que más tarde se convirtió en el Laboratorio de Espoletas de Artillería Diamante del Ejército. Allí, junto con el químico James Nall, trabajó en la microminiaturización de circuitos de estado sólido para el Departamento de Defensa.

Tenían que diseñar el circuito de control de una espoleta de proximidad para un mortero de sesenta milímetros, que tiene aproximadamente seis con treinta y cinco centímetros de diámetro. Para ello debían fabricar transistores más pequeños de los que se habían realizado hasta el momento. En un momento dado, Jay miraba un sustrato de semiconductor con un microscopio mientras conversaba con su compañero James. Entre bromas, le dio la vuelta al microscopio y miró por el otro extremo. Lo que vio le impresionó, ya que el objeto al que miraba parecía lejano y muy pequeño. Una fugaz idea surgió en su cerebro.

—James, podríamos reducir el tamaño de los transistores usando lentes que reduzcan las imágenes. De esta manera usamos la luz para proyectar e imprimir los elementos del transistor de manera reducida.

—Parece una buena idea —respondió James ante la sugerencia de Jay—. Vamos a hacer una prueba.

Usando el microscopio en dirección inversa consiguieron proyectar los patrones que necesitaban en el sustrato de germanio y ..., ¡funcionó! Acababan de miniaturizar, más que nunca se había conseguido, el tamaño de los transistores. Habían inventado el

proceso de fotolitografía que se sigue utilizando hoy en día para fabricar circuitos electrónicos.

Usando el proceso de fotolitografía, ese otoño, Jack se concentró en mejorar y refinar las técnicas necesarias para hacer circuitos integrados. La técnica que habían inventado Jay Lathrop y James Nall sigue un procedimiento parecido al revelado de una fotografía. Se parte de una oblea de un semiconductor puro como el silicio. Sobre esa oblea se hacen crecer impurezas de tipo N que contienen excesos de cargas negativas o de tipo P con exceso de cargas positivas para construir los dispositivos electrónicos. Para delimitar la forma y tamaño de esos dispositivos se usa una máscara que protege unas zonas y no otras. La oblea se coloca en un horno en un ambiente gaseoso con las impurezas que se quieren depositar. Tras un tiempo de cocción, la oblea ya tiene diferentes elementos en determinadas zonas.

En enero de 1959, aún no se había hecho público la invención del circuito integrado. Sin embargo, llegó a TI un rumor de que una compañía rival, RCA, estaba a punto de presentar una patente sobre un circuito integrado propio. El pánico se cernió sobre la empresa y, en especial, sobre los abogados encargados de solicitar la patente. En tan solo nueve días, el 6 de febrero, se presentó una solicitud titulada «Circuitos electrónicos en miniatura» en la Oficina de Patentes de Washington. La solicitud decía:

«En contraste con los enfoques de miniaturización que se han realizado en el pasado, la presente invención ha resultado de un concepto nuevo y totalmente diferente. De acuerdo con los principios de la invención, lo último en miniaturización de circuitos se logra utilizando un solo material para todos los elementos del circuito y un número limitado de pasos de proceso compatibles para su producción.»

Un mes más tarde, en una conferencia de prensa, TI hizo público su nuevo y revolucionario «circuito sólido». En dicha conferencia, el jefe del equipo de semiconductores, Mark Shepherd, dijo:

«Considero que este es el desarrollo más significativo de Texas Instruments desde que divulgamos la disponibilidad comercial del transistor de silicio.»

Al circuito integrado se le llamó chip porque el cultivador de cristales de semiconductor producía un cilindro de dicho material, que era cortado horizontalmente en finas obleas. En inglés chip significa «lasca» o «pastilla» y, por ello, dio nombre a los circuitos integrados.

Los abogados de TI no tenían que haberse preocupado por RCA sino por una joven y pequeña empresa que se encontraba en California. La empresa se llamaba Fairchild y su presidente Robert Noyce les daría grandes dolores de cabeza durante los siguientes diez años.

Capítulo 5

El alcalde de Silicon Valley



Mountain View. Silicon Valley

«No se deje abrumar por la historia, simplemente salga y haga algo maravilloso».

Robert Noyce

Mi trabajo en la compañía Hewlett-Packard me resultaba muy interesante. Mi actividad estaba centrada en el diseño de instrumentación que fuera portable y, por lo tanto, debía tener un tamaño pequeño, pesar poco y con un consumo bajo. Por eso las nuevas tecnologías basadas en los transistores me facilitaban mucho la tarea. Había asistido a varios cursos sobre estos dispositivos, en algunos había coincidido con mi amigo Jack Kilby, con lo que me había convertido en un experto en el diseño de circuitos electrónicos usando esos nuevos y revolucionarios componentes.

Por otro lado, desde hacía un año, a comienzos de 1956, mis compañeros de aventuras y estudios se habían mudado a mi ciudad de Palo Alto y trabajaban en el

edificio de la recién creada empresa Shockley Semiconductor Laboratories, muy cerca de mi compañía. Solíamos vernos muy asiduamente, sobre todo con Gene Kleiner y Julius Blank, aunque también organizábamos barbacoas dominicales con Jean Hoerni, Jay Last y, de vez en cuando, asistía Robert Noyce. En esas reuniones conocí e intimé con Víctor Grinich y Gordon Moore. A las barbacoas solían acudir las familias completas. Precisamente, en una de esas reuniones en casa de Gordon Moore, su esposa Betty estaba acompañada de una amiga de la infancia.

—Juan, quiero presentarte a mi amiga Jane Alson. Acaba de entrar a trabajar como administrativa en la empresa de Shockley.

Jane era una mujer que irradiaba alegría. Siempre tenía una sonrisa en la cara y parecía disfrutar de cualquier detalle por nimio que fuera. Juan quedó absorto en la variedad de expresiones faciales que era capaz de mostrar, transmitiendo diversos grados de placer, regocijo, alegría, felicidad, todo ello lo fascinaba e hipnotizaba como las llamas de una hoguera.

—Veo que te has herido, ya que tienes una tirita en un dedo.

—Oh, no es nada, solo un pequeño roce con una chincheta. Aunque el incidente ha provocado la cólera de mi jefe.

En esos momentos yo era ignorante del ambiente de intranquilidad que se palpaba en las últimas reuniones entre los asistentes. Toda esa preocupación se debía a que las condiciones laborales en la empresa del recién galardonado Premio Nobel de Física se habían enrarecido y eran frecuentes las discusiones o comentarios de desagrado.

—Me estoy planteando marcharme —manifestó cierto día Dean Knapic—. Ya no soporto más esta tensión y no me compensa trabajar así.

Aunque en el ambiente se palpaba que nubes negras sobrevolaban las vidas de mis amigos, yo hacía caso omiso de estos hechos, se podía decir que estaba en la inopia. Por un lado, estaba contento con mi condición laboral en mi empresa y, por otro, me había convertido en un ser ilusionado con mi afortunado encuentro con Jane. Ella me acababa de abrir una nueva vida llena de esperanza, alentadora, optimista, en la que no cabían nubes negras, sino un sol radiante.

Huida hacia delante

La tensión en Shockley Semiconductor Laboratories llegó a tal extremo que un grupo de jóvenes formado por siete personas decidió abandonar conjuntamente la empresa de William Shockley. Estuvieron buscando otras compañías que los

contrataran, pero imponían como condición que querían permanecer juntos. Este grupo estaba formado por Julius Blank, Víctor Grinich, Jean Hoerni, Eugene Kleiner, Jay Last, Gordon Moore y Sheldon Roberts. Allí faltaba Robert Noyce, aunque todos intentaron convencerlo para que se les uniera porque Bob era un líder nato y querían tenerlo en la nueva aventura.

Durante una discusión acerca de cuál debería ser el siguiente paso, Gene Kleiner dijo:

—Yo tengo un conocido en una empresa financiera de Nueva York llamada Hayden Stone Company. Es el corredor de bolsa de mi padre y lo conozco desde hace muchos años. Dejadme escribirle y plantearle si puede encontrarnos un trabajo en el que podamos mantenernos juntos.

