
EVOLUCIÓN DE LAS HABILIDADES Y LA ESTRUCTURA OCUPACIONAL: UN ESTUDIO DEL SECTOR DE I+D

DIONI ELCHE

Depto. de Administración de Empresas
Universidad de Castilla-La Mancha

DAVIDE CONSOLI

INGENIO (CSIC-UPV) Valencia

Este trabajo se centra en el estudio del sector de servicios de I+D por su importancia actual, contextualizado en Estados Unidos (EE.UU.) debido a los antecedentes históricos del sector, y porque éste ha sido un país pionero en el desarrollo de este tipo de servicios. Analizamos la estructura ocupacional a partir del nivel de empleo, los requisitos de formación y las habilidades

requeridas a los empleados para trabajar en cada una de las ocupaciones del sector. En concreto, el objetivo principal de este artículo consiste en identificar patrones de ocupaciones en el sector de I+D, a partir de la intensidad del uso de habilidades y la formación necesaria para cada ocupación, durante el período 2002-2011. Para ello, un objetivo secundario es clasificar las diferentes habilidades y su dinámica en las ocupaciones del sector, respecto a su función en los procesos de generación y transmisión de conocimiento.

La motivación de este estudio se puede articular en dos puntos. La primera tiene naturaleza conceptual. Los servicios intermedios a empresas o servicios profesionales han adquirido un papel fundamental en la economía del conocimiento. A lo largo del tiempo, los problemas a los que se enfrentan las empresas han cambiado y su complejidad se ha incrementado significativamente. Por ejemplo, la búsqueda de información para las empresas que cotizan en bolsa, las regulaciones ambientales, los avances en nuevos materiales, los nuevos procesos de producción, etc. Todo ello ha contribuido a un crecimiento sin precedentes del sector servicios en las últimas dé-

cadadas, sobre todo en la rama de servicios de «asesoramiento» más especializado. Como reflejo de este proceso ha surgido una línea de investigación especializada en la economía de los servicios en la que destaca un conjunto de actividades intensivas en conocimiento, denominadas en la literatura *KIBS* (1). Uno de los trabajos seminales en este ámbito ha sido el de Miles *et al.*, (1995) en el que se definen como servicios profesionales que requieren la creación, acumulación y difusión de conocimiento. Los *KIBS* desarrollan actividades económicas en las que se utiliza el conocimiento aplicado para prestar servicios intermedios, que se comercializan principalmente como consultorías. Además del enorme crecimiento que han experimentado estos sectores en términos de producción y empleo en las últimas décadas, la importancia de los *KIBS* se debe también al papel que juegan como transmisores de conocimiento en todo el sistema económico, entre diferentes tipos de organizaciones e industrias (Muller y Doloreux, 2009).

A pesar de las distintas actividades de servicios que abarcan los sectores *KIBS* todavía se tratan en la literatura como un bloque homogéneo, sólo Miles *et al.* (1995) y algunos trabajos posteriores siguiendo su en-

foque (ver Consoli y Elche, 2010, Doloreux y Shearmur, 2010) han distinguido entre servicios intensivos en conocimiento profesionales y tecnológicos: *P-KIBS* y *T-KIBS*. Los primeros consisten en servicios basados en conocimiento especializado de sistemas de gestión y asuntos sociales, mientras que los segundos proporcionan servicios basados en la tecnología y en la producción y transferencia de conocimiento tecnológico. No obstante, aunque la creciente importancia de estos servicios ha despertado el interés de los investigadores, todavía falta una articulación clara de los procesos de creación y gestión del conocimiento que están involucrados en los *KIBS*. Más allá de la mera distinción del carácter profesional o tecnológico, en los sectores *KIBS* (2) se aprecian bastantes diferencias en su evolución y patrones de crecimiento (ver Consoli y Elche, 2010; 2013). Este hecho se debe a la especialización de las actividades económicas que marcan el ritmo de la evolución de los sectores Malerba (2002). La generación de nuevo conocimiento crea un ciclo en la economía que reconfigura la estructura productiva al favorecer el surgimiento de nuevas actividades y profesiones que posteriormente se consolidan y, algunas de ellas, con el tiempo, desaparecen por obsolescencia. Dentro de la diversidad existente entre los sectores *KIBS*, faltan estudios centrados en la estructura ocupacional de un determinado sector. En este sentido, el sector de servicios de I+D, que destaca por su relevancia estratégica, siempre ha despertado gran interés entre los políticos y académicos por el papel clave que desempeña en relación con la creación y captación de nuevas tecnologías. Sin embargo y a pesar de su importancia estratégica, el sector de I+D, es relativamente reciente si se compara con otros servicios, por ejemplo, educación o salud, más aún, si se hace con los sectores manufactureros.

Por lo tanto, con este estudio pretendemos destacar la especial naturaleza de los servicios de I+D, hasta ahora no analizada. Sus orígenes se sitúan en el ámbito norteamericano de finales del siglo XIX. Estas actividades empezaron a surgir debido a la creciente complejidad tecnológica, especialización, división del trabajo y patrones de interacción científico comercial. Los numerosos cambios que se han producido en el entorno han alterado de manera muy significativa las funciones de I+D principalmente desde mitad de los años 80 (Mowery, 2009). Hay amplia literatura acerca de los intereses que tienen las empresas para demandar servicios de I+D a terceros, como fuente externa de conocimiento. Desde el enfoque micro, la mayoría de los trabajos se centran en la organización y gestión de las actividades de I+D en las empresas. Por otra parte, los trabajos a nivel macro tratan la aportación de estas actividades al conjunto de la economía. Sin embargo, no se encuentran muchos trabajos a nivel meso en los que la unidad de análisis sea el sector. Dentro de este último enfoque, hay algunos intentos en la literatura por estudiar la estructura interna del sector de I+D y su funcionamiento –ver como ejemplo Coriat y Weinstein (2001)– donde se hace una revisión del papel de ca-

da una de las dimensiones de I+D por sectores. Por otro lado, no hay trabajos que analicen la estructura ocupacional del sector de I+D, es decir las formas de organización de conocimiento de la oferta de I+D.

La segunda motivación es de tipo metodológico. Ésta consiste en utilizar como unidad de análisis un sector para estudiar la dinámica del empleo. Así podremos conectar directamente el cambio en la estructura de las ocupaciones con las formas de conocimiento. En la literatura más reciente se considera que la dinámica del empleo es un proceso mediante el cual algunas ocupaciones desaparecen, otras modifican su naturaleza y también emergen nuevas ocupaciones. Como muchos autores destacan, por ejemplo Acemoglu y Autor (2011), dichas transformaciones se han acelerado sustancialmente debido a la mayor difusión de TIC's durante los años noventa. Este hecho ha sido un primer paso en la transformación radical de la organización de las actividades económicas que todavía no ha concluido. Estudios más recientes señalan que la relación entre todas las profesiones, y también de las tareas dentro de cada profesión, se está reajustando en búsqueda de un nuevo equilibrio. Autor (2013) denomina al marco teórico surgido como consecuencia de estos cambios en las tareas (*task approach*). En esta línea, pretendemos contribuir con este trabajo a este intenso debate que todavía sigue abierto.

Por lo tanto, a partir de estas dos motivaciones, consideramos que estudiar la dinámica sectorial mediante el análisis de la composición del empleo, nos permite realizar tres contribuciones a la literatura. Primero, a la economía de los servicios y, en particular, los procesos institucionales que conducen a la creación y difusión del conocimiento. Segundo, al debate sobre *KIBS* y diversidad existente entre estos sectores. Tercero, a la corriente sobre la dinámica del empleo, que ha adquirido gran importancia como consecuencia de dichas transformaciones a la economía global. Nuestro estudio se centra en estos temas proponiendo un análisis sectorial sobre la dinámica del empleo. En este sentido, tratamos de captar de forma directa la transformación del conocimiento práctico que se necesita para desempeñar las actividades de producción e intercambio.

