

Manuel Castells y Peter Hall

Tecnópolis del mundo

*La formación de los complejos industriales del siglo
XXI*

Alianza Editorial, S.A., Madrid, 1994

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	11	
ÍNDICE DE FIGURAS		13
AGRADECIMIENTOS	15	
INTRODUCCIÓN	17	
 CAPÍTULO 1. LAS TECNÓPOLIS: LAS MINAS Y FUNDICIONES DE LA ECONOMÍA INFORMACIONAL	 19	
Tres revoluciones económicas contemporáneas		21
Información e innovación	23	
Ciudades y regiones: los nuevos actores económicos		27
Las tecnópolis y el medio innovador	29	
Una tipología de las tecnópolis: resumen del libro	31	
 CAPÍTULO 2. SILICON VALLEY: DONDE TODO COMENZÓ	 35	
La historia de Silicon Valley	38	
La cultura de Silicon Valley	47	
La calidad de vida en Silicon Valley	52	
¿Existe un modelo de Silicon Valley?		55
 CAPÍTULO 3. LA CARRETERA 128 DE BOSTON: REINDUSTRIALIZACIÓN SOBRE LA BASE DE LA ALTA TECNOLOGÍA	 59	
El MIT, la máquina de guerra y los nuevos empresarios		63
La cuarta ola industrial: el túnel al final de la luz	67	
 CAPÍTULO 4. CANCIÓN TRISTE DE LAS CIUDADES DE LA CIENCIA, ¿INNOVACIÓN PLANIFICADA?	 71	
El sueño siberiano: Akademgorodok	74	
Las ciudades de la ciencia y la industrialización de alta tecnología:		
Taedok, Corea del Sur	94	
Los castillos de la ciencia: Tsukuba, Japón		104
De las ciudades de la ciencia: a los flujos científicos: la ciudad de la ciencia de Kansai, Japón	118	
Conclusión	124	
 CAPÍTULO 5. LOS PARQUES TECNOLÓGICOS: INDUCIENDO EL NUEVO ESPACIO INDUSTRIAL	 129	
Sofía-Antípolis	130	
Cambridge	141	
Hsinchu: el parque tecnológico industrial de Taiwan	151	
Conclusión	162	
 CAPÍTULO 6. EL PROGRAMA DE TECNÓPOLIS DE JAPÓN	 165	
El MITI y el Estado desarrollista japonés	166	
Las tecnópolis y el desarrollo regional	168	
Del concepto al programa de acción	171	
Las tecnópolis en funcionamiento	174	
Evaluando el programa de tecnópolis	199	
 CAPÍTULO 7. LA METRÓPOLIS COMO MEDIO INNOVADOR	 209	
Los supervivientes metropolitanos	211	
Londres	211	
París	221	

Tokio	229	
Las nuevas metrópolis	247	
Munich	247	
California del Sur	261	
Recapitulación	268	
 CAPÍTULO 8. LA CREACIÓN DE TECNOCIUDADES: LA POLÍTICA DE LOS TECNO SUEÑOS	 273	
Cartuja'93 de Sevilla	274	
La Polis Multifuncional de Adelaida	289	
Conclusión: los fundamentos políticos de las tecnociudades		308
 CAPITULO 9. EXTRAYENDO LAS LECCIONES	 311	
Las tres caras de las tecnópolis	312	
La sinergia y el medio innovador	314	
El medio innovador corporativo	317	
El Estado y la innovación	319	
Las universidades como generadoras de tecnología	321	
Las finanzas, las instituciones y el medio innovador	324	
La organización social de las tecnópolis	326	
Algunas implicaciones para el desarrollo regional	327	
La importancia del tiempo	329	
¿Una fórmula ganadora?	330	
 CAPITULO 10. CONSTRUYENDO TECNÓPOLIS	 333	
Estableciendo objetivos	324	
Las estrategias de desarrollo globales	335	
Los detonantes de la innovación	339	
Implicaciones para las políticas de localización	341	
La importancia de la dimensión temporal	345	
Doce indicaciones sobre las políticas a seguir	346	
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>		

Capítulo 2: SILICON VALLEY DONDE TODO COMENZÓ

Silicon Valley tiene garantizado su lugar en la historia como el núcleo industrial original de la revolución en las tecnologías de la información. Si bien su reputación se ha cimentado en el hecho básico de la concentración (en 1989) de unos 330.000 trabajadores de alta tecnología, incluyendo 6.000 doctores en ingeniería y ciencias¹, aquella también proviene de la leyenda de Silicon Valley, aclamado en todo el mundo como un modelo heroico de innovación al servicio del crecimiento económico dinámico.

Esta franja de 70 x 15 kilómetros en la península al sur de San Francisco, extendiéndose desde Palo Alto hasta las afueras del sur de San José (Fig. 2.1), se ha convertido en el epítome popular de la cultura empresarial, el lugar en donde las nuevas ideas nacidas en un garaje pueden convertir a los adolescentes en millonarios, al tiempo que cambian nuestras formas de pensar, de vivir y de trabajar. También está considerada como la prueba viviente de la relación fundamental entre la ciencia y el desarrollo económico; un proceso que enfatiza el papel de las universidades y de la investigación como fuerzas impulsoras del progreso humano. En última instancia, aunque no menos importante por ello, Silicon Valley incorpora el nuevo poder emergente de las nuevas tecnologías: las batallas de las guerras del futuro se libran en sus laboratorios electrónicos; la competitividad en la economía mundial depende en gran medida del acceso al tipo de excelencia tecnológica que tan profusamente se concentra aquí; los espías militares e industriales se ganan la vida a sus expensas; las empresas hacen cola para establecer joint ventures con sus firmas innovadoras; los presidentes, los ministros y los dignatarios llegan aquí en peregrinaje, en delegaciones con gran cobertura publicitaria que buscan capitalizar la visita en términos de prestigio social o de votos políticos a su vuelta a casa.

En el condado de Santa Clara (verdadero nombre geográfico de la zona) y en sus alrededores inmediatos se concentraban en la década de 1980 alrededor de 3.000 empresas de fabricación electrónica, el 85% de las mismas con menos de 50 trabajadores (Tabla 2.1). Otras 3.000 empresas de la zona suministraban los servicios necesarios para la producción y otras 2.000 se ocupaban en actividades de alta tecnología, arrojando un total de 8.000 empresas en el complejo². y sin embargo, Santa Clara era todavía en 1950 una zona principalmente agrícola, con sólo 800 trabajadores industriales, la mayoría de ellos en plantas de procesamiento de alimentos³. Durante la década de 1970, se creaba una nueva empresa cada dos semanas, y el 75% de las mismas sobrevivió al menos seis años, una tasa de elasticidad mucho más elevada que la de las empresas americanas en su conjunto⁴. Durante la década de 1980, a pesar de una grave recesión en la industria de los ordenadores en 1984-86, el dinamismo de la economía regional no sufrió disminuciones, con un crecimiento del 35% en el empleo total en 1980-89. Desde 1970, los ingresos medios por familia en la zona han sido los más altos en California y unos de los más altos en los Estados Unidos⁵.