Fue su esposa, Rose, la que redactó y escribió la carta que, entre otras cosas, decía:

«Este escrito es para presentar a un grupo de científicos e ingenieros de alto nivel que han estado trabajando juntos en Shockley Semiconductor Laboratories ... Existe un sentimiento general de que, en lugar de irnos uno a uno, creemos que somos mucho más valiosos para un empleador como un equipo.»

También planteaba un plan de negocios para desarrollar transistores. Como el corredor de bolsa desconocía cómo gestionar estas situaciones, entregó la carta a un joven empleado neoyorquino de treinta años llamado Arthur Rock, que trabajaba como analista dentro del Departamento de Inversiones.

Arthur leyó con atención la carta y la puso en conocimiento de su jefe Alfred Coyle, a quien llamaban Bud. Coyle decidió entrevistarse con el grupo disidente de Shockley Semiconductor y voló, junto con Arthur, a la ciudad de San Francisco en agosto de 1957. Allí se hospedaron en el Hotel Clift, donde concertaron una reunión con el grupo de jóvenes emprendedores. A esa reunión se sumó también, en el último momento, Robert Noyce.

El encuentro tuvo lugar en el salón llamado Secuoya de dicho hotel. Los primeros instantes fueron tensos, ya que nadie se atrevía a tomar la iniciativa. Sin embargo, fueron pocos segundos porque Robert Noyce rápidamente asumió el papel de cabecilla del grupo y planteó el proyecto que tenían. Bob hablaba con gran entusiasmo, de

manera que ambos banqueros, en especial Arthur Rock, quedaron impresionados y se tomaron muy en serio la propuesta que les planteaban.

Bud Coyle los convenció de que era muy difícil que alguna empresa contratara de golpe a ocho investigadores y que lo mejor era crear una nueva compañía, para lo que debían buscar accionistas. Finalmente, Bud sacó diez billetes nuevos de un dólar y los extendió en la mesa.

—Señores, creo que tenemos un acuerdo. Por nuestra parte, vamos a buscar a los inversores que necesitáis. Firmemos nuestra alianza en estos billetes.

Cada uno de los asistentes estampó su firma en cada uno de los diez billetes que, finalmente, se repartieron entre los presentes. Se trataba del contrato original y curioso cuyo valor, hoy en día, supera con creces el número indicado en cada billete.

Tras la reunión y ya de vuelta en Nueva York, Coyle y Rock contactaron con más de treinta empresas sin obtener ningún éxito. Una de ellas era Fairchild Camera and Instrument Corporation que trabajaba, fundamentalmente, para el Departamento de Defensa.

Sherman Fairchild, el presidente de dicha empresa, era un millonario e inventor. Era hijo único de uno de los fundadores, junto con Tom Watson, de la poderosa compañía IBM, de la que su padre fue presidente. Por su parte, él había creado más de ¡setenta empresas! Tenía especial interés en la aviación y la fotografía, sobre todo aérea. También era conocido en las revistas del corazón por ir siempre acompañado de hermosas modelos y por tener una activa vida social. Sherman era una persona a quien le atraían nuevos retos, por lo que, cuando recibió la propuesta de Coyle quedó encandilado y aceptó invertir en la nueva sociedad para dedicarse a fabricar transistores.

—Me parece muy interesante el negocio de los semiconductores. Creo que será la industria del futuro y quiero participar en ello —dijo Fairchild a Coyle—. Voy a aceptar la propuesta de crear la nueva empresa con un capital inicial de un millón de dólares. Concierta una reunión con el equipo de investigadores.

El 18 de septiembre de 1957 se constituyó la nueva firma denominada Fairchild Semiconductor.

Precisamente en esas fechas ya se estaban produciendo deserciones en la empresa de Shockley. Dean Knapic fue uno de los primeros que se marchó para crear su propia compañía llamada KEP, Knapic Electrophysics, que se dedicó a cultivar cristales de silicio mediante el mismo cultivador que habían diseñado Julius y Gene. Precisamente, curiosidades de la vida, Fairchild comprará silicio a la empresa KEP.

Otra persona que también se marchó fue Víctor Jones, uno de los primeros empleados de la compañía. Vic fue a hablar directamente con Shockley.

—Lo siento señor Shockley, usted sabe que yo he estado aquí desde el comienzo y que tengo un gran respeto hacia usted, pero no puedo trabajar en este ambiente, no rindo porque estoy demasiado estresado. Quiero volver al mundo académico.

Asombrosamente, Shockley fue comprensivo y le respondió:

—De acuerdo, pues llamaré a Les Hogan para recomendarte. Él fue compañero mío en Laboratorios Bell y ahora es profesor en Harvard.

Lester Hogan era un importante físico pionero en las tecnologías de microondas, así como de semiconductores. Víctor fue contratado en dicha universidad. William Shockley conseguía sorprender con comportamientos que uno no podría esperar de él.

Una situación diferente se produjo cuando Shockley se enteró de la deserción de sus mejores hombres. Esto lo enfureció y en su cólera los llamó «los ocho traidores». De alguna manera intuyó que se iniciaba el declive de su empresa. De hecho, en 1963 abandonó la compañía y se dedicó a la docencia en la Universidad de Stanford durante los siguientes veinte años. Su paranoia cada vez fue a mayor, de manera que se fue aislando cada vez más.

Fairchild

Tras la constitución formal de la compañía Fairchild Semiconductor, lo primero que necesitaban para poder operar era un edificio en el que instalarse.

—He encontrado un almacén de mil trescientos metros cuadrados entre Palo Alto y Mountain View, en el 844 de Charleston Road —les comunicó cierto día Julius Blank—. El edificio carece de instalación eléctrica y de fontanería, pero tiene un precio razonable.

Tras hacerse con la nave, el grupo se centró en ponerla a punto. Para ello, los ocho fundadores realizaron las obras de albañilería, trabajando todos codo con codo. Hubo que instalar aire acondicionado, tuberías para manejar gases y sistemas de manipulación de ácidos. La experiencia de Blank y Kleiner en Western Electric fue decisiva para hacer frente a estos retos. Por otro lado, ambos se encargaron de diseñar y construir los hornos de difusión, cultivadores de cristal, evaporadores de vacío y equipos de litografía óptica y otra maquinaria.

Para el instrumental electrónico Víctor Grinich contrató a Murray Segal, quien pensaba trabajar para Shockley, pero consiguió convencerlo e incorporarlo al equipo. Ambos construyeron diversos aparatos en el garaje de la casa de Vic.

Cierto día Víctor fue a hacerme una visita a mi casa.

—Juan, vengo a verte en nombre de todos los que estamos implicados en la nueva empresa porque queremos hacerte una propuesta —dijo Vic sin más preámbulos—. Sé que en tu empresa te encuentras muy bien, ya que valoran tu trabajo. Aun así, sabes que a todos nosotros nos gustaría que te unieras a nuestra nueva aventura en Fairchild. Se trata de algo inseguro, inestable, con bajas posibilidades de éxito, pero es todo un reto muy interesante.

—La verdad es que últimamente me lo he estado planteando y me atrae mucho unirme a vosotros. Incluso lo he hablado con Jane porque queremos casarnos pronto y ella también me apoya en la idea que me propones. Si todos me aceptáis en vuestra empresa, podéis contar conmigo.

De esta manera dejé mi tranquilo trabajo en HP y me incorporé al equipo de Víctor Grinich y Murray Segal. Nos dedicamos al diseño e implementación de diverso instrumental electrónico: para hacer medidas eléctricas, para controlar equipos mecánicos, para hacer las pruebas o test de los circuitos, etcétera. Teníamos que cubrir un sinnúmero de necesidades y, además, con bajo presupuesto.

Para poner a punto la nueva compañía se consiguieron mesas de laboratorio, de oficina, armarios. En nueve meses se logró montar la empresa desde cero, de manera que ya estábamos preparados para iniciar la fabricación de transistores.