El resto del artículo se estructura como sigue. En el primer apartado, para contextualizar este trabajo, se recoge una breve descripción de las actividades de I+D. Después, en el segundo apartado se expone la evolución histórica del sector de I+D desde sus inicios en EE.UU. En el tercer apartado se explica la metodología y la obtención de datos. En el cuarto se presentan los resultados del análisis empírico y, por último, se discuten los resultados y detallan las conclusiones extraídas del trabajo.

¿QUÉ SON LOS SERVICIOS DE I+D? ¶

En este apartado tratamos de comprender mejor la naturaleza de las actividades de I+D, incluidas en el

sector servicios, más concretamente dentro de los *KIBS* o servicios intensivos en conocimiento.

Las actividades de I+D consisten básicamente en aplicación de conceptos generales a finalidades prácticas, estas actividades representan un puente entre dos dimensiones complementarias de conocimiento: por un lado, los principios básicos derivados de disciplinas tradicionales, como por ejemplo física o química, y por otro lado, aprendizaje surgido de prácticas repetitivas de ensayo y error. Durante los últimos cuarenta años, la institucionalización de estas actividades de exploración se ha beneficiado de la práctica de sistematización de mecanismos de retroalimentación que permiten establecer criterios generales desde la experimentación. Dichos criterios constituyen la contribución principal de I+D, esto es, conocimiento práctico aplicable a procesos de producción. En este sentido, los servicios de I+D se pueden entender como la comercialización de actividades de búsqueda de soluciones. A veces los problemas son cerrados e implican la exploración dentro de un número concreto de posibilidades, mientras que otras veces los problemas son abiertos, en estos casos no existe una solución determinada *a priori*, sino que ésta se va construyendo como una sucesión de soluciones parciales que contribuyen a clarificar la estructura del problema en el acto (Simon, 1969).

La relación entre las actividades de I+D y la creación de conocimiento ha sido analizada ampliamente por la literatura. Según Henderson y Clark (1990), las actividades de I+D implican procesos de recombinación. Desde un punto de vista funcional, los procesos de investigación y desarrollo son ciclos reiterativos de resolución de problemas (West y Lansiti, 2003). Durante estos ciclos se desarrollan experiencias y con ellas aumentan el *stock* de conocimiento. Cuando estos procesos tienen lugar dentro de una organización impulsan y se incrementa el aprendizaje organizativo. Esta idea acerca del aprendizaje organizativo es ampliamente conocida en la literatura sobre innovación (Nelson, 1959).

En este sentido, mientras que algunas actividades *KIBS* consisten sólo en la transmisión de información, la principal función de los servicios de I+D es generar nuevo conocimiento recombiniando el conocimiento existente (Fleming 2001, Henderson y Cockburn 1994, Kogut y Zander 1992). Tal recombinación de conocimiento se puede realizar dentro, fuera o a través de los límites de la organización (Nonaka y Takeuchi, 1995; Rosenkopf y Nerkar 2001, Katila 2002). Diferentes elecciones de conocimiento utilizado en esta recombinación pueden conducir a diferentes capacidades tecnológicas y consecuentemente a diferentes resultados (Teece *et al.*, 1997). Los diversos recursos de conocimiento de una empresa representan las diferentes alternativas disponibles para la empresa en los procesos de recombinación (Dosi, 1982). Consecuentemente, esta elección de recursos de conocimiento en los procesos de recombinación tienen una influencia importante en la trayectoria de

especialización de I+D y puede conducir a crear diferencias en las capacidades de las empresas a lo largo del tiempo.

Volviendo a la función del sector de I+D, y partiendo de la definición de I+D que recoge el Manual de Frascati (OECD, 2002) subyacen tres ideas fundamentales en las definiciones: la noción de la producción de conocimiento, la naturaleza sistemática de la producción, y el criterio de un elemento apreciable de novedad en este conocimiento. Según este manual las actividades de investigación científica y desarrollo experimental, denominadas I+D, comprenden trabajo creativo realizado sobre una base sistemática para incrementar el volumen de conocimiento, así como su uso para idear nuevas aplicaciones.

Para ello, el término I+D, generalmente cubre tres actividades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental. La "investigación básica" consiste en trabajo teórico o experimental realizado para adquirir nuevo conocimiento de los fundamentos subyacentes en fenómenos y hechos observables. La "investigación aplicada" es también investigación original enfocada a la obtención de nuevo conocimiento; sin embargo, está dirigida hacia un objetivo práctico que ya es muy específico. El "desarrollo experimental" es trabajo sistemático, basado en conocimiento existente conseguido de investigación y/o experiencia práctica, que se orienta a la producción de nuevos materiales o productos, para instalar nuevos procesos, sistemas y servicios, o mejorar sustancialmente aquéllos ya producidos o instalados.

En general, la investigación trata de conectar la ciencia y la tecnología; mientras que el desarrollo experimental favorece el diseño de nuevos productos y procesos de producción. Estas dos dimensiones del sector de I+D implican diferentes orientaciones: mediante la investigación se potencia la exploración de nuevas potencialidades, mientras que el desarrollo se centra en la explotación de competencias internas. Ambas dimensiones también implican diferencias en las capacidades dentro de las organizaciones que estarían relacionadas con la división vertical del trabajo. Por un lado, la investigación está más enfocada en las relaciones externas a la empresa, centros de investigación, etc.; mientras que el desarrollo estaría más conectado con el resto de funciones dentro de la empresa. En este sentido, la mejora de los sistemas de transmisión de conocimiento codificado en las organizaciones ha tenido un efecto positivo en el impulso de las actividades de I+D. De modo que las actividades de I+D abarcan, tanto la investigación y desarrollo de tipo formal realizado en los departamentos de I+D como las de tipo informal y ocasional desarrolladas en otras unidades organizativas.

Sin embargo, las diferentes maneras de organizar las actividades de I+D dependen del contexto en el que se realicen, es decir, del Sistema Nacional de Inno-

vación y del resto de sectores. Por tanto, dado que las actividades de I+D son generalmente servicios intermedios, las dos dimensiones –investigación y desarrollo– tendrán un peso diferente dependiendo del sector al que vayan destinados los servicios.

Según Coriat y Weinstein (2001), si bien la dimensión de investigación tendrá mayor importancia en los sectores con más contenido tecnológico, donde se producen las innovaciones más radicales –por ejemplo, electrónica, bioinformática, genética, etc.– la dimensión de desarrollo está más relacionada con las innovaciones de tipo incremental, automóvil, electrodomésticos, alimentación, etc. Es cualquier caso y con independencia de la profundidad de los cambios, las actividades de I+D deben siempre implicar la existencia de novedad significativa lo que conllevará la reducción de incertidumbre científica y tecnológica.

En este sentido, debido a la constante proximidad con la frontera tecnológica, este sector está en constante evolución. Por ejemplo, las nuevas tecnologías y métodos de investigación tales como la nanotecnología y biotecnología recientemente han abierto nuevas vías de búsqueda. De igual modo avances en genética, química y física han conducido al desarrollo de nuevas tecnologías.

