

Asish ARORA, Ralph LANDAU, Nathan ROSENBERG (editores), *Chemicals and Long-term Growth: Insights from the Chemical Industry*, John Wiley & Sons Inc. Chemical Heritage Foundation, 1998, 671 pp.

Durante los últimos veinte años, la economía evolutiva se ha ido consolidando como una corriente de pensamiento muy fértil. La revista *Industrial and Corporate Change* y el Technology and Economic Growth Program del Center for Economic Policy Research de la Universidad de Stanford han actuado como promotores de esa corriente, contribuyendo a interpretar la realidad económica desde una perspectiva multidisciplinar y dinámica. La economía aplicada, la historia económica y la historia de la tecnología han sido las áreas que con más entusiasmo han acogido sus propuestas. El libro que analizamos se inscribe en las tres áreas, y es fruto de uno de los proyectos de investigación más concurridos (diecisiete autores) y prolongados (seis años) del citado programa. Quienes hayan seguido su pista reconocerán muchos de los mensajes que dos de sus directores lanzaban, en 1992, en *Technology and the Wealth of Nations*.

Para los directores de la obra, sin embargo, ésta supone un avance considerable en su programa y en el campo de la economía evolutiva, pues aborda por primera vez el análisis histórico, internacional, micro y macroeconómico, de un sector particular: la industria química. La primera industria de base científica sostuvo la industrialización de los más serios rivales de Gran Bretaña en la segunda mitad del siglo XIX, acompañó el crecimiento espectacular de las economías occidentales después de la Segunda Guerra Mundial y sigue siendo el primer sector industrial de los Estados Unidos. Contra lo que la creciente regulación medioambiental de los países desarrollados pudiera hacer pensar, son éstos los que siguen concentrando tres cuartas partes de la química mundial, así como las empresas mayores y más innovadoras, que siguen siendo prácticamente las mismas que hace un siglo. Aun así, el sector no ha gozado de tanto favor por parte de los estudiosos como otros que también han simbolizado la industria del siglo XX, como el automóvil. La invisibilidad y complejidad de la química explican, probablemente, que haya sido objeto de un número relativamente modesto de monografías, aunque muchas de ellas excelentes, tanto a nivel sectorial (Haber, 1958 y 1971; Beer, 1959; Hohenberg, 1967; Chandler, 1990; Landau, 1992) como empresarial (Reader, 1970-1975; Hounshell & Smith, 1988; Plumpe, 1990; Galambos, 1995). Pero es precisamente la invisibilidad —el alto grado de penetración en el tejido industrial— de la industria química lo que la hace tan influyente sobre el resto de los sectores, y tan merecedora de atención. Este libro se une a tan exclusiva bibliografía, pero lo hace con un afán más comprensivo y por una vía algo heterodoxa, ya que en él participan tanto académicos como especialistas del «mundo real». De este modo, los autores pretenden ampliar el horizonte comercial del libro, atrayendo a lectores de diversas áreas

académicas y de la empresa, un público, en definitiva, más amplio que el de la mayor parte de las obras de este tipo. Porque Landau –un ingeniero químico con una consultora petroquímica de éxito en su haber, reinstalado en la Universidad de Stanford y autor prolífico– representa muy bien esta orientación, no es extraño que prologue y que firme varios de los capítulos de la obra. Ésta, además, ha contado con el apoyo de la Chemical Heritage Foundation. ¿Un aviso para navegantes en las aguas de la historia industrial?

