

EKONOMIAZ

Renacimiento industrial, manufactura avanzada y servitización

I · 2016



EKONOMIAZ

N.º 89 - 1º SEMESTRE - 2016

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

OGASUN ETA FINANTZA
SAILA

DEPARTAMENTO DE HACIENDA
Y FINANZAS

Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia

Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco

Vitoria-Gasteiz, 2016

ERREDAKZIO KONTSEILUA

Alberto Alberdi Larizgoitia (Zuzendaria)
Ogasun eta Finantza Saila. Eusko Jaurlaritzara
José Ignacio Jaca Michelena (Zuzendariordea)
Ogasun eta Finantza Saila. Eusko Jaurlaritzara
Jon Barrutia Güenaga
UPV-EHU
Ibon Galarraga Gallastegui
Basque Centre for Climate Change-BC3
Mikel Navarro Arancegui
Deustuko Unibertsitatea
Arantxa Rodríguez Álvarez
UPV-EHU
Arantza Ugidos Olazabal
UPV-EHU
Elvira Uyarra Delgado
University of Manchester

AURKEZPENEA

Ekonomiaz sei hilabetekaria da, 1985etik Eusko Jaurlaritzaren Ogasun eta Finantza Sailak argitaratuta. Erredakzio Kontseilu profesional batek zuzentzen du eta bere helburu nagusia analisia eta eztabaida ekonomikoa bultzatzea da, herrialdeko ikuspuntuarekin eta arreta berezia jartzeko eremu aplikatuari eta euskal ekonomiarik. Argitalpenaren profila eta helburuak ale honen amaieran eta aldizkariaren web orrian kontsulta daitezke.

ADMINISTRAZIOA ETA ERREDAKZIOA

Ogasun eta Finantza Saila
Donostia-San Sebastián, z/g.
01010 Vitoria-Gasteiz
T.: 945/01 90 38. Administrazioa
945/01 90 36. Erredakzioa
<http://www1.euskadi.net/ekonomiaz>
E-mail: ekonomia@euskadi.eus

ARTIKULUEN BIDALKETA

EKONOMIAZ aldizkariaren parte hartu nahi dutenek Eusko Jaurlaritzako Ogasun eta Finantza Sailera igorri beharko dituzte beren idazlanak (bidali Erredakzioari).

Erredakzio Kontseiluak berretzat gordetzen du jasotako artikulua argitaratzeko eskubidea, aurrez ebaluatzaile anonimo biren iritzia ezagutuko duelarik. Idazlana argitaratzeak ez du, berez, edukia-
rekiko adostasunik adierazi nahi. Artikuluaren erantzukizuna egilearena izango da eta ez beste inoren. Artikuluak aurkezteko arauak ale honen amaieran eta aldizkariaren web orrian kontsulta daitezke.

ALDIZKARIEN KALITATEA

EKONOMIAZ aldizkariako artikulua datu-base hauetan daude indexatuta: CSICeko ISOCen eta American Economic Association elkarteak Journal of Economic Literature-k argitaratzen dituen JEL —CD formatuan—, e-JEL eta EconLit-en, LATINDEXen, DIALNET alerta-sarean, DOAJ katalogoan eta RePec-en.

JABETZA ESKUBIDEAK

EKONOMIAZek, hau da, Euskal Autonomia Erkidegoko Administrazioak, EKONOMIAZ aldizkariaren argitaratuko diren artikulua originalen jabetza eskubide guztiak dauzka, zeintzuk Creative Commons  lizentziaren arabera kudeatuko diren.

CONSEJO DE REDACCIÓN

Alberto Alberdi Larizgoitia (Director)
Departamento de Hacienda y Finanzas. Gobierno Vasco
José Ignacio Jaca Michelena (Subdirector)
Departamento de Hacienda y Finanzas. Gobierno Vasco
Jon Barrutia Güenaga
UPV-EHU
Ibon Galarraga Gallastegui
Basque Centre for Climate Change-BC3
Mikel Navarro Arancegui
Universidad de Deusto
Arantxa Rodríguez Álvarez
UPV-EHU
Arantza Ugidos Olazabal
UPV-EHU
Elvira Uyarra Delgado
University of Manchester

PRESENTACIÓN

Ekonomiaz es una revista semestral editada desde el año 1985 por el Departamento de Hacienda y Finanzas del Gobierno Vasco y dirigida por un Consejo de Redacción profesional que tiene por objetivo principal fomentar el análisis y el debate económico con un enfoque regional y especial atención al campo aplicado y señaladamente a la economía vasca. La línea editorial y objetivos de la revista se pueden consultar al final de este ejemplar, así como en la página web de la revista.

REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN

Departamento de Hacienda y Finanzas
c/ Donostia-San Sebastián, s/n.
01010 Vitoria-Gasteiz
T.: 945/01 90 38. Administración
945/01 90 36. Redacción
<http://www1.euskadi.net/ekonomiaz>
E-mail: ekonomia@euskadi.eus

ENVÍO DE ARTÍCULOS

Todas aquellas personas que deseen colaborar en EKONOMIAZ deberán enviar sus artículos al Departamento de Hacienda y Finanzas del Gobierno Vasco (Redacción de la revista).

El Consejo de Redacción se reserva el derecho de publicar los artículos que reciba, previo sometimiento a un proceso de evaluación anónima doble por pares académicos. Su publicación no significa necesariamente el acuerdo con el contenido, que será de responsabilidad exclusiva del autor. Las normas de presentación de los artículos se pueden consultar al final de este ejemplar así como en la página web de la revista.

CALIDAD DE LA REVISTA

Los artículos de EKONOMIAZ son indexados en las bases de datos ISOC del CSIC y JEL en CD, e-JEL y EconLit del Journal of Economic Literature de la American Economic Association, LATINDEX, en la red de alertas DIALNET, en el directorio DOAJ y en RePec.

DERECHOS DE PROPIEDAD

EKONOMIAZ (la Administración General de la Comunidad Autónoma de Euskadi) es la titular de todos los derechos de propiedad intelectual de los artículos originales publicados en EKONOMIAZ, que serán gestionados conforme a la licencia Creative Commons .

Edita: Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia
Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco
Donostia-San Sebastián, 1 – 01010 Vitoria-Gasteiz

Tirada: 500 ejemplares

Maquetación y montaje: Miren Unzuurrungaga Schmitz

Depósito Legal: BI 2017-1985

ISSN: 0213-3865

Impresión:

SUMARIO

RENACIMIENTO INDUSTRIAL, MANUFACTURA AVANZADA Y SERVITIZACIÓN

Coordinador:
Bart Kamp

Presentación	7	
Aurkezpena	13	
Presentation	19	
Manufacturing: facts, trends and implications	26	Göran Roos
Innovación, recursos naturales y manufactura avanzada: nuevos dilemas de la industrialización en América Latina	56	Gabriela Dutrénit
Looking for a virtuous pattern of growth. Some insights for discussion	86	Matilde Mas Eva Benages
Supporting Europe's new phase of re-industrialisation	118	Claire Dhéret
Reflexiones sobre la Industria 4.0 desde el caso vasco	142	Mikel Navarro Xabier Sabalza
Formación de profesionales para la empresa del siglo XXI	174	Esperanza Marcos Mª Luz Martín
Use-oriented product service systems in the early industry life cycle	194	Heiko Gebauer Caroline Saul Simon Joncourt
La adopción de la estrategia de servitización: estudio Delphi para incrementar el conocimiento sobre la transformación del sector manufacturero	224	Tim Baines Ali Bigdeli Carlos Galera
Servitización: génesis, temas actuales y mirada al futuro	252	Bart Kamp

OTRAS COLABORACIONES

Subnational government's budget deficit targets in a Monetary Union: the Spanish case 1995-2010	280	Joan Rosselló Andreu Sansó
---	-----	-------------------------------

Una de las consecuencias del largo impulso a la globalización que ha tenido lugar desde la salida de la crisis de finales de los años setenta y principios de los ochenta del siglo XX, ha sido la pérdida de peso del sector industrial en las economías desarrolladas, sobre todo en términos de empleo. Se trata de un proceso que ha estado relacionado con el fenómeno del *off-shoring* o deslocalización de actividades productivas, normalmente en busca de ventajas competitivas basadas en menores costes laborales. Pero ese avance de la desindustrialización en Occidente ha acabado por desencadenar una toma de conciencia acerca de la importancia crucial de la industria para las economías avanzadas.