Esta vibrante economía está basada en una extraordinaria capacidad para la innovación: la mayoría de los inventos clave en microelectrónica e informática se han originado en Silicon Valley, incluyendo el invento compartido del circuito integrado, el proceso planar, el microprocesador, el sistema Unix y el desarrollo del ordenador personal⁶. El hecho de que un nuevo poder industrial de este tipo pudiera surgir en una zona totalmente carente de base industrial o de tradición empresarial previa—San Francisco fue siempre claramente ajeno a Silicon Valley—ha encendido la imaginación de todo el mundo. No obstante, es precisamente debido al carácter extraordinario de la historia por lo que ésta debe ser cuidadosa y analíticamente reconstruida. Sólo así será posible evitar las trampas ideológicas que, inevitablemente, se ocultan tras la leyenda. Porque, en realidad, Silicon Valley no puede ser reducido simplemente a una luminosa valla publicitaria que proclama las virtudes de la ideología del libre mercado.

¹ Saxenian, 1993.

² Rogers y Larsen, 1984.

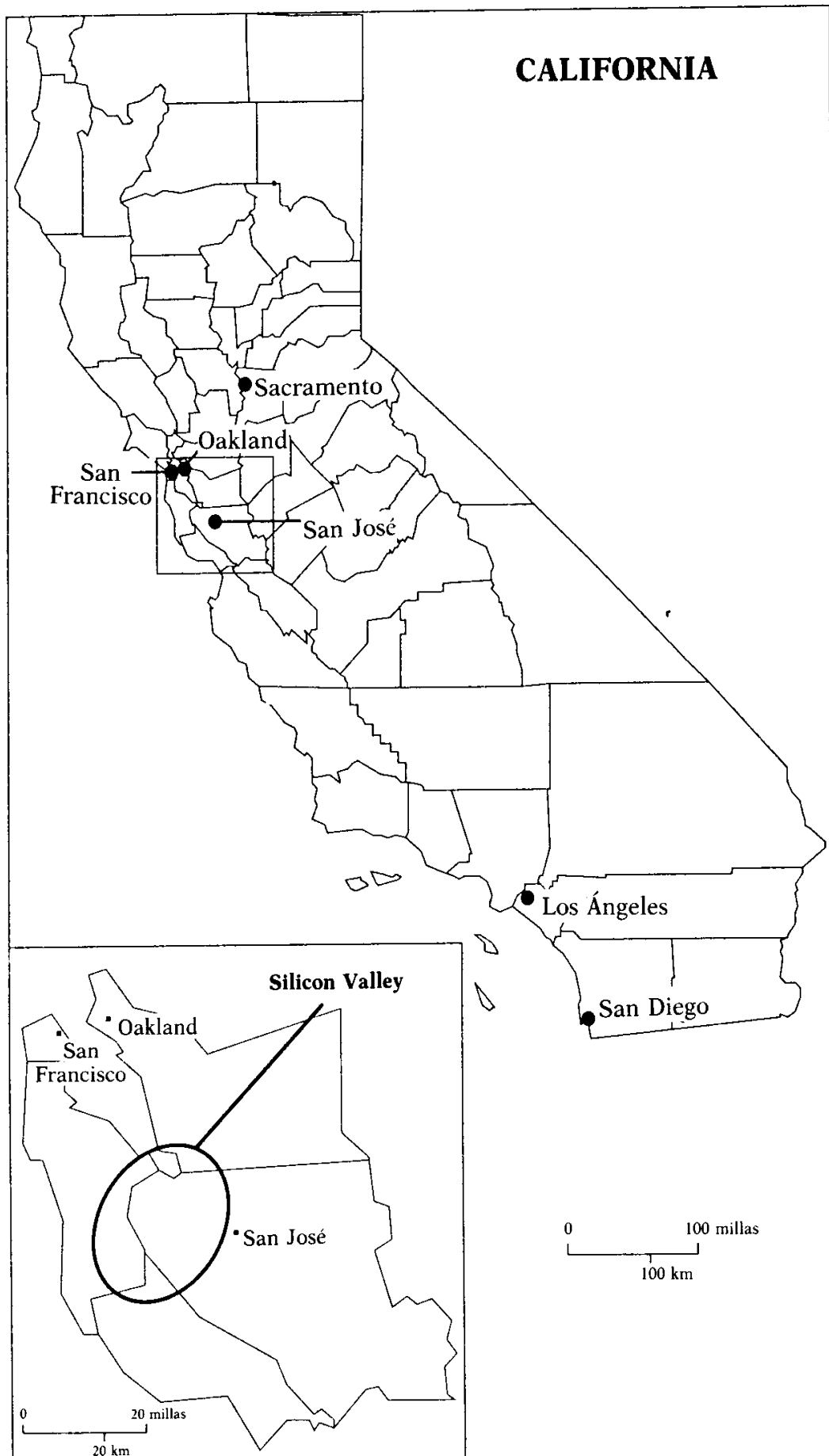
³ Bernstein et al., 1977.

⁴ Saxenian, 1990.

⁵ Saxenian, 1993.

⁶ Rogers y Larsen, 1984; Malone, 1985.

FIGURA 2.1. Silicon Valley: ubicación general.



Fuente: Rand McNally World Atlas, 1992.

TABLA 2.1. Silicon Valley: estructura del empleo

Empleo	SIC	1959	1965	1970	1975	1980	1985
Ordenadores	3.573	0	0	8.938	19.902	52.738	56.126
Otras máquinas de oficina	357*	0	0	979	1.869	2.748	2.748
Comunicaciones	366	895	5.027	7.271	10.043	19.603	29.677
Semiconductores	3.674	0	4.164	12.290	18.786	34.453	47.069
Otros componentes electrónicos	367*	4.295	4.619	14.174	11.622	25.472	23.731
Misiles/partes	372	0	0	2.274	0	0	750
Instrumentos	38	328	1.202	2.567	14.646	24.912	19.382
Accesorios electrónicos	283	0	282	0	750	1.976	1.954
Software/proceso de datos	737	0	0	0	3.887	7.813	15.368
Laboratorios IO	7.391	118	2.193	1.978	1.642	3.856	6.133
Ventas al por mayor de electrónica	5.065	131	693	1.107	2.092	3.703	9.179
Ventas al por mayor de ordenadores	5.086	199	243	373	620	2.005	2.807
Empleo total de alta tecnología		5.966	18.424	51.951	89.859	179.113	214.924
Empleo total en manufactura		61.305	88.038	131.613	154.126	256.437	272.332

Fuente: Bureau of the Census, County Business Patterns (años escogidos). Nota: Códigos 357 y 367 exclusivos de 3573 y 3674, respectivamente.

La historia de Silicon Valley

Si bien la historia de Silicon Valley ha sido contada numerosas veces—aunque, extrañamente, en raras ocasiones en la investigación académica, con algunas notables excepciones⁷—aún es útil volver a narrar los hechos en su secuencia histórica, con el fin de ser capaces de comprender tanto la singularidad de la zona como su potencial para la generalización. Nos será de utilidad resumir el desarrollo de Silicon Valley como un gran centro tecnológico-industrial en una secuencia por etapas:

- Los precedentes históricos de la innovación tecnológica en Silicon Valley desde comienzos del siglo xx.
- La creación de su base industrial de alta tecnología en la década de 1950 alrededor del parque industrial de Stanford.
- El crecimiento de empresas innovadoras en microelectrónica en la década de 1960, sobre la base de escisiones de la primera generación de empresas y con el apoyo de los programas basados en la electrónica del Departamento de Defensa.
- La consolidación de los fabricantes a gran escala de semiconductores en la era de los microprocesadores, conjuntamente con el inicio de la era de los ordenadores personales en la década de 1970.
- El creciente dominio de la industria de los ordenadores, la internacionalización de la estructura industrial del «Valley» y una nueva ronda de escisiones innovadoras en la década de 1980.