Julius Blank y Gene Kleiner construían, mantenían y modificaban el equipamiento específico, tales como: hornos, cultivadores, etcétera. Víctor Grinich, Murray Segal y yo nos dedicábamos al equipamiento electrónico para control de instrumentos y realización de medidas eléctricas. Jean Hoerni era el teórico del grupo y se concentraba en realizar los cálculos. El óptico, Jay Last, cubría los aspectos de generación de máscaras, materiales fotosensibles y el proceso de fotolitografía. Roberts Sheldon, el metalúrgico del grupo, se centraba en la realización de los contactos metálicos y evaporación de dicho material. Gordon Moore estuvo involucrado en el procesamiento químico y en el manejo de gases. No obstante, de todos nosotros el que tenía más experiencia en los semiconductores era Robert Noyce, quien era el director de esta orquesta magníficamente afinada.

La competencia era muy fuerte, ya que muy cerca teníamos a Shockley Semiconductor y la poderosa empresa Hewlett-Packard. Otras empresas como Raytheon, Motorola, RCA, General Electric y Texas Instruments dominaban el mercado de los semiconductores y la electrónica. Sin embargo, esta joven compañía iba a ser el árbitro de la revolución tecnológica que se avecinaba.

Guerra del silicio

En mayo de 1958 se celebró un congreso organizado por la Sociedad Electroquímica. Al congreso asistió Jean Hoerni. Una de las ponencias fue presentada por un ingeniero egipcio-americano que trabajaba en Laboratorios Bell, llamado Mohamed Martin Atalla, también conocido como John Atalla, debido a que adaptó su nombre al inglés.

—Les voy a hablar de cómo se puede crear una capa protectora sobre un sustrato para que ese soporte se vuelva «pasivo», es decir, menos afectado o corroído por el medioambiente —explicó Atalla durante su ponencia—. Si el sustrato es de silicio, dicha capa de protección será de óxido de silicio. Además de proteger el sustrato, el óxido de silicio es un material aislante y no permite el paso de electricidad.

Usando esta técnica, John Atalla junto con el coreano-estadounidense Dawon Kahng inventarían al año siguiente en los Laboratorios Bell el transistor MOS, que son las siglas de Metal-Óxido-Semiconductor. Si bien inicialmente no fue bien recibido, este dispositivo mejoraría notablemente los circuitos electrónicos y dominaría la tecnología electrónica hasta la actualidad.

A Jean Hoerni le impresionó esta conferencia. De vuelta a Fairchild no dejaba de darle vueltas al trabajo de Atalla. No solo estaba encandilado, sino que en su mente surgió una idea muy clara. Se dirigió al despacho del que era su jefe, Gordon Moore.

—Ya sé cómo mejorar el proceso de fabricación de transistores. Podemos hacer dispositivos más pequeños, sencillos de fabricar y, además, fabricarlos en masa.

Gordon se quedó intrigado y a la vez preveía que algo grande estaba a punto de ocurrir.

—Explícate, ¿cómo se puede hacer eso?

—Hasta ahora la manera de fabricar transistores es hacer crecer diferentes materiales semiconductores sobre el sustrato. De esta manera tenemos el sustrato con un montículo encima que es el transistor. Esta técnica se llama MESA debido a que el circuito se parece a esas montañas del desierto de Arizona.

»El problema de esta técnica es que cualquier polvo o humedad en los bordes afecta al funcionamiento del transistor.

»Otro problema es que el proceso de fabricación no permite miniaturizar más los componentes.

—Cierto, eso es así, pero yo no conozco otra manera de hacer transistores.

—Sí que la hay y es lo que quiero proponerte. Para ello partimos del sustrato de silicio y a continuación lo cubrimos con óxido de silicio, ya que eso lo protege y aísla. Sobre ese óxido se pueden hacer agujeros para acceder al sustrato e ir construyendo los distintos elementos del transistor. Esos agujeros se vuelven a cerrar con óxido de silicio. De esta forma podemos fabricar simultáneamente muchos transistores, unos junto a otros, en el mismo sustrato. Luego se cortan para separarlos, de manera que, de golpe, tenemos contruidos muchos elementos simultáneamente.

»En lugar de hacer crecer el dispositivo, lo que hacemos es fabricarlo dentro del sustrato y la superficie encima queda plana. Para manipular los materiales se puede usar la técnica de fotolitografía sugerida por Lathrop. Con esa técnica podemos miniaturizar mucho más los componentes.

—No es mala idea. Sería baratísimo hacer cientos de transistores de una atacada. Creo que se puede hacer. Adelante, prepara cada uno de los pasos del proceso y prueba tu idea.

—Voy a empezar con hacer diodos, ya que ese es el elemento más sencillo de construir, puesto que se trata tan solo de una unión PN, es decir, la unión de material con carencia de electrones —Positivo— y material con exceso de electrones —Negativo—.

Jean Hoerni acababa de inventar el proceso de fabricación planar. Este proceso es el que se ha venido utilizando hasta hoy en día para producir circuitos electrónicos.

Para construir miles de transistores sobre la oblea, Jay Last creó una de las primeras máquinas llamadas «*step and repeat*» —paso y repite— que aplicaba el proceso y recorría toda la superficie.

Poco después, en una reunión del personal del Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Fairchild, en septiembre de 1958, se decidió que la idea de Hoerni del proceso de fabricación planar debía ser patentada a nombre de su inventor: Jean Hoerni.

Tras esa reunión, Robert Noyce comenzó a darle vueltas a un tema que le rondaba en la cabeza.

—Creo que podemos sacarle mucho partido a la idea de Jean —le dijo cierto día a Gordón Moore—. Si en lugar de hacer transistores iguales, construimos circuitos completos, se puede reducir el tamaño de los sistemas electrónicos. Además, se puede añadir encima de todo óxido de silicio para proteger y aislar los circuitos. Sobre ese óxido de silicio se depositaría el cableado con una capa de metal para conectar los componentes entre sí a través de agujeros en el propio aislante.

—Sería magnífico hacer eso —respondió Gordon—. Todo un circuito integrado en un cristal de silicio. Es algo realmente novedoso. Deberíamos construirlo.

Sin ellos saberlo se trataba de la misma idea del circuito integrado monolítico que había sido desarrollada por Jack Kilby. Precisamente, en ese momento, a más de dos mil kilómetros de distancia, Kilby estaba haciendo una demostración de su circuito integrado ante sus jefes y compañeros en Texas Instruments. Sin embargo, había diferencias importantes entre el circuito de Kilby y la idea de Noyce. Kilby utilizó la tecnología MESA para fabricar los transistores. Esto limitaba el tamaño de estos dispositivos y no permitía integrar el cableado. Por lo tanto, no se resolvía el problema de los cables. Sin embargo, Noyce utilizó la tecnología planar de Hoerni y el proceso de fotolitografía de Lathrop. Esto permitía miniaturizar mucho más los circuitos, así como integrar el cableado, ya que sobre el chip se depositaban las líneas de metal de los cables. Así pues, la idea de Noyce es la que se ha usado en la fabricación de circuitos integrados hasta nuestros días.

Fue Jay Last quien se encargó de fabricar el primer circuito integrado basado en la tecnología de fabricación planar de Jean Hoerni. De alguna manera, aunque sería Noyce quien recibiría los honores, el resultado final fue un trabajo en equipo entre Gordon Moore, Jean Hoerni, Jay Last y Robert Noyce.

Kilby versus Noyce

El mundo de las patentes es muy complejo, ya que como casi cualquier cuestión legal, está llena de sutilezas que pueden blindar un producto o bien reducir su protección. Por eso las empresas dejan este tipo de actividad a abogados expertos en estas lides.

Era final de la primavera de 1959 cuando Noyce y Moore se encontraban reunidos con miembros del bufete de abogados que manejaban el tema de patentes de Fairchild.

—Simplificando mucho, podemos decir que la primera decisión que hay que tomar es el tipo de protección que queremos —comentaba el abogado—. Básicamente,

podemos acogernos al cuerpo de leyes conocido como protección de secreto comercial, que hace que sea ilegal copiar deliberadamente la idea comercial de otra persona. Esto no impide que nadie comercialice un producto que ha inventado por sí mismo, incluso si un inventor anterior ha estado vendiendo el mismo producto durante años.

»La otra alternativa es patentar el producto que garantiza expresamente al inventor «*el derecho de excluir a otros de fabricar, usar o vender la idea*» durante los años de vigencia de la protección.

—Parece que la patente es preferible, ¿no? —preguntó Gordon.