Después de tantos años viendo que la actividad manufacturera se había ido deslocalizando a China y la cuenca del Pacífico, EE.UU. comenzó a mostrar un creciente interés por la posibilidad de facilitar procesos de relocalización (*back-shoring*) y el Consejo Asesor del Presidente en Ciencia y Tecnología abogó en 2012 por un mayor protagonismo de la manufactura avanzada entre la industria nacional para aumentar la competitividad de la misma y recuperar terreno en la distribución de actividades fabriles en la economía mundial.

Entre tanto, también Europa mostraba una inquietud similar por favorecer la revitalización de la industria. En la Comunicación 2014 (14) de la Comisión Europea que lleva por título «Por un renacimiento industrial europeo», se declara que la manufactura es esencial para la creación de empleo, el crecimiento del continente europeo y el fomento de la competitividad. En dicho documento, la Comisión Europea instó a los Estados Miembros a reconocer la importancia crucial de la industria y estableció una serie de prioridades necesarias para favorecer la competitividad de la industria europea: modernización industrial mediante una inversión en innovación, eficiencia de los recursos, nuevas tecnologías y capacidades o acceso a la financiación.

Desde una realidad como la del País Vasco, por otra parte, nos encontramos con que la industria y la política industrial siempre han constituido el eje central de la estrategia de desarrollo, por considerar que las actividades manufactureras son un catalizador para la innovación, la creación de empleo y el valor añadido para el conjunto de la economía debido a su arrastre de otros sectores no industriales. No sorprende por ello que *Ekonomiaz* se sume al debate que pone la revitalización de las actividades manufactureras en el foco de las políticas públicas, sobre todo teniendo

en cuenta además que el nuevo renacimiento industrial viene indisolublemente unido a una profunda transformación del sector propiciada por dos tendencias que son las que se han dado a conocer bajo los conceptos de Industria 4.0 y servitización.

El primero de los conceptos tiene que ver con la irrupción de la manufactura avanzada, posibilitada por tecnologías innovadoras como: fabricación aditiva, robótica colaborativa, la sensorización, la telemetría, el uso de sistemas ciberfísicos, la realidad aumentada, el *cloud computing*, y el análisis *big data*. La Industria 4.0 supone un verdadero renacimiento del sector que, se estima, va a tener un gran impacto económico con altos y sostenidos crecimientos de la productividad.

El segundo concepto se explica porque hoy se entiende que ese renacimiento industrial no tiene que ver sólo con una mayor sofisticación tecnológica, sino que también precisa al mismo tiempo de una innovación de los modelos de negocio y una evolución hacia ofertas al mercado basadas en sistemas de producto-servicio. Se trata por tanto de un proceso de servitización, porque en él la lógica dominante no es la de vender un bien físico y tangible sino la de proveer un servicio, de modo que se aumenta y enriquece el valor de los productos manufacturados por medio de actividades diversas (instalación, mantenimiento, asesoramiento, formación, mejora y actualización de funcionalidades, monitoreo de prestaciones y desgaste, apoyo en la gestión...). Esto quiere decir que estamos ante el auge de estrategias competitivas basadas en servicios y en modelos de negocio que intensifican la relación entre fabricante y usuario, y que para ello es clave que las empresas industriales doten a sus productos «tangibles» de servicios intangibles y de interfaces que permiten la conexión e interoperabilidad entre dispositivos y funciones subyacentes.

La servitización en definitiva se configura como una fórmula a través de la cual la industria se puede reinventar y recobrar importancia en el conjunto de la economía, tal y como se hace constar en publicaciones como el *European Competitiveness Report* (2013) titulado «*Towards Knowledge Driven Reindustrialisation*» o «*Smart Service Welt*» (2015) de Acatech (Academia Nacional de Ciencias e Ingeniería de Alemania). En este último, por cierto, se aboga claramente por una confluencia entre los conceptos de Industria 4.0, y por tanto de productos *smart* y producción inteligente (esmartización), el desarrollo de servicios avanzados y el refuerzo de vínculos entre proveedores y usuarios de productos y servicios (servitización).