Esta secuencia histórica resulta crucial para comprender Silicon Valley. Porque, si bien todos los factores que generalmente se asocian con su crecimiento y éxito han sido significativos,

⁷ Saxenian, 1981, 1990; Scott y Angel, 1987.

los elementos individuales han sido importantes en diferentes períodos y con intensidades distintas en cada período; un hecho que marca totalmente la diferencia a nivel mundial a efectos de análisis y generalización.

En primer lugar, a pesar de la ausencia previa de base industrial, la zona sí tenía una importante tradición investigadora en electrónica que se remonta a la invención del tubo de vacío por De Forest en 1912, en una empresa, la «Federal Telegraph Company», que fue creada por un graduado de la Universidad de Stanford con el apoyo de la Universidad⁸. Durante la década de 1920, Stanford mantuvo una tradición de excelencia en la ingeniería eléctrica alrededor de la figura del Dr. Harris Ryan, y muchos de sus alumnos se quedaron en la zona a trabajar en el campo de la electrónica, creando sus propias empresas.

Pero el nexo crucial entre la etapa inicial de la electrónica y la formación de Silicon Valley hay que buscarlo en Frederick Terman —el hombre que, más que ningún otro, puede ser considerado como la figura central de la historia—. Frederick Terman era hijo de un profesor de psicología de Stanford y creció en el campus. Estudió química e ingeniería eléctrica en Stanford y se matriculó posteriormente en el programa de doctorado en ingeniería eléctrica en el MIT, el mejor del país en esa época. Terminado el doctorado, fue designado para el cuerpo docente del MIT, pero contrajo tuberculosis y decidió permanecer en Palo Alto, ya que el clima era allí mejor para su salud, convirtiéndose en profesor de radiotécnica en Stanford. Así, dado el papel central que desempeñó en el desarrollo de Silicon Valley, se podría decir que el clima tuvo un papel destacado en su aparición como centro de alta tecnología—aunque no tanto por su contribución a la calidad de vida, como veremos, como por su contribución a la salud de Terman. Fue ascendido a jefe del laboratorio de comunicaciones en Stanford y posteriormente a decano de ingeniería eléctrica, para después convertirse en vicepresidente de toda la Universidad durante la década de 1950.

Convencido como estaba de la decisiva necesidad de vincular la Universidad con la industria, utilizó todas sus relaciones, toda su influencia, y en ocasiones su propio dinero, para animar a sus mejores graduados a que crearan empresas de electrónica, una aventura de alto riesgo en las décadas de 1920 y 1930⁹. Entre sus estudiantes se encontraban Charles Litton, quien en 1928 fundó Litton Engineering Laboratories, y dos graduados con especial talento: William Hewlett y David Packard. Terman les protegió, les ayudó en sus investigaciones, les convenció para que fundaran una empresa comercial con la que explotar sus investigaciones y les prestó 1.538 dólares para iniciar la empresa en 1938; ya en 1942 las ventas de la empresa llegaban a los 1.000 millones de dólares. La Segunda Guerra Mundial, con su apetito por los equipos electrónicos, dio un impulso decisivo a Hewlett-Packard y a las otras iniciativas que se crearon a la sombra de Stanford, mientras que el propio Terman dedicaba su tiempo al MIT en la dirección de un proyecto militar de alta tecnología.

A su vuelta a Stanford, Terman se dedicó a la construcción de un gran programa de ingeniería eléctrica, diseñado según los programas muy superiores de la Costa Este, y con apoyo de las corporaciones locales. Pero su objetivo principal seguía siendo el de poder difundir los resultados del I+D por el mundo industrial. Dado que Stanford era una universidad rica en terrenos, gracias a las donaciones iniciales, Terman decidió en 1951 utilizar este activo para crear el parque industrial de Stanford, el verdadero predecesor de todas las futuras tecnópolis del mundo. Terman arrendó los terrenos a empresas en términos muy ventajosos, sobre la base de su excelencia en la tecnología electrónica y de su estrecha relación con la universidad.

La primera empresa en trasladarse al parque fue Varian, otra de las empresas creadas bajo el influjo de Stanford que tenía a Terman en su Comité de Dirección. Hewlett-Packard se trasladó al Parque en 1954. Ya en 1955 había 7 empresas, 70 en 1970, 90 en la década de 1980 con cerca de 25.000 trabajadores. Al llegar 1954, el sueño de Terman de una «comunidad de académicos técnicos», basada en la relación entre la universidad y la industria privada¹⁰, se había convertido en realidad, constituyendo el núcleo de lo que sería Silicon Valley. Sin embargo, a pesar de todos los esfuerzos por mejorar las universidades de la Costa Oeste, éstas fueron claramente inferiores en investigación electrónica a los centros tradicionales de la Costa Este hasta la década de 1960. Así pues, la transferencia de tecnología desde estos centros se convirtió

⁸Hall, de próxima aparición.

⁹Rogers y Larsen, 1984; Malone, 1985.

¹⁰Saxenian, 1990.

en una condición necesaria para que Silicon Valley desarrollara las bases de la innovación de vanguardia.

Es aquí cuando entra a formar parte de la historia el otro personaje de la leyenda, el Premio Nobel William Shockley, coinventor del transistor en 1947 con su equipo en los Laboratorios Bell en Nueva Jersey. Shockley dejó los Laboratorios Bell en 1954 para formar su propia empresa y comercializar así sus investigaciones¹¹. Trató, en primer lugar, de asentarse en la zona de Boston, pero debido a la falta de apoyo de las grandes empresas de la zona (Raytheon rechazó sus propuestas), se trasladó a Palo Alto—debido, entre otras razones, a que su anciana madre vivía allí—. En 1955 fundó «Shockley Semiconductors Laboratory» en Mountain View, cerca de Palo Alto. Jóvenes graduados en electrónica respondieron inmediatamente a su primer anuncio de empleo, y reclutó a los 8 más brillantes: todos ellos se convertirían en multimillonarios y en innovadores tecnológicos, incluyendo a Robert Noyce, el coinventor del circuito integrado en 1957.

No obstante, Shockley fue un científico tan brillante como pésimo hombre de negocios y antipático como persona (se proclamó racista), y trabajar con él resultaba difícil. Su obstinación le condujo al fracaso comercial, dado que insistió en trabajar con diodos de cuatro capas y se negó a pasar a los transistores de silicio, tal y como sus jóvenes discípulos le aconsejaron que hiciera. Así, en 1957 los 8 jóvenes ingenieros abandonaron a Shockley y fundaron una nueva empresa, «Fairchild Semiconductors», que era la única empresa de transistores que trabajaba exclusivamente con silicio.

En pocos años, Fairchild fue reconocida, principalmente gracias al trabajo de Bob Noyce, como la coinventora del circuito integrado y como la inventora del proceso planar, la decisiva tecnología industrial actualmente necesaria para fabricar circuitos integrados. Fairchild atrajo a los mejores jóvenes talentos en microelectrónica pero, al mismo tiempo, no pudo retenerlos, dados la ambición y dinamismo de éstos. Ya en 1965 se habían creado 10 nuevas empresas por antiguos ingenieros de Fairchild¹². Además, cuando Fairchild fue absorbida por una casa matriz de la Costa Este incapaz de comprender la dinámica innovadora local, sus fundadores también dejaron la empresa, convirtiéndose ésta en un cascarón vacío.