—Lo que ocurre es que la patente tiene una duración determinada, por ejemplo, veinte años. Pasado ese tiempo el producto pierde la protección y otros pueden comercializarlo.

—Sí, pero en el mundo de la electrónica eso es mucho tiempo —dijo Robert. — En este mundo los cambios son muy rápidos. En solo meses un producto puede quedar obsoleto.

—Otro problema —continuó el abogado—, es que la ley dice que un inventor debe proporcionar «*una descripción escrita de la invención y de la forma y el proceso de fabricación y uso, ... en términos completos, claros, concisos y exactos*». Por lo tanto, cualquier persona puede adquirir los planos con toda la información detallada por muy poco dinero.

—Aun así, vayamos a por la patente —decidió Bob seguro de su elección.

En Texas Instruments, el abogado de la compañía Mo Mosher aceleró el proceso de solicitud, de manera que en febrero de 1959 pudo hacerlo oficial en la Oficina de Patentes. Esto permitiría a Texas Instruments poseer los derechos del chip, incluso si alguien más, independientemente, se le ocurría la idea monolítica.

Desde el momento en que Fairchild anunció su descubrimiento a inicios del verano de 1959, se inició una guerra judicial con Texas Instruments. Ambas compañías competían por el derecho de exclusividad. Texas Instruments alegaba que ellos habían sido los primeros en solicitar la patente del chip, mientras que Fairchild reivindicaba que su chip era más completo, ya que incluía el proceso de fabricación planar y el cableado.

Al poco tiempo de ponerse en marcha los litigios entre las dos empresas, el interés mediático se centró en los dos protagonistas. La situación parecía tensa cuando Noyce y Kilby coincidieron en un congreso. Allí me encontraba yo y, como conocía a ambos, decidí presentarlos.

—Creo que os conocéis de nombre, pero no en persona —les dije—, por eso quiero presentaros, Robert Noyce él es Jack Kilby.

La conversación entre los dos fue distendida, sin tensión ni desconfianza. Precisamente comentaron sus experiencias en el desarrollo del chip. Ambos se reconocieron como desarrolladores de una idea común. Así, en una entrevista posterior, Kilby dijo:

«Jean Hoerni inventó el proceso de fabricación planar. Cuando Fairchild comenzó a pensar en los circuitos integrados, de manera bastante natural usaron el proceso planar y lo hicieron en su primer circuito. No hay duda de que esto mejoró significativamente el rendimiento de los circuitos que se hicieron en ese momento. Y sin argumentos hasta ese punto.»

Cuando a Kilby le dieron el Premio Nobel de Física en el año 2000, invitó al acto a Gordon Moore en representación de Robert Noyce como homenaje y reconocimiento al coinventor del circuito integrado, que había fallecido diez años antes. Los Premios Nobel no se otorgan a título póstumo, sino que el premiado debe estar vivo.

Por su parte, Noyce admitió que Kilby había sido el primero en construir un circuito integrado. Ambos científicos reconocieron su autoría. Esto hizo que la comunidad científica internacional aceptase, desde el comienzo, la atribución de ambos como coinventores del circuito integrado.

No ocurrió así con los servicios jurídicos de ambas empresas, que mantuvieron durante diez años diversos litigios. Curiosamente, aunque Fairchild solicitó su patente casi seis meses después que TI, le fue concedida en primer lugar. Finalmente, tras una década de juicios, recursos de apelación, impugnaciones, informes, etcétera, la justicia le dio la razón a TI. Sin embargo, era tarde porque ambas empresas ya habían aceptado de manera oficial, antes de dicha sentencia, la coautoría de la invención del circuito integrado, de lo cual hoy en día nadie tiene la menor duda.

Capital de riesgo

Arthur Rock, el mago de las inversiones en empresas tecnológicas que había facilitado la creación de Fairchild, se encontraba descontento. Continuamente estaba

cruzando el país desde Nueva York a San Francisco para contribuir a la creación de nuevas empresas en la floreciente zona del sur de la bahía.

—Pero lo peor es ver cómo otros se enriquecen gracias a mí —comentó Arthur con su colega Tommy Davis—. Yo pongo en contacto a los creadores de riquezas con los inversores y no saco ninguna tajada. Como dicen en mi tierra, creo que «ha llegado la hora de repartir el bacalao». ¿Te animas?

De esta manera, en 1961 dejó la compañía en la que trabajaba, Hayden Stone, y se trasladó definitivamente a San Francisco donde, junto con Thomas Jefferson Davis, creó la primera sociedad de capital de riesgo, Davis-Rock.

Arthur Rock había nacido el 19 de agosto de 1926 en la ciudad de Rochester, junto al lago Ontario, al norte del estado de Nueva York. Se trata de una ciudad tecnológica importante, ya que allí se crearon y tienen sede relevantes empresas como Eastman Kodak, Xerox y Bausch and Lomb, entre otras.

La familia de Arthur era una familia judía humilde. Su padre, Hyman Rock, era de procedencia rusa, y su madre, Reva Cohen, era de procedencia polaca. Tenían una pequeña tienda de chucherías, dulces y helados en la esquina de la calle en la que vivían. En ella, Arthur solía ayudar durante su infancia y juventud, reponiendo los estantes y atendiendo a los clientes tras el mostrador. Tuvo una hermana que murió muy joven y un hermano doce años menor que él, por lo que durante su infancia se crio como hijo único. En su casa se hablaba el inglés —ni el ruso, polaco, ni yidis—, ya que el objetivo de la familia era integrarse plenamente en su nuevo país. El joven Rock asistió a una escuela pública cercana a su casa. En su tiempo libre también vendía las revistas Liberty y Saturday Evening Post de puerta en puerta con objeto de conseguir algunos ingresos extras.

Nunca destacó como estudiante, quizás debido a su intensa actividad laboral para ayudar a la economía familiar. De hecho, estando en octavo curso de primaria, su profesor le dijo:

—Deberías dedicarte al comercio y no a actividades académicas. No sirves para estudios superiores.

Más adelante, durante su época de instituto, trabajó durante los veranos en confiterías y farmacias.

Cuando terminó en el instituto, al cumplir la mayoría de edad, Arthur se alistó en el ejército. Justo al terminar su entrenamiento finalizó la Segunda Guerra Mundial. Aunque no tuvo que participar en la conflagración, sin embargo, su alistamiento le

proporcionó el derecho a recibir la ayuda GI Bill, lo que le permitió estudiar en la cercana Universidad de Siracusa. En esa época no estaba interesado por los estudios sino en actividades políticas, si bien tampoco llegó a comprometerse demasiado. Allí se graduó en administración de empresas en 1948.

A continuación, trabajó durante un año como contable en la empresa Vick Chemical Company en Nueva York, uno de cuyo producto estrella fue Vicks VapoRub, un ungüento tópico mentolado que se usa en el pecho, la espalda y la garganta para suprimir la tos o en músculos y articulaciones para dolores y molestias menores.

Tras esta experiencia fue admitido en la importante Escuela de Negocios de Harvard, donde realizó su maestría. Aunque sus notas en Siracusa eran muy bajas, pudo entrar en Harvard gracias al decano de la Escuela de Negocios de Siracusa, del que se hizo amigo y tenía influyentes contactos en la elitista universidad.

Allí conoció, entre otros, a Fayez Sarofim, un egipcio copto-estadounidense que llegaría a ser un importante inversor y millonario. Más adelante, Arthur diría en una entrevista en 2001 a Amy Blitz, directora de medios de la Escuela de Negocios de Harvard, que: *«la gran contribución que Harvard hizo a mi vida fueron las relaciones y enseñarme a llevarme bien con todo tipo de personas»*.

En aquel lugar, Arthur se adaptó muy bien y sus notas mejoraron. Después de finalizar sus estudios en Harvard en 1951, estuvo trabajando en varias empresas de Wall Street hasta que, finalmente, se unió a una firma denominada Hayden Stone Company, donde trabajó como analista dentro del Departamento de Inversiones. Allí consiguió financiación para varias pequeñas empresas de Nueva York y Boston.

En esa época tuvo cierta actividad política dirigiendo la primera campaña para el Congreso del republicano John Lindsay, que llegaría a ser alcalde de Nueva York.