Como resultado de todo lo anterior cabe señalar que tanto la irrupción del concepto de Industria 4.0 como la aplicación de prácticas de servitización, son herramientas para que la industria se revitalice, pero también son palancas sobre las que los actores industriales tendrán que apoyarse para lograr ser competitivos. Se trata por tanto de tendencias que constituyen a la vez un sostén para la renovación del sector y su recuperación en términos macroeconómicos, y un «filtro» de competitividad en el plano microeconómico que permitirá sobresalir a aquellas empresas que mejor se adapten a las mismas.

Vista la voluntad política que existe a diferentes escalas de gobierno para reposicionar la industria, podemos estar ante un interesante nuevo escenario de competencia industrial en el que las políticas públicas pueden desempeñar un papel influyente. Una competencia que no solamente se juega en una liga inter-continental, sino también inter-regional, donde por ejemplo será interesante ver qué políticas e iniciativas adoptan las diferentes regiones del continente europeo.

Para favorecer esa transformación de las políticas y de la industria, el monográfico aborda la temática planteada a través de tres bloques de colaboraciones: el primero, dedicado a la reindustrialización desde un plano conceptual, macroeconómico y espacial, el segundo, que aborda directamente la manufactura avanzada, y finalmente el tercero, que se centra en la servitización.

El primer bloque se abre con un artículo de **Göran Roos** que describe la relación del concepto de complejidad económica de un país con su bienestar y las razones por las que la fabricación, y especialmente la fabricación avanzada, constituyen la base de la prosperidad nacional. También se discute la evolución de las tecnologías esenciales que afectarán tanto a las actividades de servicios y manufacturas como su impacto en las empresas y en la sociedad en términos de mejoras en la productividad, habilidades y puestos de trabajo, formas de organización y dispersión y concentración global de las actividades de creación de valor. El autor concluye que los desarrollos tecnológicos producidos tendrán un efecto positivo en la prosperidad nacional de los países con alta complejidad económica, siempre y cuando se implemente una política adecuada, especialmente en lo que se refiere al desarrollo de un contingente de mano de obra altamente cualificada y suficientemente amplia. Para los países con una baja complejidad económica, la perspectiva es más difícil y, a menos que se persiga con éxito una política para aumentar rápidamente dicha complejidad, es probable que se reduzca la prosperidad nacional y que ello afecte más negativamente a las personas con una falta de adecuación de sus habilidades en un contexto de baja demanda de trabajo.

Gabriela Dutrénit expone la experiencia industrializadora en Latinoamérica y las dificultades que existen para avanzar en sus procesos de cambio estructural. Discute las posibles estrategias a implementar para fortalecer la industria en la región centradas en dos enfoques: uno, en el que el modelo de desarrollo está basado en el aprovechamiento de los recursos naturales existentes en cada país, y otro, que sigue la tradición de la economía del desarrollo y se basa en la industria manufacturera como motor de la economía. El objetivo del trabajo es discutir los retos a los que se enfrenta la región en general. El caso de México en particular sirve para valorar las ventajas, dificultades e inconvenientes de ambos enfoques.

A continuación, **Matilde Mas** y **Eva Benages** abordan el debate de «fabricación *contra* servicios» en relación a cuál de ellos procura un mejor y mayor crecimiento económico, y utilizan dos criterios con los que evaluar las razones para apoyar a uno

u otro: la capacidad de generar empleo y la capacidad de mostrar un índice positivo de crecimiento de la productividad. Basándose en la base de datos PREDICT que tiene niveles significativos de desagregación y datos de la Unión Europea y otros países, el artículo llega a la conclusión de que los sectores de servicios cumplen los dos criterios mencionados, mientras que los sectores de fabricación no lo hacen. Asimismo pone de manifiesto la importancia de los sub-sectores de servicios y fabricación basados en TIC y los que no están basados en TIC pero que son intensivos en actividades de I+D por su capacidad de crear empleo y aumentar la productividad.