Así pues, aproximadamente la mitad de las 85 principales empresas americanas de semiconductores se crearon como escisiones directas o indirectas de Fairchild, convirtiéndose de este modo en el principal mecanismo para la difusión del know-how tecnológico por toda la zona¹³. Entre las nuevas empresas surgidas a partir de Fairchild se encuentran Intel (creada por Bob Noyce en 1968), «National Semiconductor», «Signetics», «Amelco» y «Advanced Micro Devices», todas ellas líderes en la industria actual. Todas estas empresas se instalaron en Silicon Valley, trasladándose al siguiente emplazamiento disponible más próximo para continuar sus trabajos sobre los mismos programas y casi con las mismas personas. De las 45 empresas americanas de semiconductores creadas entre 1959 y 1976, 40 de ellas se situaron en Silicon Valley¹⁴.

No obstante, para que este proceso de escisión de nuevas empresas tuviera éxito, intervinieron otros factores en la década de 1960; y éstos hicieron que la historia de Silicon Valley fuera más compleja. El primero de ellos fue la dramática expansión de la demanda militar de equipos electrónicos a finales de la década de 1950 y en la de 1960, a medida que el programa aeroespacial cobraba forma como resultado de la conmoción provocada en el «aparato» gubernamental americano por el lanzamiento del primer Sputnik¹⁵. Por ejemplo, en 1959 se adjudicó a Fairchild un contrato de 1,5 millones de dólares para suministrar los transistores para el misil Minuteman, y en 1963 los circuitos integrados para el ordenador de vuelo de la nave espacial Apolo. A finales de la década de 1950, la participación de los mercados militares en las entregas totales de semiconductores alcanzó un nivel del 70%, y osciló alrededor del 50% durante la década de 1960, concentrándose el mercado de la defensa en las capas más altas de la tecnología¹⁶.

¹¹ Mutlu, 1979.

¹² Oakey, 1984.

¹³ Saxenian, 1990.

¹⁴ Ibid.

¹⁵ Markusen et al., 1991.

¹⁶ Saxenian, 1990.

Tanto el Departamento de Defensa como la NASA pagaron altos precios por las tecnologías más innovadoras, que también eran las más arriesgadas en términos de inversión; así, desempeñaron el papel de subvencionadores del I+D para las empresas de Silicon Valley. Además, esta práctica de apoyo y participación tecnológica de los departamentos militares, para asegurar el suministro a tiempo de los equipos solicitados, condujo a una rápida difusión tecnológica entre las empresas y a una falta de control sobre las patentes de los inventos. En realidad, a menos que fueran clasificados como secretos militares, el Departamento de Defensa exigía la difusión pública de los descubrimientos realizados gracias a su aportación de fondos¹⁷. Así pues, la demanda militar y aeroespacial suministraron los primeros mercados a gran escala para la joven microelectrónica concentrada en Silicon Valley, y facilitaron el capital necesario para las inversiones de alto riesgo, al tiempo que hacían posible la difusión de los adelantos tecnológicos entre las empresas.

Pero las empresas de Silicon Valley pudieron sacar partido de la bonanza militar gracias a su extraordinaria versatilidad, a su carácter emprendedor y a un elevado nivel de interacción mutua. La investigación académica, concretamente el trabajo pionero de Anna-Lee Saxenian, ha enfatizado el papel decisivo de las redes sociales de información y de una cultura compartida de innovación en la formación, el desarrollo y la continua vitalidad de Silicon Valley¹⁸. Las nuevas escisiones de Fairchild eran a menudo proyectadas, discutidas y decididas en un restaurante cercano en Mountain View, «Walker's Wagon Wheel Bar and Grill», frecuentado por los ingenieros de la compañía¹⁹. La circulación constante de talentos desde una empresa a otra hacía que fuera literalmente imposible mantener los derechos de patentes de cada innovación. La única vía que tenían las empresas de solucionar el problema consistía en acelerar el paso de la propia innovación, abriendo camino así a nuevas empresas, productos o tecnologías, en un interminable proceso de extraordinaria estimulación tecnológica e industrial.

Pero si bien los científicos y los ingenieros podían cambiar fácilmente de trabajo, buscando siempre mejores oportunidades y retos más excitantes en la investigación, generalmente permanecían en Silicon Valley para mantener vivas así sus redes informales de información, basadas en una interacción persona a persona sobre temas habituales de tipo técnico o profesional. Esas redes, tal y como Saxenian ha demostrado en su tesis doctoral²⁰, constituían la verdadera base del proceso de innovación en Silicon Valley, e incrementaron su complejidad e importancia a lo largo del tiempo. Eran simultáneamente canales de comunicación de innovación tecnológica, sistemas de organización del mercado de trabajo y la base material para la formación de una cultura que enfatizaba los valores de la excelencia tecnológica y de la actividad empresarial en el libre mercado, al tiempo que servían para transmitir los modelos de comportamiento de Silicon Valley: el joven y brillante ingeniero que alcanzaba la riqueza y la fama mediante la pericia técnica y la irreverencia social.

Estas redes de información apoyaron el desarrollo de otro ingrediente clave de Silicon Valley, las empresas de inversión de capital riesgo, que fueron decisivas a la hora de financiar el desarrollo de empresas de electrónica en campos ajenos al estrecho marco original de los mercados militares. Pero, al contrario de lo que generalmente se cree, parece ser que las empresas de inversión de capital no se originaron en los mercados financieros de San Francisco, sino a partir de la riqueza generada por el propio Silicon Valley²¹. De hecho, hubo ingenieros y hombres de negocios pertenecientes a la primera ola de empresas de electrónica que invirtieron su dinero en la siguiente ronda de nuevas empresas, habiendo verificado a partir de su propia experiencia la viabilidad del proceso y sintiéndose lo bastante competentes como para juzgar las posibilidades de las nuevas candidatas. Así, si bien en la década de 1980 las principales instituciones financieras se instalaron en el mercado de inversiones de capital de Silicon Valley, ya antes—en la década de 1960 y comienzos de la de 1970—las propias redes sociales de información de Silicon Valley habían creado un sistema de auto financiación, reinvertiendo parte de sus ganancias en el apoyo a la siguiente generación de empresarios. A mediados de la década de 1970, Silicon Valley había desarrollado sus redes sociales de información, su base industrial,

¹⁷ Ibid.

¹⁸ Saxenian, 1993

¹⁹ Rogers y Larsen, 1984.

²⁰ Saxenian, 1990

²¹ Florida y Kenney, 1987.

sus actividades de apoyo a la financiación y a los servicios y sus organizaciones profesionales, hasta el punto de constituir un medio innovador capaz de absorber y de introducir en el mercado innovaciones clave que no le eran propias. Este fue el caso concreto del producto que cambió el mundo y Silicon Valley, abriendo una nueva era industrial para la región: el ordenador personal²². El ordenador personal fue fabricado por primera vez en 1974 en Albuquerque, Nuevo México, por un ingeniero, Ed Roberts, a través de su pequeña empresa de calculadoras MITS, en la forma de un modelo denominado «Altair». Altair, a pesar de ser una máquina primitiva, fue un éxito comercial instantáneo. Pero su principal impacto consistió en movilizar la red informal de aficionados a los ordenadores que ya existía en la zona de la Bahía de San Francisco. El núcleo de esta red era el «Home Brew Computer Club» (Club de Ordenadores de Fabricación Casera), formado por jóvenes ingenieros en electrónica y por amantes de los ordenadores, que se reunía regularmente para intercambiar información y discutir los avances en este campo. Esta red incluía a personas como Steve Wozniak, el futuro inventor de Apple; Bill Gates, el gurú del software, fundador de Microsoft, y a otros jóvenes visionarios que más tarde fundarían 22 empresas, incluyendo Apple, Microsoft, Comenco y North Star. Fue esta red la que siguió el ejemplo de Roberts de crear un ordenador personal, a partir de la visión romántica de dar a la gente el poder de cálculo de los ordenadores, al tiempo que las empresas ya establecidas, incluyendo a algunas de Silicon Valley tales como Hewlett Packard, rechazaban las primeras propuestas técnicas del ordenador personal.