Cierto día de 1957, Eugene Kleiner escribió una carta al corredor de bolsa de su padre que trabajaba en Hayden Stone. Ese corredor era amigo de Arthur y le enseñó la carta, quien se la mostró a su jefe Alfred Coyle.

A partir de aquí se inició el proceso de creación de la compañía Fairchild Semiconductor.

Pocos años después, en 1960, en la misma zona de Palo Alto, Arthur Rock ayudó a crear la empresa Scientific Data Systems —que se conoce por sus siglas SDS—. Una novedad interesante es que esa fue la primera empresa en ofrecer opciones sobre acciones a todos los empleados. Normalmente, las empresas ofrecían acciones a los

ejecutivos, pero en este caso se involucró a todo el personal. Esto fomentaba el espíritu de pertenencia y propiedad de la compañía por parte de sus trabajadores.

En 1961, Arthur conoció a Thomas Davis, que era vicepresidente de Kern County Land Company. Esa empresa recibía regalías por las tierras petroleras que poseían en Bakersfield, California, en el lado oeste de las montañas de Sierra Nevada. La empresa quería diversificarse y Davis realizó inversiones en una compañía de Palo Alto que trabajaba en el sector de la electrónica, Watkins-Johnson. Davis quería continuar con otras inversiones, pero su empresa no se lo permitió. Esto dio lugar a que se sintiera molesto.

—Yo estoy cansado de hacer de intermediario entre los inversores y los artífices de las ideas innovadoras. Todo ese dinero pasa delante de mí y no toco un centavo. Creo que me voy a mudar a la zona de San Francisco y crear mi propia empresa de inversiones. ¿Te apuntas? —propuso Arthur a Tom.

Este aceptó y, en 1961, crearon Davis-Rock. En poco tiempo recaudaron un fondo de ¡cinco millones de dólares! Tuvieron muchos inversores que realizaron aportaciones a dicho fondo, entre ellos estaba yo, Juan Faday. También participaron Julius Blank, Víctor Grinich, Jean Hoerni, Eugene Kleiner, Jay Last, Sheldon Roberts y otros muchos. Sin embargo, faltaban Robert Noyce y Gordon Moore debido a que Fairchild les prohibió que participaran.

—Moore y yo queremos invertir, pero después de haber pedido permiso a la gerencia de Fairchild, no nos lo permiten —se excusó Noyce a Rock—. Con la huida de personal que estamos sufriendo en Fairchild, están muy suspicaces.

Arthur Rock había creado el concepto de capital de riesgo, es decir, invertir en empresas, normalmente del sector tecnológico, que sean nuevas o con un historial no demasiado bueno, sin la seguridad de poder recuperar la inversión. Algunas de las compañías en las que Arthur Rock realizó inversiones son: Teledyne, Intel, Apple, Scientific Data Systems, Xerox, Argonaut Insurance, AirTouch —actual Verizon Wireless— y Echelon Corporation —actual Adesto Technologies—. En algunas de ellas, como Teledyne o Apple, llegaría a ser director.

La ruptura

En Fairchild el ambiente se había enrarecido. A medida que la empresa crecía y ocupaba una posición de prestigio y dominio en el sector de los semiconductores, entre algunos de los empleados nació y creció cierto descontento.

En agosto de 1959, nada más hacer público su circuito integrado, Noyce solicitó a Jay Last que iniciara un programa de desarrollo con el objetivo de crear chips en Fairchild. Sin embargo, muy rápidamente el interés de la compañía y de su director, el propio Noyce, se centró en la producción del transistor planar en una nueva planta de fabricación en San Rafael. Así, el desarrollo de circuitos integrados planar no era la actividad principal de la empresa, que pronto pasó a un segundo plano.

—Esto es decepcionante. En esta empresa no se valora ni se tiene en cuenta mi trabajo —comentaba Jay a Jean Hoerni cierto día de finales del año 1960.

—Tienes razón, yo también me encuentro muy decepcionado por la falta de aprecio que Noyce y Moore me muestran.

—Pero a ti te han reconocido tu contribución en el desarrollo del proceso planar, ya que la patente está a tu nombre, pero a mí no me han reconocido que he fabricado el primer circuito integrado.

—Cierto, a mí tampoco me han reconocido mi contribución al circuito integrado. Uno hace el trabajo de base y otros, que lo usan, se llevan la gloria.

—Me estoy planteando marcharme de Fairchild y lanzarme a montar algo nuevo. ¿Te apuntarías? —preguntó Jay Last a su colega y amigo.

—Cuenta conmigo. Necesitamos nuevos aires.

Ambos, tanto Jay Last como Jean Hoerni, habían permanecido a la sombra dentro de su propia compañía. Esto los impulsó a iniciar una nueva andadura desligada de la empresa que habían ayudado a crear y a crecer.

Jay llamó por teléfono a Arthur Rock, el banquero que les ayudó a buscar inversor para el nacimiento de Fairchild, que acababa de montar su nueva compañía, Rock-Davis.

—Queremos irnos de Fairchild y crear una compañía dedicada a fabricar circuitos integrados, pero necesitamos inversores. ¿Podrías ayudarnos?

—¡Vaya, qué casualidad!, esto parece organizado por fuerzas del más allá. Precisamente el otro día estuve hablando con Henry Singleton y George Kozmetsky, dos ex ejecutivos de Litton Industries. Ellos quieren formar una industria especializada en fabricación de circuitos integrados para aplicaciones militares.

Rock organizó una reunión entre Last y Hoerni con Singleton. Inmediatamente, llegaron a un acuerdo. En el verano de 1960 nació una de las grandes empresas de electrónica: Teledyne. Rock, Last y Hoerni fueron nombrados vicepresidentes de la nueva compañía. En octubre de ese año, Teledyne compró una pequeña sociedad

llamada Amelco. El 31 de enero de 1961, esta corporación pasó a llamarse Amelco Semiconductor y a ella se unieron cuatro de los fundadores de Fairchild: Jean Hoerni, Eugene Kleiner, Jay Last y Sheldon Roberts.

—Juan vente con nosotros a la nueva aventura.

Así que yo también me uní, por lo que abandoné Fairchild. Amelco Semiconductor se creó en Mountain View, a muy poca distancia de Fairchild. Con objeto de no entrar en conflicto con nuestra empresa matriz que realizaba, principalmente, circuitos para la NASA, enfocamos el negocio en ámbitos diferentes, en concreto en aplicaciones militares.

Jean Hoerni era un hombre difícil y obstinado. A los seis años de trabajar con Jay Last terminó teniendo roces. Junto con Henry Singleton se marchó de Amelco y Teledyne y ambos crearon, con la ayuda de Arthur Rock, la compañía Intersil.

Incubadora de empresas

Fairchild se convirtió en un generador de empresas que se nutría de personal especializado formado en dicha firma. Se inició un proceso que, en poco tiempo, fue nutriendo de industria de alta tecnología en la zona sur de la bahía de San Francisco. Pocas sociedades han generado tantas compañías con personal altamente especializado y muy bien formado. Fairchild era una auténtica incubadora de empresas. Sin querer ser riguroso para no aburrir al lector, dejo aquí una breve lista de algunas de las compañías formadas por personal de Fairchild.

«La primera deserción de Fairchild fue en 1959 y la protagonizó el propio ¡director general de la compañía! Eduard Baldwin fue contratado para dirigir Fairchild. Él no fue uno de los ocho fundadores y eso le molestaba. Decidió crear su propia empresa llamada Rheem Semiconductor, que fue un fracaso, ya que tuvo muy poco tiempo de vida.

Muy poco después de la operación Teledyne-Amelco otro grupo de ingenieros de Fairchild formado por Allison, Kattner, James y Weissenstern, desertaron y constituyeron la firma Signetics.

Al poco tiempo, un técnico de Fairchild que desarrollaba los hornos de difusión, Cecil Lasch, también dejó Fairchild y estableció, en la cercana Menlo Park, una entidad que fue la primera constructora de equipos para

la fabricación de semiconductores, Electroglas. Uno de sus principales clientes fue Amelco.