En el siguiente apartado se recoge, de manera sucinta, la evolución que ha experimentado el sector de I+D a lo largo de la historia.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LAS ACTIVIDADES DE I+D

La perspectiva de los procesos de I+D ha ido cambiando para adaptarse al contexto socio-económico de cada momento. Por eso este tipo de servicios han estado siempre en continua evolución. Las actividades de I+D se han vuelto cada vez más especializadas debido al incremento de complejidad de la tecnología, ya que incorpora conocimiento cada vez más complejo. En los últimos años ha cambiado la forma de crear y gestionar de forma estratégica el conocimiento, y esto hace que aumente la importancia de un sector tan especializado como el de I+D que es capaz de producir y transmitir conocimiento muy específico.

Los orígenes de las actividades de I+D se sitúan en EE.UU. durante el periodo 1880-1920 debido a la existencia, ya en aquel entonces, de un mercado de la propiedad intelectual, y que supuso un gran impulso para el desarrollo de la tecnología en este país. Este hecho incentivó la inversión de los inventores independientes que buscaban principalmente mejoras de productividad. Poco después aparecieron los inventores corporativos debido a la subida de los costes de las actividades de investigación y desarrollo, a lo que se unió una gran demanda de personal cualificado, sobre todo ingenieros y científicos con formación reglada (Lamoreaux y Sokoloff, 2005).

La creación de laboratorios o departamentos de I+D en las empresas, especialmente hacia finales del siglo XIX, les permitió a éstas desarrollar su propia tecnología. Esto fue un factor clave en el crecimiento económico experimentado por los EE.UU. durante el siglo XX. En este sentido, las corporaciones representan durante el período 1900-1940 la manera más eficiente de producir en masa y de gestionar el nuevo conocimiento (Schumpeter, 1942; Chandler, 1962). Posteriormente, cuando aumenta la complejidad de los productos las aplicaciones industriales a gran escala necesitaban una mezcla de conocimiento científico básico y de habilidades prácticas que se ajustaran a criterios de eficiencia productiva.

Durante el período de la posguerra y los inicios de la Guerra Fría la generación y explotación de conocimiento se convierte en una prioridad principalmente por cuestiones de seguridad nacional. Varios actores contribuyen fundamentalmente al incipiente Sistema Nacional de Innovación: la política antimonopolios, la gran actividad de las pequeñas empresas y la financiación estatal de las actividades de I+D orientadas a defensa. Ya en la segunda mitad de los años 60, se produjo un cambio importante en la organización de estas actividades, los departamentos de I+D dentro de las empresas van adquiriendo un peso cada vez mayor debido a la gran demanda de aquella época, ávida de nuevos productos. Entonces los científicos especializados habían conseguido un alto grado de autonomía y enfocaron su trabajo hacia innovaciones radicales de producto y proceso. Años más tarde, a principios de los años 70, la crisis cambia la coyuntura socioeconómica, se reduce significativamente la demanda de nuevos productos. Con ello se reduce la importancia de los departamentos de I+D en las grandes empresas, mientras que surgen nuevas formas de desarrollar innovaciones basadas en la adquisición de I+D y conocimiento de fuentes externas. En este contexto la innovación se convierte en un factor estratégico para todas las industrias, cambiando el concepto de innovación que se vuelve más interactivo, incremental y continuo (Kline y Rosenberg, 1986).

En la década de los 90 existe ya una gran especialización productiva por lo que los departamentos de I+D pierden peso dentro de las empresas. Las actividades de I+D son cada vez más especializadas y se comienza a trabajar de manera modular. Con este panorama se requiere una mayor cooperación, ya que la investigación interna no es suficiente. A partir de ahí comienza el enorme crecimiento de la demanda de servicios de I+D y la transformación de la misión para las empresas que ofrecen servicios de I+D. Entonces es cuando se traslada el énfasis en la tecnología hacia los procesos que permiten la optimización de la adquisición y difusión del conocimiento, debido a estos cambios surgen nuevas industrias y el sector servicios adquiere un peso fundamental (Coombs y Miles, 2000) debido a la creciente interacción entre sectores. Durante la última década esta trayectoria se ha ido consolidando a medida que

las pequeñas empresas han ido adquiriendo peso en el sistema de I+D debido, sobre todo, a la cada vez más extendida especialización vertical como forma de organizar la producción. De modo que, si bien las grandes corporaciones tradicionalmente se han enfrentado al reto de conseguir economías de escala, la estructura de producción moderna se organiza en redes cuyo principal desafío es la coordinación de diferentes formas de producción (Baldwin y Cark, 1997; Langlois 2002; Consoli y Patrucco, 2011).

En resumen, durante los últimos veinte años ha crecido de manera significativa la incorporación de conocimiento externo generado por empresas altamente especializadas. Esto indica dos importantes hechos en el proceso de generación y transmisión de conocimiento. Por un lado, que se puede comercializar el conocimiento como un recurso, lo que permite nuevas estrategias de diferenciación. Por otro lado, el creciente grado de complejidad de conocimiento que necesitan las empresas para ser competitivas conlleva la necesidad de establecer relaciones de cooperación estables y flexibles. Todo ello tiene consecuencias directas sobre el tipo de habilidades que requieren las empresas, ya que buscar, evaluar y seleccionar fuentes de conocimiento externas es ahora tanto o más importante que crear conocimiento interno. En este sentido, la mayoría de los estudios sobre cooperación se centran en aspectos estratégicos desde la perspectiva de las empresas que demandan conocimiento externo, principalmente como servicios de I+D. Sin embargo, la evolución que han experimentado los acuerdos de cooperación tecnológica requiere también atención por el lado de la oferta de conocimiento externo. Las empresas proveedoras de servicios de I+D se caracterizan por un alto nivel de especialización tecnológica, y por lo tanto, de habilidades técnicas y analíticas. Sin embargo, la evolución de la cooperación empresarial implica un mayor grado de interacción con las empresas clientes, que son además cada vez más diversas. Por esto, la base de conocimiento del sector de servicios de I+D se ha enriquecido en los últimos años con habilidades interpersonales y sociales.

En el siguiente apartado se analizan los cambios experimentados en la estructura ocupacional del sector de servicios de I+D. Este estudio empírico permite clarificar la dinámica organizativa de un sector a medida que su base de conocimiento va evolucionando.

DATOS Y METODOLOGÍA ¶

En este trabajo estudiamos el sector de I+D (NACE code 73) durante la década 2002-2011. Para ello utilizamos datos oficiales sobre empleo obtenidos del Bureau of Labor Statistics of EE.UU. y de la base de datos Occupational Information Network (O*NET) los datos sobre ocupación. Esta última fuente de datos contiene información acerca de la estructura ocupacional, así como las habilidades requeridas a los

empleados y el nivel de formación necesario para trabajar en cada ocupación.

El sistema de clasificación ocupacional recogido en la base de datos O*NET, que se actualiza anualmente, incluye 1.102 ocupaciones. Este trabajo se centra en el sector de servicios de I+D, con código 541700 en la clasificación NAICS (3), para ello se utilizan datos de una década, desde 2002 al 2011. Debido a la propia evolución que ha experimentado el sector, al inicio del período constaban 290 ocupaciones que se incrementaron hasta 349 al final de la década. Si bien para realizar el análisis empírico en este trabajo hemos agrupado estas ocupaciones en 20 categorías que denominamos macro-ocupaciones (ver Anexo A).

Los datos se recogen mediante cuestionarios que cumplimentan los empleados y expertos en mercado de trabajo. Los encuestados proporcionan información acerca de 35 habilidades estandarizadas, utilizando el grado de intensidad e importancia que se requiere de cada habilidad para trabajar en cada ocupación. La intensidad en el uso de una determinada habilidad se mide con una escala Likert de siete puntos, mientras que la importancia se mide con una escala Likert de cinco puntos. En cuanto a la medida del nivel de formación se consideran los años y el tipo de educación recibida, que dan lugar a cuatro niveles: el nivel 1 requiere educación secundaria, el nivel 2 formación profesional, el nivel 3 estudios universitarios de grado y el nivel 4 estudios de posgrado, máster y doctorado. Para realizar los análisis los cuatro niveles equivalen a los valores 1; 2,4; 4,5 y 7 que son los años necesarios en cada nivel para completar la formación.