Como cierre y enlace con el segundo bloque, **Claire Dhéret** analiza en primer lugar el papel clave que tienen las actividades manufactureras en las economías europeas y las dificultades de esas economías para sostener una base industrial fuerte, debido tanto a las consecuencias de la última crisis como a la gran dependencia de la economía de los sectores financiero y de servicios en detrimento del manufacturero. A renglón seguido, y visto que ahora la agenda política europea reconoce la importancia de la manufactura como sector clave para aumentar el crecimiento y generar empleo de forma directa e indirecta, se ocupa de las estrategias que pueden llevar a conseguir una exitosa reindustrialización de Europa. Así, teniendo en cuenta la globalización económica, el aumento de la competitividad de las economías emergentes y la aparición de las tecnologías disruptivas, la autora propone y describe tres estrategias concretas: (1) promover nuevos modelos de negocio; (2) la creación de ecosistemas industriales mediante una innovación sistémica, y (3) apostar e impulsar una genuina cadena de valor europea.

En la aportación de **Mikel Navarro** y **Xabier Sabalza** se comienza analizando el contexto en el que surgen las iniciativas de la Industria 4.0 en los países avanzados y se valora su potencial relacionándolo con las Tecnologías de Utilidad General marcando las diferentes orientaciones de Estados Unidos, donde la estrategia se abre más al conjunto de dichas tecnologías frente a la de Alemania que, partiendo de una situación de liderazgo industrial, se centra en la revolución digital y el Internet de las cosas para formular una estrategia dual de digitalización de la industria (demanda) y producción de componentes y sistemas ciberfísicos (oferta). Después pasa a ocuparse de la estrategia del País Vasco, que con el nombre de Basque Industry 4.0 toma como referencia la que el gobierno alemán lanza a comienzos de esta década denominada precisamente Industrie 4.0, señalando algunos criterios que pueden conducir a una mejor adaptación a las características del tejido productivo vasco: enfoque dual más que de proveedores y usuarios, apertura a otras tecnologías y no sólo a las digitales y utilización de estas no como soporte sino para integrarlas en la propuesta de valor. El artículo finaliza con una serie de recomendaciones críticas sobre la organización y el despliegue de la estrategia y la participación de los diferentes actores habida cuenta de la complejidad inherente que presenta la tarea.

Esperanza Marcos y **Ma Luz Martín Peña**, tras realizar una caracterización de la Industria 4.0 y de los retos a los que se enfrenta, pasan a preguntarse por la impor-

tancia de contar con profesionales con una adecuada formación para semejantes retos. Sostienen que estamos hablando de profesionales que, además de tener conocimientos profundos y específicos y dominio en al menos una disciplina, posean otros tipos de habilidades transversales que se adapten fácilmente a diferentes disciplinas, que sean capaces de interrelacionarse con personas con conocimientos de otras áreas, y que les permitan abordar con éxito la gestión de equipos multiculturales y multidisciplinarios en una empresa globalizada y en la que la satisfacción del usuario es un factor determinante. Las autoras los denominan: profesionales *T-shaped*, entre los cuales están los ingenieros de servicios, dado que éstos definen el escenario de la conectividad total a través de la continua innovación tecnológica y el planteamiento de soluciones. Pero constatan que en este momento hay pocas universidades que ofertan este tipo de grados y master, para lo cual los centros de enseñanza tendrán que adaptar sus currículos para abordar con éxito la formación del nuevo profesional *T-shaped* que requiere la Industria 4.0.