Fue a partir de este proceso que surgió la historia de audacia tecnológica e imaginación empresarial que más ampliamente se ha divulgado: el desarrollo del ordenador personal Apple por parte de dos jóvenes que abandonaron los estudios prematuramente con poco más de veinte años, trabajando en su garaje de Menlo Park en el verano de 1976. Steve Wozniak fue el que diseñó el ordenador, y Steve Jobs fue el genio de los negocios que presintió el potencial comercial de su producto y pasó a crear una empresa que saltó de unas ventas de cero a 100 millones de dólares en cuatro años, para convertirse una década más tarde en una verdadera corporación multinacional. Es importante comentar que Jobs y Wozniak fueron capaces de iniciar la empresa sólo gracias a que un anterior ejecutivo de Intel, Mike Markkula, entró en el proyecto como tercer socio, prestándoles 91.000 dólares²³.

Fue esta financiación de alto riesgo por parte de particulares que estaban familiarizados con la actividad, y que compartían la cultura de los innovadores, la que hizo posible un interminable nacimiento de nuevas empresas en Silicon Valley. Cuando en 1981 IBM introdujo su propio ordenador personal, dando carácter oficial a la importancia del nuevo mercado, las redes de Silicon Valley comenzaron a generar empresas de ordenadores, tanto de hardware como de software, así como empresas de servicios informáticos, haciendo que a mediados de la década de 1980 ésta fuera la actividad más importante de la región, sobrepasando incluso a los semiconductores. Además de Apple, y de la continua expansión de Hewlett Packard, una nueva empresa de ordenadores, Sun Microsystems, creada a comienzos de la década de 1980 a partir de la misma red social de información, se convirtió en otro ejemplo de la capacidad de Silicon Valley para generar grandes empresas en pocos años a partir de nuevas ideas y nuevos descubrimientos tecnológicos; en el caso de Sun gracias, fundamentalmente, a la contribución de otro joven gurú de los ordenadores, Bill Joy.

No obstante, cuando en 1984-86 la competencia japonesa y una recesión mundial en la industria de los ordenadores golpeó la región, forzando el despido de más de 21.000 trabajadores, muchos observadores llegaron a la conclusión de que la ya envejecida estructura industrial de Silicon Valley había alcanzado su límite y previeron un descenso progresivo del impulso innovador. Sin embargo, en la segunda mitad de la década las redes sociales de información de la zona siguieron actuando como imanes que atraían la información y el capital desde todas las partes del mundo, generando nuevas escisiones, iniciando nuevas empresas y diversificando y haciendo más compleja la estructura industrial preexistente²⁴. Mientras que las empresas de semiconductores establecidas cedían terreno frente a la competencia japonesa en la producción estandarizada y de gran volumen una nueva ola de empresas, tanto de semiconductores como de ordenadores, comenzó a desarrollar un nuevo sistema de producción

²² Freiburger y Swaine, 1984; Hall, de próxima aparición.

²³ Malone, 1985.

²⁴ Saxenian, 1990; Borras, 1989.

flexible, concentrándose en equipos normalizados de alto valor y mejorando su nivel tecnológico para combatir paulatinamente la competencia.

Silicon Valley se fue así especializando cada vez más en la producción tecnológica de alto nivel en la microelectrónica y en los ordenadores, y sus empresas automatizaron sus plantas industriales y/o se trasladaron a otras zonas más baratas en los Estados Unidos al tiempo que mantenían en Silicon Valley las funciones de alto nivel del I+D, el diseño y la fabricación avanzada. El cambio en las redes de información de las empresas, la especialización en diversas operaciones y la intensificación de su liderazgo tecnológico en cada etapa del proceso productivo fueron la fuente de una nueva ronda de innovación y de crecimiento industrial que permitió a Silicon Valley seguir a la cabeza de la competencia y crecer económica, demográfica y territorialmente, en el preciso momento en que otras zonas de alta tecnología, como la carretera 128 de Boston, estaban siendo dañadas por el declive de los mercados militares.

Así pues, desde mediados de la década de 1970 Silicon Valley se convirtió en un medio innovador, industrial y de servicios de alta tecnología, autosuficiente, que generaba sus propios factores de producción: conocimientos, capital y trabajo. Las universidades, incluyendo Stanford, San José, Santa Clara y, hasta cierto punto, la relativamente distante Berkeley, continuaron siendo decisivas en su aportación al mercado de trabajo de ingenieros y científicos bien cualificados. No obstante, su papel como fuentes de I+D había mermado sustancialmente en comparación con la capacidad investigadora endógena de la industria, si bien los programas de investigación cooperativa siguieron poniendo en relación a las universidades y a las empresas.

Pero para que el medio innovador pudiera volverse autosuficiente tuvo que ser apoyado, durante un prolongado período de tiempo, por un conjunto de elementos interactivos cuyo desarrollo hemos presentado aquí. Para que tales elementos puedan agruparse para formar un proceso generador de sinergias tienen que ser apoyados por una cultura local específica que, surgiendo de la industria de alta tecnología, contribuya, a su vez, a su capacidad innovadora.

La cultura de Silicon Valley

Las revoluciones tecnológicas han estado siempre asociadas históricamente con la aparición de culturas específicas²⁵. Tales culturas son ingredientes esenciales de la capacidad para innovar y de la relación entre la innovación y las aplicaciones más apreciadas en una determinada sociedad, desde la construcción de catedrales a las ventas comerciales a nivel mundial o a la supremacía en el poder militar. Parece ser que la concentración territorial de los procesos de innovación en determinadas zonas clave es un prerequisite para el desarrollo de una cultura de este tipo y para la interacción positiva entre la innovación tecnológica y el cambio cultural²⁶.

En el caso de Silicon Valley, existe en verdad una fuerte especificidad cultural en los valores y en el estilo de vida de los ejecutivos, los ingenieros, los técnicos y los trabajadores cualificados que forman la base humana de este sobresaliente medio de innovación. Algunas de las características de esta cultura no encajan completamente con las virtudes pregonadas por la leyenda, mientras que otras lo hacen perfectamente. Existe poca investigación académica sistemática sobre el tema, por lo que nuestro análisis es necesariamente experimental. Con todo, existe la suficiente información de campo, de informes periodísticos y de libros de tema comercial como para suministrar la base necesaria para una caracterización más o menos amplia de las pautas de los valores sociales y del comportamiento en Silicon Valley²⁷. Hemos utilizado, en concreto, un estudio muy importante de una muestra representativa de los trabajadores del condado de Santa Clara, que fue dirigido por el principal periódico local, el «San José Mercury News», entre agosto y septiembre de 1984²⁸, fecha anterior a la crisis que afectó a la industria y que modificaría parte de las pautas sociales clásicas de la zona.

Si bien aceptando el riesgo de ser excesivamente esquemáticos, podríamos sintetizar la cultura predominante de Silicon Valley en nueve características interrelacionadas:

1) El papel central del trabajo. Silicon Valley, al igual que todos los grandes centros industriales, está muy alejado de la tópica imagen del «relajamiento» californiano. Para el 49,2% de las personas encuestadas, «lo que se hace en el trabajo es más importante que el dinero que se gana», el 38,7% dijeron que su «principal satisfacción en la vida proviene de su trabajo». El 59% afirmaba estar «muy satisfecho» con su empleo, frente al 46,7% del conjunto de los Estados Unidos. La gente realmente trabaja: el 30% trabaja entre 41 y 50 horas por semana; el 10,4% pasa más de 51 horas trabajando; el 28% se lleva trabajo a casa al menos una vez por semana. La satisfacción en el empleo se incrementa con el número de horas trabajadas.