El objeto de la obra es entender lo que la historia de la primera industria científica puede decirnos sobre la dinámica del crecimiento en el largo plazo de las sociedades industriales. Para ello, emprenden sus autores un recorrido exhaustivo por las condiciones y factores que, desde mediados del siglo XIX, y hasta hoy, han favorecido la innovación y el crecimiento de la industria química. Porque la historia demuestra que las ventajas tecnológicas y comerciales se crean y se mantienen, y que es una constelación de factores la que favorece el surgimiento de innovaciones, su comercialización y la generación de beneficios. El estudio se limita a los cuatro países que actualmente (y hace un siglo) constituyen el 50% del mercado mundial: Estados Unidos, Alemania, Japón y el Reino Unido. Se excusa la ausencia de Francia (hoy la cuarta productora del mundo) por el menor papel desempeñado en el pasado (y posiblemente también por su desarrollo desconcertante y por la falta de especialistas sobre el mismo). Para abordar un tema tan amplio se sigue la matriz de la ventaja comparativa (que los autores insisten en diferenciar de la competitiva), un esquema explicativo que comprende todos los factores que intervienen en el desarrollo del sector: de los gobiernos nacionales a las empresas, pasando por el clima socio-político, la política macroeconómica (fiscal, monetaria y comercial), el marco institucional (financiero, legal, organizativo y profesional), las políticas estructurales y de apoyo (educación, empleo, investigación y regulación medioambiental), y la organización de la industria. Los autores se muestran persuadidos de que el crecimiento industrial sostenido requiere una constelación de factores: políticas adecuadas, buena gestión e ingenieros e investigadores productivos. Los actores que influyen en los distintos niveles de la matriz interactúan y formulan una serie coherente de políticas que, implementadas, generan crecimiento.

A partir de tan elaborado planteamiento, el libro se estructura en cuatro partes. La primera analiza varias experiencias históricas conocidas: la creación de las capacidades de las empresas alemanas en el terreno de la química orgánica desde mediados del siglo pasado y el fenómeno, paralelo, del declive de la química inorgánica y de la pérdida de oportunidades de las compañías británicas en el campo prometedor de la orgánica, singularmente en los colorantes sintéticos. De ello se ocupan Murmann y Landau, logrando uno de los mejores capítulos del libro. Espléndido también es el siguiente, de Arora y Rosenberg, en el que se explican las bases de la industria química estadounidense, que no empezó a desarrollarse consistentemente hasta este siglo, asistida por la abundancia de petróleo, un sistema de innovación y una organización empresarial inmejorables. El desarrollo de la petroquímica y de los polímeros desde el periodo de entreguerras ejemplificaría la madurez de la química americana. El caso más tardío, Japón, es explorado por Hikino, Harada, Tokuhisa y Yoshida. Se trata de un estudio más descriptivo y débil que los precedentes, quizás a causa de la falta de estudios explicativos de muchas de las empresas más importantes del sector. Los tres capítulos subrayan una idea adelantada por los directores en la

introducción: que la industria química actual sigue regida, básicamente, por empresas centenarias que, sobre la base de la investigación y la comercialización, crearon unas ventajas que han podido seguir manteniendo. A lo largo de este siglo, las oportunidades para que compañías nuevas crearan nuevas capacidades habrían sido escasas. ¿Puede, entonces, entenderse la historia de la química como un espejo de la industrial en general? El desarrollo reciente de la farmaquímica y de las aplicaciones industriales de las llamadas ciencias de la vida sugiere, por el contrario, que están surgiendo numerosas oportunidades para recién llegados. Pero esto es algo que, lamentablemente, escapa a los objetivos del libro.