El bloque de la servitización se abre con el trabajo de **Heiko Gebauer**, que a partir de un estudio de investigación cualitativo sobre el mercado de equipamiento de tratamiento de aguas en base a nuevas tecnologías, investiga las capacidades y recursos necesarios para que las empresas que actúan en ese nuevo segmento de mercado pasen de ofertar producto a prestar servicios ya durante la fase inicial del ciclo de vida de ese segmento, cuando en general se asocia la oferta de servicios a empresas cuyos productos están en su fase de madurez. Para ello, utilizando entrevistas y estudios de casos, desarrolla un marco de recursos-capacidades para los servicios en la fase inicial del ciclo de vida de una industria. En su trabajo concluye que hay cuatro recursos críticos para desarrollar los servicios con éxito en esta fase: (1) recursos financieros (externos), (2) recursos tecnológicos, (3) capital social y (4) recursos de servicios. Para tener éxito en la prestación de servicios, las empresas deben desplegar estos recursos a través de una serie de capacidades específicas que permiten a las empresas tener éxito con sistemas de productos-servicios orientados al uso (PSSs) desde la fase inicial del negocio. Este hallazgo pone en cuestión el supuesto de que las empresas orientadas a productos pasan a PSSs orientados al uso, únicamente en la fase de madurez del ciclo de vida de una industria.

En la segunda contribución de este bloque **Tim Baines, Ali Bigdeli y Carlos Galera** describen en su artículo las principales evidencias obtenidas sobre la adopción de la estrategia de servitización, del intenso debate sobre los aciertos y errores de favorecer al sector servicios sobre la manufactura, y sobre cuál debería ser el equilibrio deseable entre los servicios y la manufactura tanto al nivel de empresas que se consideran fabricantes como en la economía. Para los autores, los argumentos clásicos de este debate no se sostienen en la práctica porque los propios fabricantes de equipos originales (*OEM Original Equipment Manufacturers*) se están transformando en proveedores de servicios, difuminando así la perspectiva original. Para fundamentar sus conclusiones se basan en una investigación que aplica el Método Delphi con testi-

monios y opiniones de 33 altos ejecutivos, pertenecientes a 28 organizaciones de diferentes tamaños, que representan a una sección transversal del tejido productivo británico. El análisis se centra en cinco áreas fundamentales: (1) servitización y servicios avanzados, (2) proceso de transformación: estímulos, incentivos y cambio organizacional, (3) impacto en el cliente y el fabricante, (4) facilitadores e inhibidores y (5) potencial para las empresas y la economía. Los resultados se presentan en forma de un total de ocho proposiciones que contribuyen conjuntamente a ampliar nuestro conocimiento del proceso estratégico que adoptan las empresas manufactureras para competir en servicios.

Bart Kamp finaliza el bloque de servitización explicando el concepto en sus múltiples vertientes: lo que representa, por qué suele ser mal comprendida o pasada por alto, y por qué es importante que los actores industriales valoren la adopción de prácticas de servitización. Asimismo explica las ventajas que pueden obtener las empresas al poner en marcha las ideas que subyacen a la servitización y cómo les puede ayudar a diferenciarse de la competencia y lograr una mayor fidelización de los clientes. De este modo, ofrece una especie de manual a aquellas empresas que quieren explorar las posibilidades y motivos en pro y contra de una mayor servitización de su negocio. Además de señalar las posibles sinergias que pueden surgir entre conceptos como Industria 4.0 y servitización, mediante la esmartización de productos, de procesos de producción y de las relaciones con el cliente, muestra cómo dicha esmartización, así como una intensificación del uso de las TIC, pueden apalancar la tendencia a la servitización entre las empresas industriales. De esta manera, este artículo crea también un puente entre los conceptos de Industria 4.0 y de servitización. El artículo concluye con una revisión de tres tipos de obstáculos que pueden impedir a las empresas lograr una (mayor) esmartización de su negocio, y finaliza con recomendaciones para empresas industriales y decisores políticos.

* * * * *

Por último, en el apartado de Otras Colaboraciones, **Joan Rosselló y Andreu Sansó** abordan la financiación de las autonomías dentro del sector público español analizando los factores que explican los actuales saldos fiscales de las comunidades autónomas. Los resultados empíricos sugieren que: a) los objetivos de déficits a largo plazo establecidos no deberían distribuirse linealmente ni con el mismo horizonte temporal entre las regiones a efectos de su cumplimiento, b) que los acuerdos de financiación deberían ser rediseñados para evitar que el Estado pudiese transferir déficit a las comunidades autónomas, y c) que debería haber una mayor coordinación presupuestaria para evitar que las comunidades autónomas puedan esquivar las restricciones de gasto y deuda mediante su sector público instrumental.