Metodológicamente, en este trabajo se trata de (1) implementar un método estadístico para clasificar habilidades; (2) tipificar patrones de habilidades a través de las ocupaciones; y (3) evaluar si las configuraciones de habilidades observadas cambian a lo largo del tiempo. Por tanto, con este trabajo se pretende aprovechar las ventajas que proporcionan tanto la naturaleza transversal como longitudinal de los datos para una mejor comprensión de la estructura de conocimiento que subyacen en el sector de I+D.

Para ello, en primer lugar, realizamos un análisis descriptivo de la estructura del empleo y su evolución durante la década, así como el nivel de formación requerida para cada ocupación del sector. Posteriormente, mediante un análisis factorial de componentes principales resumimos la información contenida en las variables de habilidades, reduciéndolas a cuatro factores, que son los componentes extraídos de dicho análisis. Después analizamos gráficamente, para cada uno de los cuatro factores, la dispersión de las ocupaciones según el uso de habilidades y el nivel de formación. Y por último, considerando conjuntamente los cuatro factores, estudiamos la dispersión existente entre y dentro de las ocupaciones.

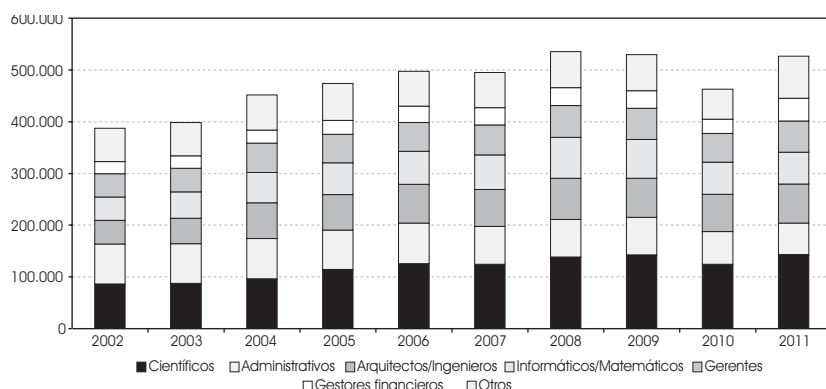
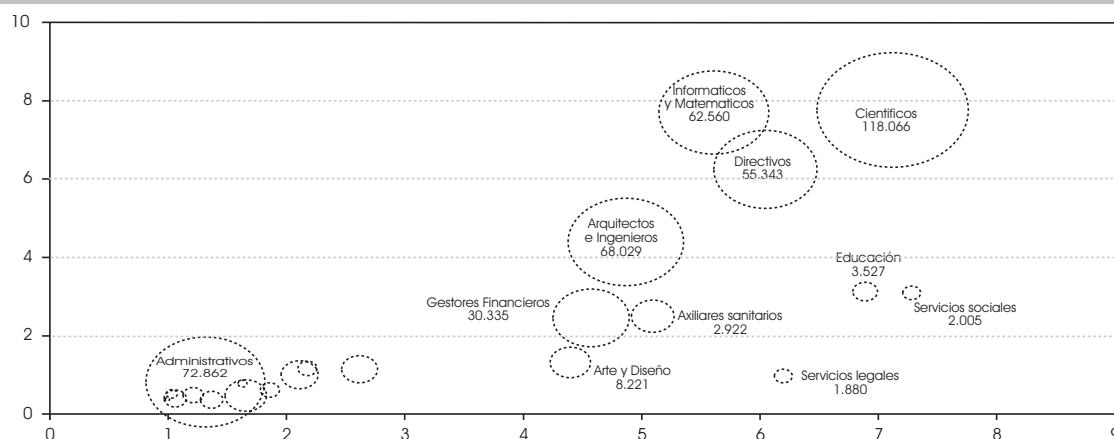


GRÁFICO 1
ESTRUCTURA DE EMPLEO EN
EL SECTOR DE I+D
(EN MILES)

FUENTE: Bureau of Labor Statistics.

FIGURA 1
FORMACIÓN REQUERIDA (EJE DE ABCISAS), INTENSIDAD DE HABILIDADES (EJE DE ORDENADAS)
Y EMPLEO POR OCUPACIONES PARA EL PERÍODO 2002-2011



FUENTE: Bureau of Labor Statistics y base de datos (O*NET).

RESULTADOS DEL ANÁLISIS EMPÍRICO †

En el gráfico 1 se presenta la evolución de la estructura ocupacional en el sector de I+D durante la década pasada. En primer lugar, a nivel agregado, se observa un importante descenso del número de empleados en el año 2010, seguido de un ligero repunte en el 2011. Esta tendencia sigue los patrones empíricos que destacan en estudios recientes sobre el empleo en EE.UU. (Autor y Dorn, 2013; Beaudry *et al.*, 2013). Por otra parte y desagregando la cuota de ocupación en las diferentes profesiones del sector, se observa que los "Científicos" es la ocupación como el mayor porcentaje de empleo, con un 23% de media durante el período, seguida a cierta distancia por un bloque de cuatro ocupaciones –Auxiliares administrativos, Arquitectos e Ingenieros, Informáticos y Matemáticos y Directivos–. A partir de estos datos, cabe destacar que el porcentaje de "Científicos" es la categoría profesional mayor en relación al resto, esto es así en todos los años, incrementándose cada vez más a lo largo de la década. De manera similar, los "Auxiliares administrativos" presentan un ligero

descenso, del 20% al 11% al final del período; mientras que las otras tres categorías de ocupaciones han aumentado: Arquitectos e ingenieros del 10% al 16%, "Informáticos y Matemáticos" del 10% al 13% y "Directivos" del 10% al 15%. Por debajo de todos los anteriores se encuentran los "Gestores financieros", que siguen una tendencia similar, con incremento del empleo del 8% al 12%. La división del trabajo en el sector de servicios de I+D también se puede apreciar en el gráfico 1, donde se muestra el número de empleados en cada ocupación mediante el tamaño del círculo.

Por otra parte, analizamos de manera exploratoria la relación entre el nivel educativo que se requiere en cada ocupación y la intensidad de uso de habilidades. En la figura 1 se presenta (eje de abscisas) la formación requerida, que se ha medido como el número de años que, por término medio, los empleados tienen que estudiar después de la enseñanza obligatoria, es decir, el nivel de educación superior; y la intensidad de uso de habilidades, a nivel agregado, en cada ocupación (eje de ordenadas). En la misma figura se representa también el promedio de