También en esa época, dos ingenieros de Fairchild, J. Nall and D. Spittlehouse, fundaron la empresa Molectro. Allí fueron a trabajar otros empleados de Fairchild como Robert Widlar y Dave Talbert. Molectro sería comprada pocos años después por la compañía National Semiconductor. En pocos años varios ingenieros de Fairchild marcharon a trabajar en National Semiconductor.

General Microelectronics, que nació en 1963, fue creada por el coronel marino retirado Art Lowell y tres ingenieros de Fairchild: Phil Ferguson, Howard Bobb y Robert Norman.

Intersil se fundó en 1967 por Jean Hoerni junto con H. Gebhatdt y S. Wauchope que procedían de Union Carbide.

En 1968 se creó la compañía Monolithic Memories por el ingeniero israelí Zeev Drori de Fairchild.

También ese año de 1968, Marvin Rudin y Garth Wilson de Fairchild fundaron Precision Monolithics para producir circuitos integrados lineales.

Al año siguiente, en 1969, nació la compañía Advanced Micro Devices —AMD— que fue fundada por ocho empleados de Fairchild: F. Botte, J. Carey, J. Giles, J. Gifford, J. Sanders, S. Simonsen, L. Stegner, E. Turney.

En 1972 nació la empresa International Microcircuits, fundada por los empleados de Fairchild Frank Deverse y James W. Tuttle.

En 1981 se fundó LSI Logic Corporation por el exdirector ejecutivo de Fairchild, Wilfred Corrigan, junto con otros empleados de la misma compañía: Mick Bohn, Jim Koford, Bill O'Meara y Rob Walker.

En 1983, la compañía Altera Corporation fue creada por Jim Sansbury de Hewlett-Packard y tres empleados de Fairchild: Robert Hartmann, Michael Magranet y Paul Newhagen. Altera sería comprada en 2015 por Intel.

En esa zona se produjo un boom de nuevas empresas. Así, algunos ejemplos fueron, en la década de los setenta: Zilog, Advanced Memory Systems —AMS—, Atari, Apple, Microsoft y Oracle; en la década de los ochenta: Xilinx, Actel, Cisco, Sun Microsystems, Cadence Design Systems,

Cypress Semiconductor, Maxim Integrated Products, QuickLogic y Adobe; en la década de los noventa: Netscape, Google, Yahoo, Amazon, PayPal y Netflix; en la década de 2000: Meta, Twitter y Uber.»

Noyce estaba desesperado ante esta huida de personal cualificado. No sabía que, en poco tiempo, en 1968, él, junto con Gordon Moore, también desertaría de Fairchild para fundar Intel. Se estaba creando un entramado de empresas en el sur de la bahía de San Francisco que se conocerá como Silicon Valley. Los campos de frutales desaparecieron en poco tiempo y se cubrieron de avenidas y edificios que alojaban las principales corporaciones a nivel mundial. La economía del planeta se centralizaba en toda esta zona. Sin embargo, por encima de todos sobresalía un personaje, ya que allá, en el Valle del Silicio, reconocerán en Robert Noyce como su máxima figura y lo llamarán «el alcalde de Silicon Valley».

De vuelta a casa

Mi amistad con Arthur Rock me condujo a buenas inversiones en empresas de éxito.

—Juan, la tecnología es el motor de la economía mundial y el epicentro está aquí, en Silicon Valley —solía decirme.

En 1979 fui diagnosticado de una enfermedad que había ido creciendo dentro de mí y ya tenía una extensión considerable. Cuando la enfermedad, quizás debido a mi ansiosa dependencia del tabaco, me fue carcomiendo y los médicos me diagnosticaron que era intratable y sin solución, decidí que quería pasar mis últimos momentos en el lugar en donde vine al mundo, en mi ciudad natal, Sevilla. De esta manera, mi amada esposa Jane, con quien no tuvimos hijos, gestionó el traslado, la compra y acondicionamiento de una casa en la céntrica y tranquila judería, no el turístico barrio de Santa Cruz, sino en el de San Bartolomé.

Desde los años cincuenta no me quedaba familia que, lamentablemente, había fallecido en un accidente automovilístico. Por eso nunca me había planteado volver a mi tierra, aunque siempre la he añorado en la distancia.

Cuando llegué a mi ciudad de nacimiento e infancia en el año 1980, no la reconocí. No era el lugar que yo tenía inscrito en mi memoria de los tiempos pasados, que no volverían. Esa Sevilla se había convertido en una metrópoli moderna y

cosmopolita. Podía haber pasado por cualquier otra urbe, salvo por sus emblemáticos edificios que la delataban: la inigualable Torre de la Giralda junto a la grandiosa catedral, la Torre del Oro que lucía resplandeciente, el puente de Triana, el Alcázar y otros tantos lugares icónicos. Gran parte de la urbe era nueva para mí. Ahora la ciudad tenía avenidas desconocidas, calles con nombres diferentes y distintos trazados.

La villa era bien conocida por su magnífico río navegable, el río Guadalquivir. Sin embargo, hasta eso había cambiado, ya que las continuas inundaciones obligaron a introducir modificaciones. Así, los pequeños arroyos, que solían provocar desbordamientos y caos, fueron desviados y soterrados. El arroyo Tagarete, que en tiempos pasados discurría por la puerta de Jerez y desembocaba en el río Guadalquivir, había sido desviado, ya en el siglo XIX, para unirse al arroyo Tamarguillo, cuyo cauce se desvió al río Guadaíra. Sin embargo, pasado el tiempo y debido a nuevas inundaciones, el Tamarguillo retornó su desembocadura en el río Grande. El río Guadaíra también sufrió el desvío de su cauce para alejarlo del núcleo urbano. En definitiva, la ingeniería hidráulica en la ciudad creaba nuevas avenidas y barriadas que eran desconocidas para mí.

A los pocos días de pasear por las calles de la ciudad empecé a reconocer rincones, casas y plazoletas que aún guardaba en algún escondrijo de mi memoria. Puesto que mi salud flaqueaba, mis paseos eran cortos, con pausas en las que desgranaba a mi atenta y paciente Jane las anécdotas de mi infancia y juventud.

Cierto día, paseaba junto a la antigua fábrica de tabacos que ahora ocupaba la Universidad de Sevilla. El edificio de estilo neoclásico con decoración rococó fue construido por Sebastián Van der Borch entre los años 1750 y 1766. Se levantó sobre un enterramiento de época romana, por lo que el lugar recibió el nombre de las Calaveras. Era un edificio imponente que parecía una gran fortaleza rodeada por un foso. En sus esquinas, garitas de vigilancia eran recuerdos de un lugar fortificado, fuertemente vigilado, ya que el comercio del tabaco fue un lucrativo monopolio de la corona española.

Entré en el edificio de la universidad por la calle San Fernando. El interior era grandioso, con amplios pasillos y techos altos. Con frecuencia aparecían patios que daban luz a tan colosal construcción. En el costado contrario de mi entrada al inmueble, un enorme pasillo mostraba la sección de ciencias. Allí quedaban aún las Facultades de Química y Física, mientras que las Facultades de Matemáticas y Biología habían marchado recientemente hacia la avenida de Reina Mercedes, en el barrio de Heliópolis.

Alumnos se agolpaban en mesas dispuestas en amplias zonas dedicadas a compartir opiniones, trabajos y descansos. En mi paseo como turista me topé con una pequeña puerta rotulada como Departamento de Electricidad y Electrónica. No me pude resistir y me adentré en aquel lugar. Me encontré con un lúgubre pasillo flanqueado por laboratorios que mostraban un cierto aspecto antiguo, rancio y pobremente equipado. Al final, algunos despachos de profesores. Uno de esos cubículos había sido reformado y se habían creado dos plantas en el espacio originalmente ocupado por una sola. Las mesas se agolpaban y un grupo de jóvenes profesores se apilaban en el lugar. De pronto me encontré hablando con uno de aquellos docentes que me contaba las aspiraciones de su grupo.