XX. mendeko 70eko hamarkadaren amaieran eta 80koaren hasieran izandako krisitik irten eta gero, globalizazioari bultzada handia eman zaio luzaroan. Horren ondorioetako bat garatutako ekonomietan industria sektoreak jasandako pisu galera izan da, batik bat enpleguari dagokionez. Prozesu hori zuzenean egon da *off-shoring* edo ekoizpen-jardueren deslokalizazio fenomenoari lotuta, normalean lan kostu txikiagoak baliatzeak emandako lehia-abantailak bilatzea helburu. Mende-baldean emandako desindustrializazio prozesuak, baina, ekonomia aurreratuentzat industriak duen funtsezko garrantziaren gaineko kontzientzia hedatzea ekarri du azkenerako.

Luzaroan manufaktura-jarduerak Txina eta Pazifikoko herrialdeetara nola deslokalizatzen ziren ikusi ostean, Ameriketako Estatu Batuak ere birlokalizazio prozesuak (*back-shoring*) errazteko gero eta interes handiagoa azaltzen hasi ziren. Hala, 2012an, Zientzia eta Teknologiaren gaien inguruan, Presidentearen Aholku Batzordeak azaldu zuen AEBetako industrian manufaktura aurreratua indartzearen aldekoa zela bere lehiakortasuna hobetu eta munduko ekonomian jarduera manufakturatuen banaketaren arloan lekua berreskuratzeko.

Bien bitartean, Europak ere antzeko kezka azaltzen zuen industria berrindartzeko. «Europaren berpizkunde industrialaren alde» izenburua duen Europako Batzordearen 2014 (14) Komunikazioan jasotzen denez, manufaktura funtsezkoa da enplegua sortu, Europaren hazkundera bermatu eta lehiakortasuna sustatzeko. Dokumentu horretan, Europako Batzordeak industriaren ezinbesteko garrantzia aitortzeko eskatzen zien estatu kideei, industria europarraren lehiakortasuna sustatzeko hainbat lehentasun ezarriz: berrikuntza arloko inbertsioan oinarritutako industria modernizazioa, baliabideen eraginkortasuna, teknologia eta gaitasuna berriak, eta finantzaziora sarbidea izatea.

Euskal Herrikoa bezalako errealitate batetik begiratuta, bestetik, industria eta industria politika betidanik garapen estrategiaren ardatz nagusiak izan direla ikus dezakegu. Izan ere, Euskal Herrian garbi izan dugu manufaktura jarduerak berrikuntzaren eta enplegu sorreraren katalizatzaileak direla, baita ekonomiarentzako balio osagarria ere beste sektore ez industrial batzuen bultzatzaile izateagatik. Horregatik, ez da harrigarria *Ekonomiaz* aldizkariak manufaktura jardueren berrindartzea politika publikoen fokuan jartzea eskatzen duen eztabaidarekin bat egitea, batik bat industriaren berpizkundera ezinbestean sektorearen sakoneko aldaketa bati lotuta da-

torrela kontuan izanik. Sakoneko aldaketa hori «Industria 4.0» eta «zerbitizazio» kontzeptuen pean ezagutarazi diren bi joeren eskutik etorri da.

Lehen kontzeptuak manufaktura aurreratuaren agerpenarekin du zerikusia, teknologia berritzaileen eskutik etorri dena, besteak beste: fabrikazio gehigarria, robotika kolaboratiboa, sentsorizazioa, telemetria, sistema ziberfisikoen erabilera, errealtate areagotua, *cloud computing*-a eta *big data*-ren analisisa. Industria 4.0 fenomenoaren eskutik sektoreak benetako berpizkundea biziko duela espero da, eragin ekonomiko altua izango duena ekoizpen hazkunde altu eta iraunkorrekin.