La segunda parte se centra en el proceso innovador, que es el que más explica por qué el paisaje empresarial de este sector ha sido, hasta ahora, tan estable. Landau, en un capítulo que difiere poco de los que ha venido publicando desde 1992, analiza las condiciones que lo favorecen, y lo demuestra con dos estudios de caso, magistrales, sobre el desarrollo de las fibras sintéticas y de los plásticos en la segunda posguerra mundial. La influencia del sistema legal se trata en un breve capítulo de Campbell y Landau, que proponen una serie de ideas inspiradas por la experiencia americana de los últimos veinte años. La primera de ellas es que la limitación de la responsabilidad de los empresarios ha sido un motor de crecimiento desde la industrialización. Con poca información —y muchas veces impresionista— sobre los otros países o sobre un periodo más remoto de la historia de su país, los autores observan también que ha habido convergencia en los sistemas nacionales de patentes, que el espionaje y la movilidad de los investigadores han hecho avanzar la innovación, que el futuro de la biotecnología parece estar en Estados Unidos —por las menores restricciones legales a la experimentación—, y que la cultura empresarial es vital para explicar el éxito en el largo plazo de las compañías más relevantes del sector. Cierra esta sección un estudio magnífico de Rosenberg sobre la relación entre universidad e industria en el origen de los liderazgos alemán y americano. El autor analiza de forma cautivadora la génesis de lo que él considera dos sistemas de innovación distintos, pero que han tendido a converger: la industria química científica (Alemania) y la ingeniería química (Estados Unidos). La tradicional subordinación de los técnicos a los científicos en el sistema alemán explicaría que las grandes innovaciones de la química germana se hayan inscrito en el proceso discontinuo (el origen de la síntesis de colorantes, de la farmaquímica y la fotoquímica), mientras que en Estados Unidos el poder de los ingenieros en la industria, y su familiaridad con la producción en masa y los procesos continuos, permite entender el nacimiento de la ingeniería química, que es a la vez el origen de la petroquímica. Este hito en la historia del sector fue posible gracias a las relaciones estrechas que en el periodo de entreguerras mantuvieron las refinerías y el mítico Massachusetts Institute of Technology. De esta colaboración nacería la química de los polímeros (plásticos, caucho sintético y fibras artificiales), que es la que ha transformado tan profundamente la vida material de los últimos cincuenta años. El liderazgo alemán en el sector se mantuvo hasta la Segunda Guerra Mundial, cuando también los países europeos sustituyeron el carbón por petróleo como base de la industria. Rosenberg observa que el liderazgo científico no coincide necesariamente con el técnico y que Alemania, de hecho, ha seguido brillando en la investigación científica.

La tercera parte de la obra recorre de arriba abajo la matriz de la ventaja comparativa. Horstmeyer hace una breve introducción a los distintos contextos históricos de los cuatro países que aquí se consideran. El texto es ágil y resulta sin duda útil para los lectores no académicos de la obra, que quizás sean mayoría. Eichengreen se encarga a continuación de repasar los grandes cambios que han tenido lugar en la política monetaria, fiscal y comercial desde el siglo pasado. La lección de la inestabilidad que ha caracterizado al mundo desarrollado en este aspecto sería, según él, la siguiente: el crecimiento puede ser estimulado muy eficazmente por la protección arancelaria, las políticas tendentes a promover la educación y a abaratar las primeras materias industriales y la cooperación intraindustrial. La historia de la industria química demostraría desde esta perspectiva que apenas hay crecimiento sin intervención y que las ventajas de los líderes tienen mucho que ver con el diseño y el empleo inteligente de la misma.

Sigue un capítulo de Da Rin sobre la financiación de la industria química, donde se defiende razonablemente la importancia de este tema en uno de los sectores más intensivos en capital, y su impacto en la capacidad innovadora del mismo. El fracaso del Reino Unido a la hora de incorporarse a las áreas más innovadoras de la industria desde mediados del siglo pasado se explicaría, así, por la ausencia de un sistema financiero adecuado a las necesidades crecientes de los empresarios. El caso alemán sería el inverso. La existencia y la eficiencia de un sistema financiero al servicio de la industria habrían animado a empresarios y a investigadores a asumir riesgos en el sector. La experiencia americana es diferente y permite entender, según el autor, la tardanza de este país para modelar un sistema de investigación adecuado. Inicialmente, la industria química no atrajo la atención de los bancos de inversión. La electroquímica, el sector más intensivo en capital y tributario de la tecnología europea, recurrió al patrimonio de sus fundadores y al mercado de valores. Los primeros beneficios de la electroquímica se dedicarían entonces a financiar actividades de investigación y desarrollo. El resto del sector, dominado por pequeños establecimientos, farmacéuticos sobre todo, apenas necesitaba financiación externa. La Primera Guerra Mundial impulsó los procesos de fusión, pero la capacidad de respuesta del sistema financiero fue lenta. Antes, pues, de convertirse en líderes, las empresas americanas hubieron de aprender, lentamente, a financiar su investigación. El caso de Japón, finalmente, muestra que hubo falta de financiación bancaria en los comienzos de esta industria, que también se encuentran en la electroquímica, y que de nuevo aclaran la poca actividad investigadora de las empresas niponas. Sólo el interés creciente de los *zaibatsu*, más el apoyo explícito de los gobiernos fascistas en los años treinta, permitieron el desarrollo definitivo de esta industria y el establecimiento de departamentos de investigación y —sobre todo— de desarrollo propios. Después de la Segunda Guerra Mundial, la química japonesa ha continuado creciendo al abrigo de los *keiretsu*, y con una actitud persistentemente adaptativa.