CUADRO 1
ANÁLISIS FACTORIAL DE LAS HABILIDADES

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Percepción social	0,899	-0,049	-0,157	0,137
Audición activa	0,875	0,303	-0,073	0,082
Orientación al servicio	0,85	-0,165	0,011	0,084
Gestión del tiempo	0,839	0,188	0,085	0,297
Instrucción	0,833	0,187	0,194	0,027
Aprendizaje	0,828	0,328	0,147	0,042
Expresión oral	0,815	0,337	-0,227	0,18
Persuasión	0,811	0,162	-0,042	0,327
Negociación	0,771	0,066	-0,052	0,436
Supervisión	0,758	0,316	0,035	0,374
Coordinación	0,752	0,183	0,173	0,441
Pensamiento crítico	0,664	0,652	-0,009	0,196
Expresión escrita	0,64	0,574	-0,257	0,115
Toma de decisiones	0,589	0,516	0,002	0,483
Matemáticas	0,12	0,793	0,129	0,17
Ciencia	0,136	0,78	0,184	-0,032
Resolver problemas complejos	0,513	0,714	0,091	0,315
Programación	0,013	0,686	0,183	0,104
Aprendizaje activo	0,657	0,677	0,079	0,132
Comprensión lectora	0,647	0,669	-0,081	0,043
Análisis de operaciones	0,24	0,663	0,265	0,426
Mantenimiento de equipos	-0,014	-0,112	0,93	-0,053
Reparación	-0,058	-0,082	0,897	-0,023
Corregir problemas técnicos	0,135	0,298	0,867	0,085
Instalación	0,004	0,138	0,851	0,053
Control de operaciones	-0,157	-0,013	0,832	0,012
Supervisión de operaciones	-0,104	0,097	0,802	0,042
Selección de equipos	0,147	0,388	0,748	0,101
Control de calidad	0,059	0,469	0,653	0,191
Diseño tecnológico	0,133	0,582	0,592	0,165
Gestión de materiales	0,322	0,168	0,295	0,713
Gestión financiera	0,484	0,155	-0,057	0,693
Gestión de personal	0,546	0,075	-0,019	0,689
Evaluación de sistemas	0,222	0,553	0,067	0,642
Análisis de sistemas	0,138	0,599	0,11	0,607
Varianza explicada	46,069	19,337	8,281	4,770
Varianza acumulada	46,069	65,407	73,688	78,458

FUENTE: Elaboración propia a partir de Bureau of Labor Statistics y base de datos (O*NET).

empleo registrado en la década para cada ocupación. Mediante este análisis se observan dos grupos de ocupaciones: las que están por encima y por debajo de la media de formación requerida que es 3,5 años de estudios superiores.

Considerando los tres indicadores simultáneamente, en la figura se observa que las ocupaciones con un uso más intensivo de habilidades son las que tienen también un mayor requerimiento de educación, y además una mayor cuota de empleo. Esto significa que, en términos generales, el sector de I+D es un sector altamente cualificado. Si bien hay que destacar como excepciones dos ocupaciones que son dos casos muy diferentes: los "administrativos" con un elevado volumen de empleo y baja cualificación y uso de habilidades, y los "servicios sociales" con los más altos requerimientos educativos y escaso uso de ha-

bilidades y nivel de empleo en el sector. Esto último también sucede en ocupaciones como "servicios legales y educación".

Por otro lado, se estudia la estructura de habilidades que subyace en el sector de I+D. Como se recoge en el apartado de la metodología, se analizan 36 habilidades estandarizadas, mediante las cuales se pueden caracterizar cada una de las ocupaciones dentro del sector para el periodo 2002-2011. Esto permite clasificar las ocupaciones según los patrones de habilidades que presenten y, en último término, la estructura ocupacional del sector de I+D.

Para ello se ha realizado un análisis factorial de componentes principales, mediante el cual se han obtenido cuatro factores (ver cuadro 1). Los resultados del análisis factorial revelan interesantes configuraciones

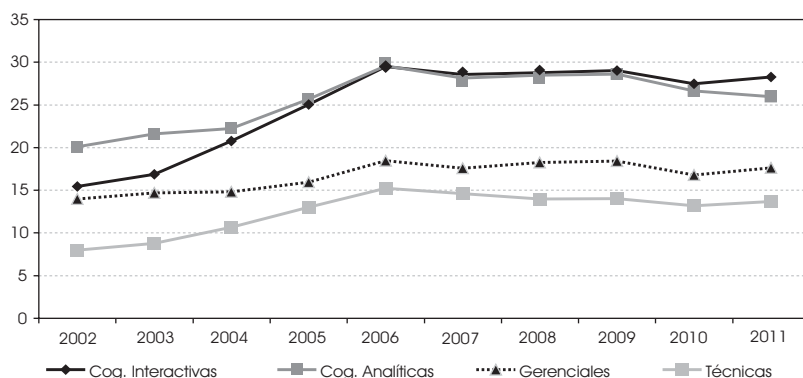


GRÁFICO 2
EVOLUCIÓN DE LAS HABILIDADES DURANTE EL PERÍODO 2002-2011

FUENTE: Elaboración propia a partir de Bureau of Labor Statistics y base de datos (O*NET).

de habilidades. El primer componente incluye la mayoría de las habilidades interactivas (Percepción social, Persuasión, Coordinación), así como organizativas (Gestión del tiempo) y cognitivas (Toma de decisiones, Pensamiento crítico). Por lo tanto este factor se denomina habilidades "Cognitivas-Interactivas". El segundo factor está compuesto por habilidades que tienen un uso más general y están dirigidas a contenido (Matemáticas, Ciencia), procesos (Resolución de problemas complejos, Aprendizaje activo) y objetos (Programación). La denominación de este factor es habilidades "Cognitivas-Analíticas". El grupo de habilidades del tercer componente son principalmente habilidades manuales (Instalación, Reparación, Mantenimiento) y habilidades cognitivas muy orientadas a operaciones rutinarias (Control de operaciones, Operaciones de vigilancia). Éstas son llamadas "Habilidades Técnicas". El último grupo está integrado por las habilidades de "Gestión" (Gestión de materiales, Gestión de recursos humanos, etc.).

A partir de los resultados del análisis factorial analizamos la evolución de las habilidades, concretamente, como cambia la intensidad de uso de los cuatro tipos de habilidades en el sector de I+D durante el período 2002-2011 (4). En el gráfico 2 se puede observar que las habilidades cognitivas, tanto las "Interactivas" como las "Analíticas", presentan una alta intensidad relativa. Si bien las habilidades Interactivas y las Gerenciales se hallaban en niveles similares al inicio de la década, la intensidad de las primeras ha crecido más rápido hasta llegar a alcanzar a las habilidades "Analíticas" a mitad del período. Por otro lado, las habilidades "Técnicas" son las que presentan una intensidad de uso más baja durante toda la década.