Así pues, un trabajo intenso y duro es la característica básica de la vida para los trabajadores de Silicon Valley, especialmente para los segmentos más cualificados de la población. Tal y como ocurre en el caso de otras revoluciones económico-tecnológicas, el afán por producir y por competir con éxito es la fuente básica de la nueva organización social. Y, al igual que en las revoluciones industriales anteriores, el trabajo y el lugar de trabajo tienden a ser el foco primario de la actividad social.

2) Para el componente técnico-profesional de la población empleada (que supone aproximadamente el 50% de los trabajadores con alta cualificación tecnológica) existe asimismo un sentimiento positivo hacia el trabajo como una oportunidad para la innovación. Tienen la ideología de los innovadores, expresada mediante el sentimiento de hallarse en la zona de vanguardia de la tecnología y dándose cuenta de la importancia que ello tiene.

3) El espíritu empresarial es una característica fundamental de la cultura, a pesar del hecho de que la mayoría de los profesionales y de los ingenieros trabajen para grandes

²⁵ Kranzberg y Pursell, 1967.

²⁶ Hall y Preston, 1988.

²⁷ Rogers y Larsen, 1984; Keller, 1981; Reinhold, 1984; Thompson, 1985; Larsen y Gill, 1984.

²⁸ Carey y Gathright, 1985.

empresas. Aun así, el modelo de comportamiento sigue siendo el de los jóvenes líderes que crean empresas y que se hacen millonarios gracias a su capacidad para innovar y a sus audaces intentos por fundar nuevas empresas. Esta cultura aporta la base para las interminables escisiones que han fomentado la innovación permanente en Silicon Valley, a pesar del esfuerzo de algunas empresas en la década de 1980 por hacer decaer el mismo proceso que había estado en su origen, en un vano intento por cerrar sus puertas una vez que se habían establecido en el mercado.

4) Otra actitud cultural clave es la competencia agresiva, tanto entre las personas como entre las empresas. Existe una lucha extrema por mantenerse a la cabeza, que conduce a una relajación de los estándares morales en las relaciones profesionales; esto es algo que parece ser característico de muchos contextos históricos de gran innovación cuando el espíritu individualista da paso a una feroz competencia. Así, el 36% de los trabajadores encuestados piensa que sus «compañeros de trabajo» mienten en el currículum. El 42% piensa que sus «compañeros de trabajo» se llevan material o utilizan horas de ordenador de la empresa sin autorización: el 16% cree que la utilización de los secretos de la empresa en beneficio personal se produce con frecuencia; y el 55% de los trabajadores con elevada cualificación tecnológica piensa que «algunas personas harán cualquier cosa por situarse a la cabeza». Es precisamente este impulso personal, invertido en tecnologías revolucionarias aplicadas a una industria estratégica, lo que conduce a la aceleración del proceso de innovación en la zona, ya sea a través de las empresas ya existentes o bien gracias a escisiones de aquéllas.

5) Como podemos imaginar, es ésta una cultura de individualismo extremo, posiblemente estimulado por la continua inmigración a la zona de miles de jóvenes profesionales venidos de todo el mundo, atraídos por el «Silicon Rush» «la fiebre del silicio». En 1984, el 31% de los trabajadores encuestados nunca se habían casado; el 15% estaba divorciado; y sólo el 20% de la mano de obra tenía más de 45 años. Tal pauta individualista tiene consecuencias directas en los mercados de la vivienda, en el sistema escolar, en el comportamiento del tráfico, en el ocio y en la política; nadie confía en el gobierno, sea cual sea éste, y los impuestos son considerados como un asalto al ciudadano. Esta ideología individualista florece en Silicon Valley sobre la base de una población inmigrante, principalmente de otro estado, a menudo soltera y con un alto nivel de educación que se disputa las altas recompensas en las que cree. Unas recompensas que realmente existen, si no para todo el mundo, al menos para el suficiente número de personas como para que todos crean en la posibilidad de alcanzarlas.

6) Si bien no un elemento cultural en sí mismo, es importante destacar que tales expresiones culturales reposan en una base material: la opulencia de la zona. Ciertamente, también existen lados oscuros en esta prosperidad: la pobreza, la discriminación y la explotación están presentes en Silicon Valley como en todas las sociedades de clases. No obstante, como media, y en comparación con otras zonas, incluyendo aquellas de alta tecnología, no se puede negar la existencia de un nivel de vida elevado para gran parte de la población. Esta realidad hace que la mayoría de las personas abriguen grandes expectativas, pensando que es posible alcanzar una buena posición económica durante la juventud. Una consecuencia directa de un comportamiento de este tipo es la incapacidad para prestar atención, o incluso comprender, a aquellos que se han quedado fuera del grupo de los opulentos, lo que refuerza el individualismo y ahonda aún más los fosos de la segregación urbana.

7) La competencia individualista despiadada y el inexorable impulso hacia el trabajo y la innovación tienen un coste importante: el tecnoestrés, tal y como se le denomina en Silicon Valley, entendiendo éste como estrés psicológico y social en todas sus manifestaciones. El 38% de todos los trabajadores encuestados, el 42% de las mujeres y el 43% de los profesionales dijeron que el estrés relacionado con el trabajo afectaba a sus vidas fuera del mismo. Este tipo de estrés se halla asociado, en opinión de la mayoría de los expertos, con enfermedades sociales muy extendidas por la zona²⁹: el alcohol y las drogas (1/3 de los encuestados cree que sus «compañeros de trabajo» utilizan frecuentemente drogas durante la jornada laboral); rupturas familiares (con una de las tasas de divorcio más elevadas de los Estados Unidos); frecuentes problemas emocionales en los niños, etc. Además, aparte del propio estrés, existe también una cultura del estrés. Es decir, un sistema de valores en el cual un estrés agudo ha entrado a formar

²⁹ Rogers y Larsen, 1984.

parte del estilo de vida como el precio necesario a pagar por estar en la cima del mundo. Empresas e instituciones del «Valley» generaron mecanismos para combatir el estrés que se convirtieron en parte integral de la cultura local. Entre los mismos los dos principales son los siguientes:

8) La aparición de subculturas corporativas, de las cuales Hewlett Packard es la más distintiva. Los sentimientos de lealtad a la empresa son muy fuertes para el 65% de los trabajadores encuestados (frente a un 46% a nivel nacional). Las empresas tienden a estimular estos sentimientos de pertenencia a un grupo a través de actividades recreativas, horarios flexibles y estilos informales de interacción personal. El objetivo es compensar la alta productividad laboral y retener a los «cerebros» que representan el principal activo de una empresa basada en la investigación. Así, la pauta de competencia feroz antes descrita se suaviza, en cierto modo, por el trabajo en grupo y por la cooperación interpersonal en el puesto de trabajo, siendo éste un recurso que proporciona apoyo psicológico a individuos con idéntica adicción al trabajo.