De la regulación de la industria química en los países más avanzados se encarga Esteghamat. De nuevo nos encontramos con un tema que es vital para el futuro, pero que difícilmente puede estudiarse desde una perspectiva histórica y sobre una base documental sólida. La preocupación pública por el medio ambiente, la salud y la seguridad es un fenómeno reciente (el Reino Unido fue pionero, en 1956, con la primera ley que controlaba el uso de pesticidas), que no ha empezado a materializarse en normas concretas hasta

los años setenta y ochenta y que sigue siendo objeto de múltiples controversias. El autor observa que las políticas de las cuatro potencias químicas relacionadas con el aire y el agua han tendido a converger, y que es en las de los países en vías de desarrollo donde se advierten más diferencias (y falta de rigor en su aplicación). Esto explicaría, parcialmente, el traslado de las unidades de producción más contaminantes de algunas grandes compañías al mundo en desarrollo (incluida la España precomunitaria) en los últimos años, y que tantas protestas —laborales y medioambientales— ha generado. Más interesante todavía es la tendencia que muestran, cada vez más, las empresas europeas especializadas en biotecnología a invertir en Estados Unidos, un país bastante menos receloso que la Unión Europea frente a la manipulación genética de alimentos y otros campos prometedores de la química de los alimentos. La política reguladora —concluye Esteghamat— puede pues afectar directamente la estructura de la industria química en el futuro y convertirse en una ventaja —o desventaja— comparativa importante.

Arora y Gambardella estudian en el capítulo siguiente la estructura de la industria química. Repasando una vez más la evolución del sector en los cuatro países, los autores detectan importantes diferencias entre los tres pioneros y Japón. La industria química nipona, que nació en un clima de competencia comercial y tecnología internacional, se basó en la importación de tecnología y en la protección pública a sus empresas. Pero, al margen de esto, las tendencias observadas en los últimos ciento cincuenta años permiten extraer conclusiones de carácter general. La más importante para los autores es que la suerte de una industria en su conjunto es diferente de la de las empresas individuales, y que los cambios que se operan en el mercado fuerzan cambios en la estrategia de las empresas y, eventualmente, de los gobiernos. El ejemplo más contundente lo ofrece la petroquímica. Su nacimiento vino acompañado por la formación de dos importantes mercados internacionales: el de tecnología (ocupado por las empresas y por las consultoras especializadas) y el de la primera materia (tras el descubrimiento de los yacimientos de Oriente Medio). La ingeniería química, desarrollada al calor de la química del petróleo, hizo mucho por transformar el conocimiento en *commodity*, de modo que la tecnología de proceso fue perdiendo importancia en la estrategia de crecimiento de las empresas en beneficio de otros factores, como acceso a capital y primeras materias, o proximidad a los consumidores. Este fenómeno permite observar, asimismo, que la transferencia de tecnología ya no tiene lugar sólo a través del comercio y de la inversión directa, sino como consecuencia del desarrollo de nuevos sectores. Las industrias químicas europea y japonesa se incorporaron a la petroquímica, así, gracias a la consolidación de un nuevo mercado de conocimientos del sector, lo que produjo cambios de gran calado en aquéllas. Los autores señalan, no obstante, que en los sectores menos maduros de la química, como la farmaquímica o la biotecnología, la innovación tecnológica es todavía la fuerza motriz. El que un día ésta pueda ser sustituida por otros motores es algo incierto.