—Nuestro interés es el diseño de circuitos integrados analógicos y digitales —me comentaba el joven profesor de treinta y tres años José Luis Huertas Díaz—. Tenemos muy pocos medios, pero mucho entusiasmo. De hecho, a los congresos que acudimos viajamos en nuestros coches particulares y dormimos, en muchos casos, en tiendas de campaña. Nuestro grupo se llama μ CEUS que son las siglas de «Micro-Circuitos Electrónicos de la Universidad de Sevilla».

Ese equipo de entusiastas soñadores estaba liderado por este profesor que poco tiempo después, en 1982, sería el primer catedrático de electrónica. Junto a él colaboraban un grupo de siete jóvenes: Adoración Rueda Rueda, Justo Calvo Aguilar, Gustavo Sánchez Gómez, Ángel Rodríguez Vázquez, Manuel Valencia Barrero, Santiago Sánchez Solano y Belén Pérez Verdú —que sería en el futuro la primera decana de la Facultad de Física de esta universidad—. Este fue el núcleo sobre el que se creó el Instituto de Microelectrónica de Sevilla, un centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad de Sevilla. Sobre este grupo se sentaron las bases de uno de los mejores equipos de científicos nacionales con una reputada proyección internacional. Allí se formaron doctores que se repartieron por todos los continentes y han generado importantes aportaciones a la tecnología y la ciencia. Sus circuitos han sido consumidos en una pléyade de productos tanto de consumo, en el ámbito militar, en aplicaciones científicas, en equipamiento médico o en programas espaciales. Me sentí orgulloso de que en mi ciudad hubiera germinado una semilla que, probablemente sin saberlo, algunos de mis colegas de la incubadora de tecnología que fue Fairchild y el conglomerado de Silicon Valley habíamos sembrado.

FIN

Epílogo

«El momento de tomar las tartas es cuando se están pasando».

Eugene Kleiner

«Asegúrate de que el perro quiera comer la comida para perros. No importa qué tan innovadora sea una nueva tecnología, qué tan grande sea el mercado potencial, haga que los clientes realmente la quieran».

Eugene Kleiner

En 1997, Gordon Moore organizó una comida para reunir a los antiguos amigos y camaradas que crearon Fairchild Semiconductor. Para ello, los convocó en el restaurante situado en lo alto de la Pirámide Transamérica en San Francisco, en el distrito financiero, junto a Chinatown. La excusa fue celebrar el cuarenta aniversario de la fundación de Fairchild. Sin embargo, tan solo pudieron reunirse seis de «los ocho traidores», ya que Robert Noyce había fallecido siete años atrás, en 1990, y Jean Hoerni pereció tan solo unos meses antes, a comienzos de ese año. El resto sí acudieron a la cita.

Poco a poco fueron llegando los comensales. Al verse y saludarse sentían como si hubieran pasado tan solo pocos meses y no años. El encuentro fue alegre y allí se mezclaron los abrazos con bromas, con recuerdos del pasado y relatos del presente. Se sentían jóvenes en espíritu y con ganas de mantenerse activos. Cada uno había evolucionado de manera diferente, pero ahora experimentaban de nuevo que formaban parte del mismo equipo. Fue toda una experiencia rejuvenecedora, que los llevó a viajar en el tiempo cuarenta años atrás. Al separarse supieron que sería la última vez que se verían juntos.

Tras la creación de Fairchild Semiconductor, cuatro de los ocho fundadores partieron juntos a nuevas aventuras. Así, los primeros en abandonar la empresa matriz

en 1961 fueron: Jean Hoerni, Eugene Kleiner, Jay Last y Sheldon Roberts. Los cuatro crearon Amelco Semiconductor.

En 1964, Jean Hoerni marchó para crear Union Carbide Electronics y en 1967, fundó Intersil, una empresa de Cupertino que producía componentes de memoria y elementos para relojes electrónicos. Esta empresa fue pionera en circuitos integrados CMOS de bajo voltaje. En lo personal, Jean se casó tres veces: Anne Marie, Ruth Carmona y Jennifer Wilson. Con su primera esposa tuvo tres hijos: Michael, Annie y Susan. Hoerni murió de mielofibrosis el 12 de enero de 1997 en Seattle, estado de Washington. Tenía setenta y dos años. Nos aportó el legado de la invención de la tecnología de fabricación planar que se ha venido usando desde entonces.

Tras su aventura en Amelco, Eugene Kleiner tuvo la oportunidad de participar en Intel. Si bien no quiso comprometerse como parte del equipo de la empresa, sí lo hizo como inversor. Había decidido que su papel en el mundo de la tecnología sería involucrarse en la creación de empresas. Así, en 1972, durante un desayuno en un hotel de Palo Alto, él y Thomas Perkins, un ejecutivo de Hewlett-Packard, crearon una empresa de capital de riesgo. El desayuno se prolongó hasta el almuerzo y de la reunión salió la firma inversora más importante de todo Silicon Valley: Kleiner-Perkins. Más adelante, en 1977, se incorporaron Brook Byers y Frank J. Caufield como socios y la empresa se denominó Kleiner, Perkins, Caufield and Byers. Esta empresa ha sido la mayor compañía de capital de riesgo, realizando inversiones para crear más de trescientas empresas, entre las que se encuentran: Amazon, AOL, Brio Technology, Electronic Arts, Flextronics, Genentech, Google, Hybritech, Intuit, Lotus Development, LSI Logic, Macromedia, Netscape, Quantum, Segway, Sun Microsystems, Tandem Computers, Compaq Computer y una larga lista de muchas otras. Eugene y Rose tuvieron dos hijos: Robert y Lisa. Rose murió en 2001, mientras que Gene falleció dos años después, el 20 de noviembre de 2003.

Jay Last, por su parte, tras su aventura en Teledyne y Amelco, decidió jubilarse en 1974. Sin embargo, continuó realizando inversiones en empresas y en obras de arte. Murió en Los Ángeles el 11 de noviembre de 2021, con noventa y dos años. Le sobrevivió su esposa Debbie.

Sheldon Roberts, el cuarto cofundador de Amelco, fue consultor para las industrias aeroespacial, de materiales electrónicos, metalúrgica y microelectrónica. Su esposa, Patricia Rose Wiseman, falleció en 2008. La pareja había tenido tres hijos: David, Steven y Wayne East. Sheldon murió el 6 de junio de 2014.

Víctor Grinich dejó Fairchild en 1968 para estudiar informática mientras enseñaba ingeniería eléctrica en la Universidad de California en Berkeley. Más tarde, también dio clases en la Universidad de Stanford. En 1968, Robert Noyce y Gordon Moore ofrecieron a Víctor crear la empresa Intel, sin embargo, él optó por seguir con su carrera docente. En 1978, fundó y fue director ejecutivo de Identronix, una empresa pionera en sistemas de identificación por radiofrecuencia, que ahora se utilizan ampliamente en etiquetas antirrobo, en los procesos industriales y de logística. En 1985, Grinich fundó y se convirtió en CEO de Escort Memory Systems —cuyas siglas son EMS—, para comercializar etiquetas de identificación por radiofrecuencia —RFID— para aplicaciones industriales. EMS fue adquirida por Datalogic en 1989. En 1993, cofundó Arkos Design, un fabricante de emuladores. La empresa fue adquirida por Synopsys en 1995. Grinich se retiró en 1997 y murió de cáncer de próstata el 5 de noviembre de 2000, en una residencia de ancianos en Mountain View. Le faltaban tres semanas para cumplir setenta y seis años.

Gordon Moore fundó Intel en julio de 1968 junto con Robert Noyce. Fue vicepresidente ejecutivo hasta 1975, cuando se convirtió en presidente de la compañía. En 1987, le dio paso a Andy Grove en la dirección de la empresa. En 2001, Moore y su esposa donaron seiscientos millones de dólares a Caltech, la mayor donación jamás entregada por un particular a una institución de educación superior. Gordon y Betty tuvieron dos hijos: Kenneth y Steven. Él es el más longevo del grupo de fundadores de Fairchild.