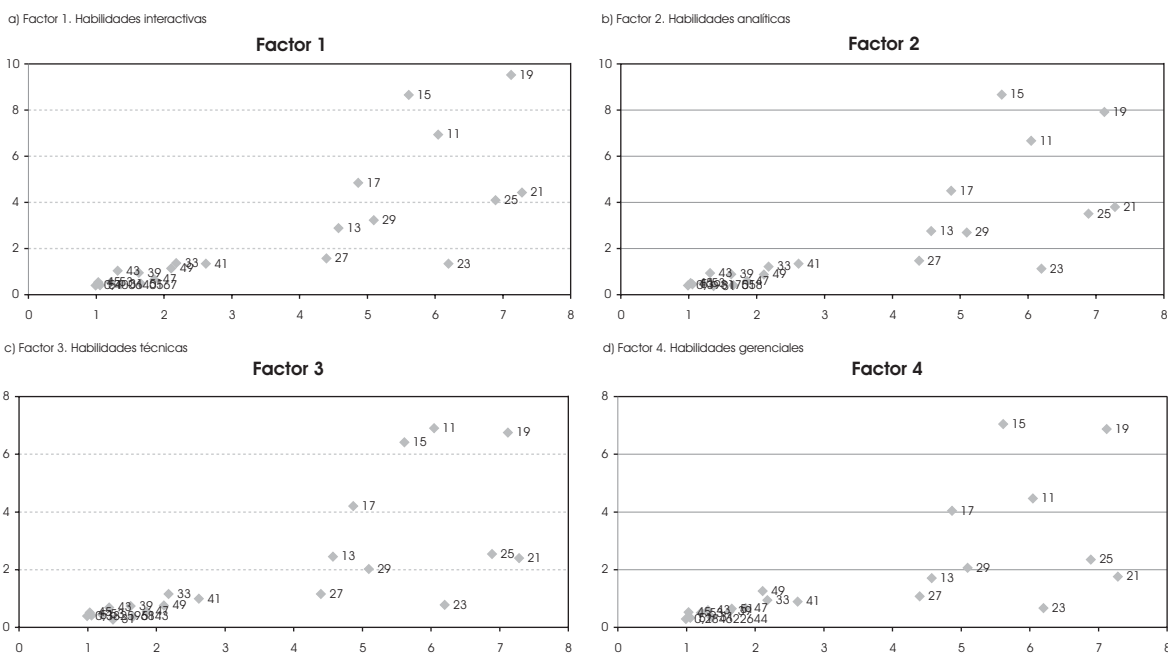
Mientras que el predominio de las habilidades es de esperar en el contexto de los servicios intensivos en conocimiento, el crecimiento de las habilidades cognitivas interactivas es coherente con la literatura que señala la importancia de las interacciones cliente-proveedor para la ampliación de la base de competencia (von Zedtwitz *et al.*, 2004). Por otro lado, un resultado interesante es la baja magnitud de las habilidades Técnicas que contrasta con la literatura que destaca la importancia de los trabajadores de baja cualificación en los servicios de I+D (por ejemplo OCDE, 2009; Turpin *et al.*, 2011; Toner *et al.*, 2010).

Aunque, por un lado, lógicamente el creciente grado de complejidad de los productos actuales, especialmente los que contienen alta tecnología, requieren fuerza de trabajo con altos niveles de cualificación. Por otro lado, también hay productos con formas de complejidad diferentes en las que se requiere otro tipo de conocimiento más de carácter interpersonal y relacionado con la experiencia (*learning by doing*) (Minondo y Requena, 2011). Una diferencia importante, a la que atribuimos esta aparente incongruencia, es que los estudios citados utilizan datos de I+D interna realizada por empresas de todos los sectores, mientras que en nuestro estudio sólo consideramos el sector especializado en de servicios de I+D.

A continuación analizamos conjuntamente estos tipos de habilidades con el nivel de educación formal requerido en cada ocupación. Las cuatro componentes del gráfico 3 (a,b,c,d, en página siguiente) muestran, por cada uno de los factores, los valores conjuntos de intensidad de uso de habilidades (eje de ordenadas) y la media de años de formación después de la enseñanza obligatoria (eje de abscisas) correspondientes a las ocupaciones. Teniendo en cuenta que se requieren 3,5 años de educación formal de media en el sector, los cuatro gráficos revelan una característica común: las ocupaciones se agrupan en torno a dos grupos, mostrando una alta dispersión entre profesiones que requieren alto nivel de educación, mientras una dispersión mínima entre las ocupaciones con menores requisitos educativos.

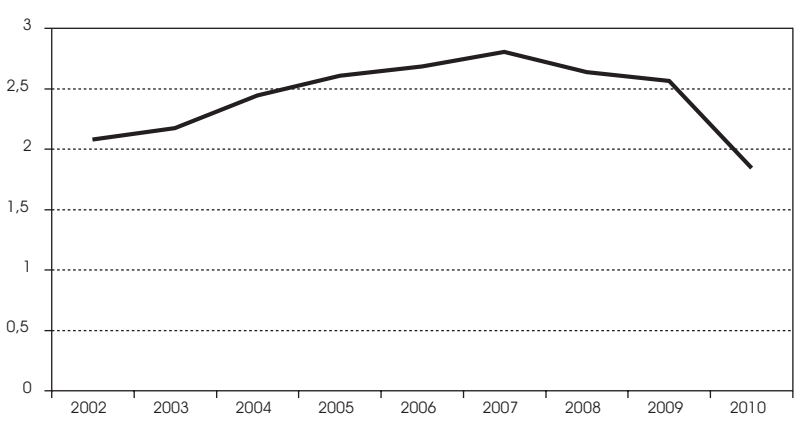
En concreto el bloque que presenta una dispersión muy reducida incluye ocupaciones en Ventas, Seguridad, Instalación-Mantenimiento-Reparación, Construcción, Producción, Cuidado personal, Administración, Auxiliares sanitarios, Transporte, Alimentación, Ganadería, pesca y servicios forestales, Edificación; mientras que el grupo con dispersión mayor está formado por ocupaciones en Arte y diseño, Gestión financiera, Arquitectos e ingenieros, Personal sanitario, Informáticos y matemáticos, Directivos, Servicios legales, Educación, Científicos. Estos datos revelan que aumenta la intensidad de habilidades cuando se incrementa el nivel requerido de formación. Si bien las mayores dispersiones, que coinciden en los cuatro factores, se presentan en las siguientes ocupaciones: Directivos, Informáticos y matemáticos, Servicios sociales y Educación.

GRÁFICO 3
USO DE HABILIDADES Y EL NIVEL DE FORMACIÓN POR FACTOR
FORMACIÓN REQUERIDA (EJE DE ABCISAS), INTENSIDAD DE FACTOR (EJE DE ORDENADAS)



Nota: 11 Directivos, 13 Gestores financieros, 15 Informáticos y matemáticos, 17 Arquitectos e ingenieros, 19 Científicos, 21 Servicios sociales, 23 Servicios legales, 25 Educación, 27 Arte y diseño, 29 Personal sanitario, 33 Seguridad, 41 Ventas.

FUENTE: Elaboración propia a partir de Bureau of Labor Statistics y base de datos (O*NET).



FUENTE: Elaboración propia a partir de Bureau of Labor Statistics y base de datos (O*NET).

GRÁFICO 4
DISPERSIÓN DE LAS HABILIDADES ENTRE LAS OCUPACIONES (A NIVEL AGREGADO EN EL SECTOR)

Puesto que es evidente que existe dispersión en el sector de I+D, analizamos con mayor profundidad el uso relativo de habilidades entre ocupaciones. En el gráfico 4 se presenta la evolución de la dispersión de habilidades entre las diferentes ocupaciones, medida a través de la desviación estándar de las cargas de los factores por año. La función tiene tendencia creciente hasta el año 2007, que cambia a decreciente al final del período, confirmando así que existe bastante diversidad en la composición de habilidades, si se compara entre ocupaciones. El cambio de tendencia, dado que el empleo en términos agregados no decrece durante la década, indica una reducción de la distancia entre los dos grupos de ocupaciones antes identificados. Por lo tanto, se confirma que, en los últi-

mos años del período, aumenta la convergencia en los niveles de uso de habilidades entre los dos grupos de ocupaciones; éstas son, las que están por encima y por debajo de la media del sector.

CONCLUSIONES

En términos generales, las habilidades se distribuyen en relación con la organización interna de cada sector, esto es, en función de las ocupaciones que los integran. Pero además, las ocupaciones que configuran un sector varían con el tiempo y, por tanto, las habilidades necesarias para trabajar en dichas ocupaciones también cambian para ajustarse a los nue-

vos requerimientos. Esta dinámica que se observa, en general, en todos los sectores se debe principalmente a que la base de conocimiento que conforma nuestra sociedad está en constante evolución.

En este sentido, el sector de I+D presenta un dinamismo especialmente importante, como en este sector se producen servicios intermedios a otros sectores de servicios y/o manufactureros, las interacciones de los servicios de I+D con el resto de sectores cambiarán también y de ahí su estructura y organización sectorial y, por tanto su composición de habilidades.