Este tercer bloque se cierra con un capítulo muy extenso sobre el proceso de formación de capacidades y la estrategia de las grandes empresas químicas de los cuatro países hasta hoy. Chandler, Hikino y Mowery abordan el tema siguiendo un orden cronológico, en el que diferencian cuatro etapas: 1890-1914; 1914-1945; 1945-1970; y 1970-1990. La impresionante capacidad de Chandler para organizar grandes cantidades de información

se advierte a lo largo del análisis, cuya principal novedad, para los seguidores de ese autor, es la incorporación del caso japonés y de la etapa más reciente. Los solapamientos con lo que el resto de la obra ha ofrecido hasta el momento son inevitables. En la primera fase, volvemos a comprobar que la explotación organizada de la ciencia en los laboratorios industriales (apoyados explícita o implícitamente por la Administración) fue esencial para que surgieran las primeras empresas químicas con futuro. La creación de capacidades comerciales, de gestión y financieras, no obstante, acompañó en todos los casos el proceso de formación de capacidades tecnológicas. En el segundo periodo, la dislocación del comercio exterior y de la inversión internacional, más la creciente intervención pública, indujeron la difusión tecnológica y numerosos avances científicos y técnicos. Los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial estuvieron marcados por la consolidación de la petroquímica y por un incremento sin precedentes de la inversión, que potenció la colaboración entre empresas (petroquímicas americanas y químicas europeas, singularmente) y el riesgo de sobreproducción. Las respuestas a este riesgo, hecho realidad, han vertebrado la historia de las empresas durante el último cuarto de siglo. En general, se advierte una tendencia a hacer reestructuraciones de fondo, abandonando la producción en los segmentos más maduros y entrando en áreas muy especializadas o en la farmaquímica. Los autores también se detienen en el análisis de las mayores empresas (cinco estadounidenses, tres alemanas, una británica y cinco japonesas). Las lecciones que se extraen de su prolongada historia tienen un marcado carácter nacional. Así, las americanas que han triunfado lo han hecho invirtiendo y diversificándose en los campos donde poseían —y poseen— probadas capacidades. La consolidación de la petroquímica como base del sector durante la segunda mitad de este siglo ha constituido un marco inmejorable para ello. Las alemanas también han perseverado en sus áreas tradicionales de especialización. A pesar de sus alianzas con la petroquímica estadounidense después de la guerra, han mostrado una continuidad extraordinaria en sus estrategias y en su personal. La ventaja científica configurada hace un siglo y medio estaría en la base de los progresos recientes de Hoechst, por ejemplo, en las ciencias de la vida. La trayectoria del gigante británico Imperial Chemical Industries ha sido la más vacilante, lo que la convierte en un espejo del desarrollo industrial del país. Nacida a partir de una fusión propiciada por el gobierno en los años veinte para hacer frente al conglomerado alemán IG Farbenindustrie AG, la empresa inglesa necesitó más de medio siglo para identificar sus capacidades y las oportunidades del mercado internacional. En los últimos años ha empezado finalmente a abandonar los sectores más maduros y a concentrar energías en la división farmacéutica y en la química de consumo. Las compañías niponas, por su parte, han continuado amparándose en la adaptación de tecnologías importadas, en los grandes grupos industriales y en las políticas públicas de estímulo al sector. Esta tradición explicaría la ausencia de un núcleo de capacidades propias, algo que ha impedido que las firmas japonesas hayan encontrado su nicho en el mercado internacional (y sean, en consecuencia, poco conocidas). Por eso ha resultado tan difícil la reestructuración del sector en los últimos tiempos. Las inversiones masivas de los grandes del sector en química fina y farmaquímica después de los años setenta aún no han dado los resultados esperados.