Robert Noyce fue el primer presidente de Intel. En 1975 fue relevado en dicho puesto por Gordon Moore. En lo personal, el matrimonio Noyce hacía aguas desde muchos años atrás, de manera que en 1974, Bob y Elizabeth se divorciaron. La pareja había tenido cuatro hijos: William, Pendred, Priscilla y Margaret. Ese mismo año del divorcio, Bob volvió a casarse con quien sería su definitiva pareja. Así, el 27 de noviembre de 1974, Noyce se casó con Ann Schmeltz Bowers. Ella era una graduada en derecho por la Universidad de Cornell. Había recibido un doctorado honorario por la Universidad de Santa Clara, donde fue administradora durante casi veinte años. Fue la primera directora de personal de Intel y la primera vicepresidenta de recursos humanos de Apple.

A principios de enero de 1988 se creó el consorcio Sematech —cuyo nombre significa Instituto de Tecnología y Fabricación de Semiconductores— en la ciudad de Austin, en Texas. Se trataba de un consorcio sin ánimo de lucro, formado por trece

empresas dedicadas a la fabricación de semiconductores, cuyo objetivo era fomentar la investigación en la microelectrónica. Robert Noyce fue nombrado presidente de dicho consorcio. Dos años después, 3 de junio de 1990, Noyce, con sesenta y dos años, sufrió un infarto estando en su casa de Austin y, si bien fue trasladado al Centro Médico Seton, allí murió el coinventor del circuito integrado y respetado «alcalde de Silicon Valley».

Julius Blank, por su parte, fue el último de los fundadores de Fairchild en dejar la empresa en 1969. En 1978, Blank cofundó la empresa Xicor, de la que fue su director durante un tiempo. Finalmente, se retiró y vivió sus últimos años frente a la antigua sede de Fairchild, en 844 Charleston Road en Palo Alto. En 2008 murió su esposa Ethel, después de casi sesenta años de matrimonio. El 17 de septiembre de 2011, la siguió él. A su muerte le sobrevivieron dos hijos: Jeffrey y David.

En lo que respecta a Jack Kilby, la historia del coinventor del circuito integrado no deja de sorprendernos. Jack, con cerca de dos metros de altura, era un «gigante amable». Siempre fue un hombre muy humilde, que nunca alardeaba por nada, que subestimaba sus logros y compartía sus resultados y éxitos con sus compañeros. Él ejerció el resto de su carrera en Texas Instruments. Allí fue autor de más de ¡cincuenta patentes! Entre ellas está la primera computadora construida con circuitos integrados, que TI diseñó para la Fuerza Aérea de Estados Unidos en 1961. Jack también diseñó los circuitos integrados usados en el sistema de guía de misiles balísticos Minuteman, en 1962. Este sistema marcó un hito en la tecnología de defensa. En 1965, Kilby inventó la impresora térmica. En 1967 diseñó, junto con Jerry Merryman y James Van Tassel, la primera calculadora electrónica de bolsillo basada en circuitos integrados, que se denominó Pocketronic. También trabajó junto con Jay Wallace Lathrop, inventor de la técnica de fotolitografía, en el uso de la tecnología de silicio para generar energía eléctrica a partir de la luz solar, aportando importantes contribuciones para el desarrollo de paneles solares. En 1983, Kilby se retiró de Texas Instruments tras una muy fructífera carrera. Recibió el Premio Nobel de Física en el año 2000, por su contribución a la invención del circuito integrado. Él invitó a Gordon Moore a que asistiera a la entrega del galardón como homenaje al otro coinventor, Robert Noyce. Murió de cáncer el 20 de junio de 2005, a la edad de ochenta y un años, en la ciudad donde vivió casi toda su vida, Dallas.

¿Y qué fue del mago de los negocios que facilitó el desarrollo de Silicon Valley? Después de dos décadas creando riqueza mediante empresas tecnológicas, a finales de 1970, Arthur Rock comenzó a operar bajo el nombre de Arthur Rock Co., aunque realmente solo estaban él y su secretaria. Bajo esta denominación, Rock contribuyó a la

creación de numerosas compañías. Se casó el 19 de julio de 1975 con la abogada Toni Rembe. En 1978, Rock invirtió en Apple y se convirtió en director de la empresa. En la actualidad, él aún se considera activo profesionalmente.

Esta ha sido la historia de un grupo de personas que han tenido una gran influencia en nuestras vidas. Todo el desarrollo de la tecnología tuvo su nacimiento con la invención del circuito integrado. A partir de ese momento cambió la manera en la que se utilizaban los materiales, las técnicas de fabricación, las relaciones entre países se vieron influenciadas por la localización de las fábricas de microchips, el comercio de materias primas, el desarrollo de nueva maquinaria, los centros de diseño, las nuevas aplicaciones. Estamos acostumbrados a vivir cada poco tiempo con el impacto de la aparición de nuevos productos, nuevos servicios, nuevos retos tecnológicos que hace poco tiempo solo eran ciencia ficción.

El epicentro de todo este desarrollo ha sido y sigue siendo Silicon Valley. Ese entramado de empresas tuvo su origen en una, Fairchild Semiconductor. Pocas veces una compañía ha generado tanto conocimiento y ha expandido tantas riquezas. Esta ha sido la historia de quienes hicieron posible todo esto. El conocer cómo se produjo todo este proceso nos permite entender mejor sus consecuencias.

Nota del autor

Los únicos personajes ficticios en esta obra son Juan Faday, su esposa Jane Alson, la familia de Juan y su amigo Eduardo Buendía de la Universidad Central de Madrid. El resto de los personajes son reales y sus historias son las que hemos querido narrar. Nuestro protagonista Juan nos ha permitido ser el hilo conductor sobre el que asentar la estructura y la trama de la novela.

La narración es conducida por Juan en primera persona cuando se halla presente y en tercera persona al relatar las vicisitudes acaecidas a los demás personajes.

Puesto que la obra es una novela, el autor se ha permitido ciertas libertades literarias, aunque se ha intentado respetar los hechos reales en los que se basa y que subyacen en el fondo de la trama.

Bibliografía

Para quien tenga interés en conocer más detalles recomendamos la siguiente bibliografía.

Berlin, Leslie (2006). *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley*. OUP USA.

Cheung, Derek y Brach, Eric (2014). *Conquering the Electron: The Geniuses, Visionaries, Egomaniacs, and Scoundrels Who Built Our Electronic Age*. Rowman and Littlefield Publishers

Gertner, Jon (2012). *The Idea Factory. Bell Labs and the Great Age of American Innovation*. The Penguin Press.

Hoddeson, Lillian y Daitch, Vicki (2002). *True genius. The life and science of John Bardeen*. Joseph Henry Press.

Lécuyer, Christophe y Brock, David C. (2010). *Makers of the Microchip. A Documentary History of Fairchild Semiconductor*. The MIT Press.

Lojek, Bo (2007). *History of Semiconductor Engineering*. Springer.

Lojek, Bo (2021). *William Shockley: The Will to Think*. Springer.

Malone, Michael S. (2014). *The Intel trinity. How Robert Noyce, Gordon Moore, and Andy Grove built the world's most important company*. Harper Business.

Morris, Peter Robin (2008). *A History of the World Semi-Conductor Industry*. The Institution of Engineering and Technology.

Reid, T.R. (2001). *The chip how two Americans invented the microchip and launched a revolution*. Random House Publishing Group.

Riordan, Michael y Hoddeson, Lillian (1997). *Crystal Fire. The birth of the information age*. W.W. Norton Company.

Shurkin, Joel N. (2008). *Broken genius. The rise and fall of William Shockley, creator of the electronic age*. Palgrave Macmillan.

Thackray, Arnold, Brock, David C. y Jones, Rachel (2015). *Moore's Law: The Life of Gordon Moore, Silicon Valley's Quiet Revolutionary*. Basic Books.

Índice de imágenes

Todas las imágenes han sido cedidas por sus autores para uso gratuito.

- Imagen de portada de PDPics en Pixabay.
- Imagen del capítulo 1. Imagen de Ahmadreza Heidaripoor en Pixabay.
- Imagen del capítulo 2. Gran Cúpula del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Imagen de Aurore Duwez en Pixabay.
- Imagen del capítulo 3. Universidad de Stanford. Imagen de Anubhav Gaur en Pixabay.
- Imagen del capítulo 4. Chips. Fotografía de Angel Barriga.
- Imagen del capítulo 5. Mountain View. Silicon Valley. Imagen de Toshiharu Watanabe en Pixabay.