En consecuencia, debido al dinamismo y papel estratégico del sector de I+D en la economía, es interesante estudiar la evolución de su estructura ya que puede ser un indicativo de la forma en que evolucionan los mecanismos de transferencia de conocimiento. De ahí que el objetivo de este trabajo se haya centrado en el estudio de la estructura interna del sector de I+D, analizando las ocupaciones que lo integran y las habilidades requeridas a los empleados en dichas ocupaciones.

Los resultados de este trabajo ponen de manifiesto la diversidad dentro del sector, además la principal conclusión que se puede extraer de los análisis realizados es que continuamente se están produciendo cambios en la estructura de la base del conocimiento existente en estos servicios de I+D.

En primer lugar, y en términos agregados, el empleo se incrementa durante el período hasta el año 2010 que sufre un descenso importante como consecuencia de la crisis mundial. Dentro de las diferentes ocupaciones, los "Científicos" es la ocupación con mayor peso en el sector ya que presenta el nivel de empleo más elevado, además y más importante, su evolución ha sido siempre creciente y a un ritmo mayor que el resto de ocupaciones del sector. Considerando asimismo el nivel de formación requerido en cada ocupación, se puede afirmar que el sector de I+D es un sector con alta cualificación; según los datos, las ocupaciones que requieren mayor nivel de formación son las que registran mayores niveles de empleo. Un claro ejemplo de ello son los "Científicos" que presentan la mayor cualificación y porcentaje de ocupación, mientras que en el caso contrario se encuentran los "Administrativos" con un elevado nivel de empleo y los menores requerimientos de formación.

Una contribución importante de este trabajo es que, mediante un análisis factorial, hemos creado empíricamente una taxonomía de habilidades. Las cuatro categorías que hemos obtenido van desde las habilidades cognitivas no rutinarias, de tipo interactivo o analítico, a las cognitivas rutinarias como las gerenciales, distinguiendo también habilidades de carácter manual o técnico. Esta clasificación prácticamente coincide con la planteada teóricamente por Autor *et al.* (2003), quienes las clasifican las habilida-

des en tres grupos: cognitivas rutinarias, cognitivas no rutinarias y manuales.

Por otra parte, considerando conjuntamente la intensidad de uso de las habilidades y el nivel de formación requerido a los empleados en cada ocupación, gráficamente se observa que hay dos grupos muy diferentes de ocupaciones en el sector de I+D en relación al grado de dispersión que presentan. Los datos muestran que dentro del sector de I+D, aquellas ocupaciones que presentan mayores requerimientos de formación son también las que realizan un uso más intensivo de habilidades. Salvando algunas diferencias, esto es así para los cuatro factores, es decir, que los cuatro tipos de habilidades –Interactivas, Analíticas, Técnicas y Gerenciales– de nuestra taxonomía son utilizados de manera intensiva en las ocupaciones de mayor cualificación. Estos resultados ponen de manifiesto la existencia de una elevada especialización en los servicios de I+D y también de que hay un patrón determinado de uso de conocimiento dentro del sector de I+D.

Analizando con mayor profundidad la estructura de las habilidades en el sector de I+D, los resultados revelan que, a lo largo del período, prácticamente no hay dispersión en la composición de habilidades dentro de cada ocupación, es decir, que dentro de cada ocupación existe homogeneidad, lo que pone de manifiesto la existencia de cierta complementariedad en el uso de habilidades dentro de cada ocupación y que además se mantiene estable en el tiempo.

Por otro lado, la elevada dispersión de las habilidades que se aprecia entre las ocupaciones indica que la composición interna de habilidades, comparando entre ocupaciones, es muy diferente. Además se produce un cambio de tendencia prácticamente a mitad del período. En la primera parte de la década hay gran dispersión y por lo tanto diversidad, sin embargo la tendencia decreciente de la dispersión entre ocupaciones a partir del año 2007 indica una reducción de la distancia entre los dos grupos de ocupaciones, es decir, que aumenta la convergencia en el uso de habilidades entre todas las ocupaciones del sector. Por lo tanto, se puede afirmar que en los últimos años se ha producido un aumento de la complementariedad entre las habilidades utilizadas, lo que conlleva una disminución del grado de especialización en el sector.

Estos resultados tienen implicaciones en el mercado laboral. Así las ocupaciones que precisan mayor intensidad de uso de habilidades y requerimientos de formación serán, de acuerdo con la literatura, en las que se perciben los salarios más altos y, por tanto, las más cotizadas por los trabajadores. Este proceso ha desencadenado cambios importantes en la división del trabajo que se reflejan claramente en la actual estructura de comercio internacional. Debido al creciente grado de especialización productiva la cadena de valor es cada vez más fragmentada tanto en los aspectos funcionales cuanto en los geográficos

(Baldwin, 2011). Algunos países como China e India gozan de una ventaja comparativa en producción a gran escala de tipo estandarizado, basada en tareas y habilidades "rutinarias" y, por lo tanto, altamente especializadas; sin embargo en los últimos años se advierte un cambio hacia actividades y tareas que requieren habilidades de carácter "no rutinario" que contribuyen a la creación de nuevo conocimiento (Grossman y Rossi-Hansberg, 2008). Este hecho está cambiando la forma de competir a nivel global y los países más avanzados, que seguían estrategias de diversificación, debido a la presión por la competencia con los países emergente ahora están tratando de especializarse para no dispersar recursos, centrándose en el desarrollo de "alta tecnología" y de servicios con alto nivel de conocimiento como I+D. Este proceso es lo que Bloom *et al.* (2014) denominan la movilización de "recursos atrapados".

En suma, la especialización del conocimiento requerido en cada ocupación ha sido la clave del dinamismo experimentado en el sector de I+D a lo largo del tiempo. Además, mediante este proceso de especialización las actividades de I+D se han ido adaptando a los cambios que se han sucedido en el resto de sectores económicos. En todos estos cambios, el elemento que subyace es la evolución del conocimiento, que se produce con la generación y transmisión de nuevo conocimiento mediante procesos de aprendizaje organizativo.

**ANEXO
Macro-ocupaciones**

Código	Macro-ocupaciones
11	Directivos
13	Gestores financieros
15	Informáticos y matemáticos
17	Arquitectos e ingenieros
19	Científicos
21	Servicios sociales
23	Servicios legales
25	Educación
27	Arte y diseño
29	Personal sanitario
31	Auxiliares sanitarios
33	Seguridad
35	Alimentación
37	Edificación
39	Cuidado personal
41	Ventas
43	Administrativos
45	Ganadería, pesca y servicios forestales
47	Construcción y extracción
49	Instalación, mantenimiento y reparación
51	Producción
53	Transporte

NOTAS

[1] KIBS es el acrónimo de Knowledge Intensive Business Services.

- [2] En la literatura especializada se consideran sectores KIBS, de acuerdo a la clasificación internacional NACE los siguientes: 72.1 Consultoría de hardware; 72.2 Consultoría y suministro de software; 72.3 Proceso de datos; 72.4 Actividades relacionadas con bases de datos; 72.5 Mantenimiento y reparación de máquinas de oficina, contabilidad y equipo informático; 72.6 Otras actividades relacionadas con la informática; 73 Investigación y desarrollo; 74.11 Actividades jurídicas; 74.12 Actividades de contabilidad, teneduría de libros, auditoría y asesoría fiscal; 74.13 Estudio de mercado y realización de encuestas de opinión pública; 74.14 Consulta y asesoramiento sobre dirección y gestión empresarial; 74.2 Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería y otras actividades relacionadas con el asesoramiento técnico; 74.3 Ensayos y análisis técnicos; 74.4 Publicidad.
- [3] Northern American International Classification System, es la clasificación de actividades económicas vigente en EE.UU. y Canadá.
- [4] La intensidad de las habilidades se ha calculado con la media de los valores de O*NET para cada habilidad ponderada por el empleo y la media de educación por ocupación (ver Consoli y Elche, 2010).