Cierra el libro un largo capítulo —que es la cuarta parte del volumen— de Richards sobre la rentabilidad de la industria química. Más que cualquiera de los que le han precedido, éste parece responder a la voluntad de abrir mercado de los directores. El trabajo de Richards es un ejercicio —para iniciados en la materia— que trata de explicar por qué los mercados financieros (los accionistas) han influido tan poco en las mayores compañías (americanas y europeas) entre 1960 y 1996. Los últimos años, aquéllos en los que los analistas han empezado a prestar más atención a los intereses de propietarios y accionistas, quedan pues fuera del ámbito de estudio. Como en los capítulos menos históricos de la obra, sin embargo, aquí se hacen reflexiones de indudable interés sobre el futuro del sector, que van desde su valoración en el mercado hasta las estrategias laborales y de investigación y desarrollo de sus empresas. El autor comparte muchas veces su perplejidad con el lector, para el cual deja sin embargo la tarea de sacar conclusiones más firmes a partir de la gran cantidad de información que ofrece.

Una constelación de factores explicaría, en conclusión, el crecimiento de la industria química —y de la economía en general—. Las empresas requieren un entorno favorable para crear riqueza. Los cuatro casos aquí analizados confirman que las peculiaridades nacionales persisten hasta hoy. No tanto por las políticas industriales o comerciales que cada país ha aplicado, pues su efecto ha sido limitado en el tiempo, sino por las que han conformado el sistema de innovación de un país. El crecimiento sostenido sólo puede pues garantizarse por lo que a lo largo de este libro se define como una mezcla de perspicacia macro y microeconómica. La tecnología de proceso ha dejado de ser una fuente de ventaja competitiva decisiva para las empresas, que deben apoyarse hoy mucho más en el conocimiento acumulado en los ámbitos de la investigación y el desarrollo, la comercialización y la dirección estratégica, para seguir creciendo.

Para los historiadores industriales, la fortaleza de este libro reside en su capacidad de explicar los procesos de dependencia histórica que han acompañado el desarrollo de un sector nuclear en los países más industrializados. Es la dependencia histórica, a su vez, la que explica que la industria química avanzada esté dominada por grandes compañías centenarias. Pero la experiencia de Alemania y, singularmente, de Estados Unidos distorsiona el análisis del pasado reciente y del presente. Las capacidades acumuladas por las grandes empresas —que desde hace más de un siglo han actuado en entornos favorables— siguen siendo útiles en las áreas más consolidadas de la industria química, que continúa siendo muy intensiva en capital. Hasta aquí, pues, lo grande es hermoso. En los últimos años, sin embargo, muchas de las innovaciones científicas se han generado para que éstas lleven a cabo los trámites —muy costosos— de experimentación, autorización y comercialización. Los ejemplos abundan, precisamente, en los sectores más dinámicos y rentables: la farmaquímica (en primeras materias o especialidades) y la agroquímica (especialmente en la modificación genética de alimentos). En el otro extremo del proceso innovador, la comercialización, la química de consumo, también se ha hecho frecuente la colaboración entre empresas jóvenes y flexibles y los grandes del sector. Estas observaciones —apenas insinuadas en algunos capítulos del libro— cobran interés desde la perspectiva de un país periférico como España. Para el octavo productor químico del mundo (poco más del 2% de la producción mundial), las lecciones de la historia, en cualquiera de los

niveles de la matriz propuesta por los autores del libro, son desalentadoras, y sólo una empresa, Repsol (más petroquímica que química y extraordinariamente dependiente de su historia), merece estar al lado de las que aquí se analizan. Si nos fijamos, en cambio, en la historia reciente de las firmas españolas más innovadoras (invariablemente farmacéuticas), podemos advertir que la inflexión que se está produciendo en la trayectoria de la industria química internacional, también tiene un reflejo en España, y que algunas empresas pueden estar acumulando capacidades y explotándolas en los nichos más rentables. En el contexto europeo, además, es plausible vislumbrar cambios, de nuevo en los campos de la investigación y de la comercialización. En un sector tan dinámico, las capacidades tienen que actualizarse constantemente y, para ello, a veces lo pequeño resulta más ágil y más hermoso.

NÚRIA PUIG RAPOSO