9) Otro mecanismo importante para aliviar el estrés es aquel que podría ser etiquetado como consumo compensatorio, al menos para la mitad rica de la población. A causa del afán por innovar y la búsqueda de recompensas inmediatas que ayuden a aliviar el estrés, los estilos de consumo tienden a enfatizar la extravagancia, la experimentación y el comportamiento derrochador del «nuevo rico». El síndrome de Silicon Valley de «a mucho trabajo, mucha diversión» es una forma de materializar a corto plazo las recompensas que los trabajadores esperan por el esfuerzo puesto en la innovación y en la competencia. La clásica pauta de la gratificación diferida de la ética protestante es reemplazada por una pauta de gratificación inmediata, emparejada con la importancia del trabajo como un objetivo en sí mismo. Así, el consumo en esta cultura no es tanto una expresión de comportamiento conspicuo acorde con la posición social como un mecanismo de reducción del estrés, que retroalimenta el deseo de seguir estando en el dominio donde se encuentra la acción: la innovación y la creación de la propia carrera en el puesto de trabajo.

Estas tendencias culturales varían ciertamente según la posición social de los trabajadores. Una mujer inmigrante en una línea de montaje electrónica apenas se verá afectada por el afán de innovación. Aun así, la cultura descrita es la cultura dominante en la zona, por dos motivos principales. Por una parte, ha habido y sigue habiendo un ascenso social constante en Silicon Valley, dado que los trabajadores no cualificados y las minorías étnicas tradicionales tienen cada vez mayores dificultades en encontrar trabajo y residencia en un espacio tan valorado, y son expulsadas a zonas adyacentes, al tiempo que muchos de sus trabajos son eliminados o automatizados. Así, el grupo ocupacional dominante de la zona está formado por profesionales, directivos, ingenieros y técnicos. Por otra parte, incluso para los trabajadores de «cuello azul», existe una penetrante influencia cultural originada a partir de este impulso hacia el talante tecnológico y la riqueza material fácil que forja su comportamiento, ya sea como modelo a imitar o como una ideología que rechazar sobre la base de su experiencia diaria.

Así pues, parece ser, que los valores que hemos perfilado forman la cultura dominante de Silicon Valley, en el sentido sociológico tradicional. Valores de este tipo han sido decisivos a la hora de mantener viva la capacidad de innovación de la zona, ya que gran parte de dicha capacidad está relacionada con un proceso de innovación descentralizado y basado en un talante emprendedor, que combina la ambición individual con el apoyo organizativo de las redes sociales de información relacionadas con el trabajo. Este es el motivo por el cual Silicon Valley sobrepasó sus orígenes para convertirse en un medio innovador autosuficiente³⁰. Al tiempo que esto sucedía, también tuvo que afrontar la realidad de los problemas generados por un crecimiento económico sin control social.

La calidad de vida en Silicon Valley

La experiencia de Silicon Valley está caracterizada por el rígido contraste entre las promesas de la alta tecnología para con la calidad de vida y los destructores efectos sociales y ambientales producidos por el rápido desarrollo de la zona en sus residentes y los trabajadores de la industria. Tal y como Lenny Siegel y John Markoff escribieron, existe un «lado oscuro del

³⁰ Azouaou y Magnaval, 1986.

chip»³¹. Es ésta una cuestión importante, ya que podría servir de aviso para otras zonas del mundo que están planteándose un proceso similar de crecimiento. También resulta analíticamente relevante con el fin de evaluar el impacto potencial del deterioro de la calidad de vida sobre la capacidad de una zona para seguir atrayendo a empresas de alta tecnología.

En realidad, la transformación de la estructura urbana del condado de Santa Clara bajo el impacto de una rápida industrialización en el período 1950-90 es uno de los ejemplos más llamativos de las contradicciones entre la opulencia económica individual y el deterioro ambiental colectivo³². La intensidad del proceso de crecimiento sometió a una presión enorme a unos terrenos escasos —para el desarrollo industrial, la vivienda, los servicios urbanos, el transporte y los espacios abiertos—. Los precios de los terrenos y de las viviendas se dispararon, haciendo muy atractiva la propiedad inmobiliaria y añadiendo así presiones especulativas a las demandas funcionales³³. La supuesta industria limpia produjo una seria polución química, parte de la cual provenía directamente del Parque Industrial de Stanford, y contaminó los pozos de agua de muchas zonas, incluyendo las zonas de la clase media alta, hasta el punto de convertirse en un serio riesgo para la salud³⁴. Los residentes de la zona se opusieron a nuevas construcciones, tratando de preservar la calidad que originalmente les había atraído a ella, al tiempo que revalorizaban sus propiedades. Los movimientos de protección ambiental y de oposición al crecimiento se multiplicaron por doquier, presionando a los gobiernos locales y entrando en conflicto con los intereses de un futuro desarrollo industrial en la zona.

La marcada segregación espacial fue una característica cada vez más notoria en Silicon Valley. En las primeras etapas de desarrollo, tal y como fue estudiado por Saxenian en su primer trabajo sobre la zona³⁵, la pauta de segregación diferenció cuatro zonas principales: las colinas occidentales, con comunidades residenciales exclusivas y de altos ingresos; el «North County», situado justo al sur de Palo Alto y núcleo del cinturón industrial de alta tecnología, en donde se mezclaban empresas y zonas residenciales de nivel medio; la zona de San José, durante mucho tiempo residencia principal de la masa de trabajadores semicualificados y creciente soporte urbano de los servicios comerciales; y la zona más distante, en el sur del Condado, en donde los recientes llegados se concentraban para llamar a la puerta de la tierra prometida.

En la década de 1980, la interminable expansión de los servicios industriales y empresariales en el «Valley» condujo a una mejora de las actividades situadas en la zona de «North County», a la aparición de San José como un verdadero centro rector y a la expansión de las zonas industriales del complejo de Silicon Valley mucho más hacia el sur, llegando a Gilroy, y al este de la Bahía en Alameda County, pasado Fremont. Esta estructura altamente segregada, tanto en términos de actividad como de residencia, dio como resultado unos problemas de transporte superiores a los habituales, haciendo que unos impresionantes atascos de tráfico se convirtieran en una parte importante del estilo de vida de Silicon Valley. No es extraño observar a un joven ingeniero conduciendo un lujoso coche de 50.000 dólares con una mano mientras trabaja en su ordenador portátil con la otra, aprovechando que la velocidad media en ciertas horas punta no supera las diez millas por hora. Así pues, los atascos de tráfico, una densidad de residentes cada vez más elevada y la polución química trajeron un importante deterioro de la calidad ambiental de la zona. La mayor parte de las famosas orquídeas de la mitología de Silicon Valley ya no existen. La superficie de espacios abiertos por persona en la ciudad de San José es aproximadamente de un tercio de la ciudad de Nueva York. El crimen es un problema de primer orden, al igual que ocurre en todas las grandes áreas metropolitanas de los Estados Unidos.

Y, sin embargo, a lo largo de la década de 1980, ingenieros de talento y empresas innovadoras de todo el mundo siguieron instalándose en el «Valley», como si su magnetismo no tuviera fin, sin prestar atención a las previsiones de dominación japonesa en la carrera electrónica. De hecho, las empresas japonesas y el capital japonés son ahora parte de los principales actores de la estructura industrial de Silicon Valley, ya sea directa (Amdhal, propiedad de Fujitsu) o indirectamente (importantes acuerdos entre empresas japonesas y las empresas fundadoras del «Valley», tales como Intel, Apple, etc.). Así pues, la preeminencia tecnológica de Silicon Valley está siendo reconocida plenamente, aun en las nuevas condiciones de una

³¹ Siegel y Markoff, 1985.

³² Saxenian, 1981, 1985

³³ Kroll y Kimball~ 1986.

³⁴ Siegel y Markoff, 1985.