BIBLIOGRAFÍA

AUTOR, D.; LEVY, F. y MURNANE, R. (2003): «The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration». *Quarterly Journal of Economics*, vol. 118, pp. 1279-1333.

AUTOR, D. H. y DORN, D. (2013): «The growth of low skill service jobs and the polarization of the US labor market». *American Economic Review*, vol. 103, nº 5, pp. 1553-1597.

BALDWIN, C.Y. y CARK, K.B. (1997): «Managing in an age of modularity». *Harvard Business Review*, vol. 75, nº 5, pp. 84-93.

BALDWIN, R. (2011): «Trade and industrialisation after globalisation's 2nd unbundling: How building and joining a supply chain are different and why it matters». *National Bureau of Economic Research*, nº. w17716,.

BEAUDRY, P.; GREEN, D.A. y SAND, B.M. (2013): «The great reversal in the demand for skill and cognitive tasks». *National Bureau of Economic Research*.

BLOOM, N.; ROMER, P.; TERRY, S.J. y VAN REENEN, J. (2014): *Trapped Factors and China's Impact on Global Growth*. American Economic Association, Philadelphia.

CHANDLER, A.D. (1962): *Strategy and Structure: Chapters in the History of American Enterprise*. The M.I.T. Press. Cambridge, MA.

COOMBS, R. y MILES, I. (2000): «Innovation, Measurement and Services: the new problematique», en Metcalfe, J. S. y Miles, I. (eds.): *Innovation Systems in the Service Economy*, Kluwer, Dordrecht.

CONSOLI, D. y ELCHE, D. (2010): «Variety in the knowledge base of Knowledge Intensive Business Service sectors». *Research Policy*, vol. 39, nº 10, pp. 1303-1310.

CONSOLI, D. y ELCHE, D. (2013): «Longitudinal changes in the knowledge base of professional service sectors». *Journal of Evolutionary Economic*, (forthcoming)

CONSOLI, D. y PATRUCCO, P.P. (2011): «Complexity and the Coordination of technological Knowledge: the Case of innovation Platforms». In C. Antonelli (ed.): *Handbook of the Economic Complexity of Technological Change*, Edward Elgar.

CORIAT, B. y WEINSTEIN, O. (2001): «The organization of R&D and the dynamics of innovation. A sectoral view». *Working Paper ESSY program Sectoral Systems in Europe-Innovation Competitiveness and Growth*.

DOLOREUX, D. y SHEARMUR, R. (2010): «Exploring and comparing innovation patterns across different knowledge intensive business services». *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 19, nº 7, pp. 605-625.

DOSI, G. (1982): «Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change». *Research Policy*, vol. 11, nº 3, pp. 147-162.

- FLEMING, L. (2001): «Recombinant uncertainty in technological search». *Management Science*, vol. 47, n° 1, pp. 117-132.
- FREEMAN, C. (1987): *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, London, Frances Pinter.
- GROSSMAN, G.M. y ROSSI-HANSBERG, E. (2008): «Trading tasks: A simple theory of offshoring». *American Economic Review*, vol. 98 n° 5, pp. 1978.
- HENDERSON, R.M. y CLARK, K.B. (1990): «Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms». *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, n° 1, pp. 9-30.
- HENDERSON, R.M. y COCKBURN, I. (1994): «Measuring competence: Exploring firm effects in pharmaceutical research». *Strategic Management Journal*, vol. 15, pp. 63-84.
- KATILA, R. (2002): «New product search overtime: Past ideas in their prime?». *Academy of Management Journal*, vol. 45, n° 5, pp.995-1010.
- KLINE, S.J. y ROSENBERG, N. (1986): «An overview of innovation», en Landau, R., Rosenberg, N., (Eds.), *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. National Academy Press, Washington, DC, pp. 275-305.
- KOGUT, B. y ZANDER, U., (1992): «Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology». *Organization Science*, vol. 3, n° 3, pp. 383-397.
- LAMOREAUX, N.R. y SOKOLOFF K.L. (2005): «The decline of the independent inventor: a Schumpeterian story». *National Bureau of Economic Research Working Paper*, n° 11654.
- LANGLOIS, R.N. (2002): «Modularity in technology and organization». *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol. 49, pp. 19-37.
- MALERBA, F. (2002): «Sectoral systems of innovation and production». *Research Policy*, vol. 31, pp. 247-264.
- MILES I.; KASTRINOS, N.; FLANAGAN K.; BILDERBEEK, R.; DEN HERTOG, B.; HUNTINK, W. y BOUMAN, M. (1995): Knowledge-Intensive Business Services: Users, Carriers and Sources of Innovation. European Innovation Monitoring System (EIMS), *EIMS Publication*, n° 15, Luxembourg.
- MINONDO, A. y REQUENA, F. (2013): «Does complexity explain the structure of trade?». *Canadian Journal of Economics*, vol. 46, n° 3, pp. 928-955.
- MOWERY, D.C. (2009): «Plus ça change: Industrial R&D in the "third industrial revolution"», *Industrial and Corporate Change*, vol. 18, n° 1, pp. 1-50.
- MOWERY, D.C. y ROSENBERG, N. (1998): *Paths of Innovation: Technological Change in 20Th-Century America*, Cambridge University Press.
- MULLER, E. y DOLOREUX, D. (2009): «What we should know about knowledge-intensive business services». *Technology in Society*, vol. 3, n° 1, pp. 64-72.
- NELSON, R.R. (1959): «The Simple Economics of Basic Scientific Research». *Journal of Political Economy*, vol. 67, n° 2, pp. 297-306.
- NOBLE, D.F. (1977): *America by Design. Science, Technology, and the Rise of Corporate Capitalism*. Oxford University Press, New York, Oxford.
- NONAKA, I. y TAKEUCHI, H. (1995): *The Knowledge-Creating Company*. Oxford University Press, New York, Oxford.
- OECD. Organization for Economic Co-operation and Development, The Measurement of Scientific and Technological Activities. *Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development: Frascati Manual* (OECD, Paris). (OECD, Paris, 2002)
- ROSENBERG, N. (1998): «Technological change in chemicals: the role of university-industry relations», en A. Arora, R. Landau and N. Rosenberg (eds), *Chemicals and Long-Term Economic Growth*. John Wiley: New York.
- ROSENBERG, N. y NELSON, R.R. (1994): «American universities and technological advance in industries». *Research Policy*, vol. 23, pp. 323-348.
- ROSENKOPF, L. y NERKAR, A. (2001): «Beyond local search: Boundary- spanning, exploration, and impact in the optical disk industry». *Strategic Management Journal*, vol. 22, n° 4, pp.287-306.
- SCHUMPETER, J.A. (1943): *Capitalism, Socialism, and Democracy*. Harper & Row: New York.
- SIMON, H.A. (1969): *The Sciences of the Artificial*. MIT Press, Cambridge, Mass.
- TEECE, D.J.; PISANO, G. y SHUEN. A. (1997): «Dynamic capabilities and strategic Management». *Strategic Management Journal*, vol. 18, n° 7, pp. 509-533.
- WEST, J. y IANSITI, M. (2003): «Experience, experimentation, and the accumulation of knowledge: the evolution of R&D in the semiconductor industry». *Research Policy*, vol. 32, pp. 809-825.