³⁵ Saxenian, 1981.

economía internacional caracterizada por el declive del dominio americano en la microelectrónica. El obvio y rápido deterioro de la propia calidad de vida, que fue un factor importante en el origen de la zona como centro tecnológico, no ha mermado la vitalidad de su economía o su capacidad para innovar.

Ello es así porque los medios innovadores son un objetivo en sí mismos. La gente no vive en ellos por su calidad de vida o por la belleza de su naturaleza: la calidad de vida es un atributo altamente subjetivo, y muchas zonas del mundo son de una belleza asombrosa sin que por ello tengan muchas posibilidades de convertirse en centros tecnológicos o industriales. Si jóvenes talentos para los negocios continúan atestando las ya superpobladas y desagradables áreas centrales de Tokio o Manhattan, ello no es para disfrutar con la rareza del canto del único pájaro superviviente. Lo hacen para formar parte de los centros financieros del mundo y ser recompensados por ello. Si los directores de cine y los compositores pasan sus vidas en las autopistas de Los Ángeles, no lo hacen para captar el último rayo de sol que traspase la polución tóxica del sur de California, sino para estar en las redes de información del medio que se generaron en Hollywood hace sesenta años. De forma similar, la atracción que Silicon Valley continúa ejerciendo sobre los investigadores de alta tecnología y sobre los empresarios del mundo entero se basa en el simple y fundamental hecho de ser el depositario del conocimiento más avanzado en electrónica y en su capacidad para producir la siguiente generación de tal conocimiento mediante el procesamiento de los flujos de información a través de sus redes sociales de información y de sus organizaciones profesionales. El destino de Silicon Valley es mantenerse fiel a su papel histórico de medio innovador de la última revolución industrial—sean cuales fueren las consecuencias para sus tierras y sus gentes.

¿Existe un modelo Silicon Valley?

Sí, existe. No en el sentido de una fórmula general que pudiera y debiera ser copiada en cualquier otro contexto, sin tener en cuenta las características económicas, tecnológicas, geográficas o institucionales de cada región. Pero existe un modelo en el sentido de que podemos identificar, sobre la base de nuestro análisis, los elementos que subyacen en la formación de un medio tecnológico líder, así como las formas de su combinación y la secuencia de su desarrollo.

Tal y como hemos presentado con cierto detalle en otra obra³⁶, en la formación del medio innovador tecnológico de Silicon Valley concurren una serie de precondiciones funcionales, así como ciertos elementos estructurales clave. Además, la dinámica del propio medio consolidó su desarrollo. En el origen del medio innovador hay que situar la coincidencia histórica y geográfica en el condado de Santa Clara, en la década de 1950—justo en los albores del nuevo sistema de producción—de tres importantísimos factores de producción de la nueva era informacional:

- La nueva materia prima, que es el conocimiento científico y la información tecnológica avanzada en electrónica, generada y difundida desde la Universidad de Stanford (dado que el propio Shockley, al tiempo que creaba su propia empresa, también fue reclutado para el cuerpo docente de Stanford).

- El capital de alto riesgo aportado, bien directamente por inversiones de capital empresarial o indirectamente por la garantía de los mercados militares, para los equipos aún no probados, haciendo así posible que las nuevas empresas pudieran obtener financiación sobre la base de unos ingresos asegurados, con independencia de su capacidad para triunfar en sus programas. El apoyo del Gobierno Federal, a través de los mercados militares y de ventajas fiscales para los negocios pequeños, fue decisivo para la formación de Silicon Valley. No obstante, la razón por la que el Departamento de Defensa apoyó el esfuerzo en el estado crítico de despegue se debió a que creía en la excelencia de la tecnología que las empresas podrían desarrollar. Así pues, la disponibilidad de ciencia y de tecnología aplicable es realmente el factor primario en el desarrollo de un medio innovador.

- La disponibilidad en la zona de mano de obra científica y técnica altamente cualificada, obtenida a partir de los fuertes programas de ingeniería eléctrica de las universidades de la zona de la bahía (Stanford y Berkeley, inicialmente; San José y Santa Clara, después). Si bien Silicon

³⁶ Castells, 1989; Hall, de próxima aparición.

Valley no dejó de atraer talentos de todo el mundo desde la década de 1960, las primeras etapas del medio se beneficiaron del pool de buenos ingenieros graduados en la zona, con acceso a sistemas de apoyo en las propias universidades. Así, las universidades desempeñaron un doble papel: en primer lugar, (especialmente Stanford), como fuente de nueva materia prima: conocimiento científico-tecnológico; en segundo lugar, como suministradores de mano de obra altamente cualificada antes de que el medio pudiera generar su propio mercado de trabajo.

Pero la agrupación de estos tres factores de producción fundamentales en el condado de Santa Clara, y su articulación en un proyecto de desarrollo deliberado, no fue puramente accidental, a menos que consideremos accidental el surgimiento de un proyecto empresarial. El proyecto en su conjunto fue concebido e implementado por un empresario institucional, la Universidad de Stanford, bajo el impulso personal de su visionario decano de ingeniería eléctrica, Frederick Terman. La formación del parque industrial de Stanford y las escisiones de la empresa fundada por Shockley tras entrar a formar parte del cuerpo docente de Stanford fueron la matriz material a partir de la cual se desarrolló Silicon Valley.

Sin embargo, la vitalidad y la elasticidad de Silicon Valley a lo largo del tiempo y la consecución de su nivel de excelencia tecnológica sólo fueron posibles gracias a que el propio «Valley» creó redes sociales de información entre sus ingenieros, sus directivos y sus empresarios, generando una sinergia creativa que transformó el afán por competir en los negocios en un deseo por cooperar para la innovación tecnológica. Estas redes de información se construyeron sobre tres bases interrelacionadas: una cultura orientada hacia el trabajo que valoraba la genialidad tecnológica y el talante empresarial audaz; las organizaciones profesionales que sustentaban los intereses de la industria electrónica del «Valley» y que abogaban por su causa; y la concentración territorial del trabajo, la residencia y el ocio, que hizo que todos compartieran los mismos valores e intereses, al tiempo que excluían y segregaban a otros grupos sociales y a otras actividades económicas.

Cuando el «Valley» alcanzó la madurez y las principales corporaciones del mundo sintieron la necesidad de hacer notar allí su presencia, lo hicieron incorporándose ellas mismas a la organización social específica del «Valley», cuya vitalidad como red informal de información prevaleció frente a las afiliaciones de los trabajadores a sus empresas. Así la cultura empresarial y de orientación investigadora, y el carácter emprendedor colectivo de las redes sociales de información basadas en el trabajo y reforzadas fuera de él en Silicon Valley, se convirtieron en elementos fundamentales para la existencia y el desarrollo del medio innovador, al igual que los factores de producción estructurales que hicieron posible su formación en primer lugar. Parece ser. que la interrelación entre la transformación estructural de la tecnología y la economía, los nuevos factores de producción en la era informacional y las condiciones sociales, culturales e institucionales del nuevo carácter empresarial aportan una explicación necesaria y suficiente del porqué, el cómo, el cuándo y el dónde de Silicon Valley.

En cuanto a su posibilidad de imitación, todo depende de la capacidad de las empresas y de los gobiernos para comprender las lecciones de la experiencia, tanto positivas como negativas, en términos suficientemente analíticos como para ser trasladados a contextos diferentes; pero con estrategias diferentes y con actores diferentes. Porque la propia existencia de Silicon Valley ha cambiado para siempre la división espacial del trabajo en la investigación y producción de alta tecnología impidiendo, irónicamente, la imitación directa de su propia experiencia.