Bigarren kontzeptuak, berriz, industriaren berpizkundea ez dagoela soilik sofistikazio teknologikoarekin lotuta erakusten du, baizik eta negozio ereduaren berrikuntza eta produktu-zerbitzu sistemetan oinarritutako eskaintzetara gerturatzeko bilakaera ere beharrezkoak direla. Horrenbestez, zerbitizazio prozesu batez hitz egiten ari gara, nagusitzen den logika ez baita ondasun fisiko eta ukigarri bat saltzearena, zerbitzu bat ematearena baizik, manufakturatutako produktuen balioa askotariko jardueren eskutik areagotuz (instalazioa, mantentzea, aholkularitza, prestakuntza, funtzionalitateen hobekuntza eta eguneratzea, prestazio eta higaduraren monitortzea, kudeaketa arloko laguntza...). Horrek esan nahi du zerbitzuetan eta fabrikatzailearen eta erabiltzailearen arteko harremana areagotzen duten negozio ereduaren oinarritutako lehia estrategien aurrean gaudela, eta, hori ahalbidetzeko, funtsezkoa dela industria enpresek euren produktu ukigarriari zerbitzu ukiezinak gaineratzea, baita gailuen eta euren azpian dauden funtzioen arteko konexioa eta interoperagarritasuna posible egiten duten interfazeak ere.

Azken batean, zerbitalizazioa industriari bere burua berrasmatzeko eta ekonomiaren baitan duen garrantzia berreskuratzeko aukera ematen dion formula gisa egituratzen da, «Towards Knowledge Driven Reindustrialisation» izenburuko 2013ko Europako Lehiakortasun Txostenean edo Acatech Alemaniako Zientzia eta Ingeniaritza Akademiaren 2015eko «Smart Service Welt» argitalpenean jasotzen den bezala. Azken lan horretan, hain zuzen ere, apustu garbia egiten da Industria 4.0 kontzeptua –eta beraz *smart* produktuak eta ekoizpen adimentsua (*smartizazioa*)–, zerbitzu aurreratuaren garapenarekin zein hornitzaileen eta produktu eta zerbitzuen erabiltzaileen arteko harremanak indartzearekin (zerbitizazioa) uztartzeko.

Hori horrela, Industria 4.0 kontzeptuaren agerpenean zein zerbitizazio praktiken aplikazioa industria berrindartzeko bitartekoak direla esan daiteke, aktore industrialek lehiakorrak izateko baliatu beharko dituzten palankak. Horrenbestez, joera horiek sektorea berritu eta plano makroekonomikoan suspertzeko euskarri diren aldi berean, baldintza berrietara hobeto egokitzen diren enpresei nabarmentzeko aukera ematen dieten lehiakortasun «filtro» bat ere badira plano mikroekonomikoan.

Gobernu maila ezberdinetan industria birposizionatzeko dagoen borondate politikoa ikusita, politika publikoek funtsezko rola izan dezaketen lehiakortasun industrialeko agertoki berri oso interesgarri baten aurrean izan gaitetzke. Lehiakortasu-

na, gainera, ez dago kontinente arteko liga batean jokoan bakarrik: eskualde arteko borroka ere bada. Horregatik, oso interesgarria izango da ikustea Europako eskualdeek zer politika eta ekimen hartzen dituzten.

Politiken eta industriaren eraldaketa laguntzeko, monografikoak hiru bloketan planteatuta aztertzen du auzia: lehendabizikoak, berrindustrializazioa plano kontzeptual, makroekonomiko eta espazialek jorratzen du; bigarrenak, manufaktura aurreratua; eta, hirugarrenak, zerbitalizazioa.

Lehen blokea **Göran Roos** pentsalariak idatzitako artikulua batekin irekitzen da. Bertan, «konplexutasun ekonomikoaren» kontzeptuak herrialde bateko ongizate mailarekin duen harremana deskribatzen du, fabrikazioa, bereziki fabrikazio aurreratua, oparotasun nazionalaren oinarri bihurtzen duten arrazoiak azalduz. Halaber, bai zerbitzu eta manufaktura jardueretan bai enpresetan eta gizartean eragina izango duten funtsezko teknologien bilakaera aztertzen du; produktibitatea, gaitasunak, lanpostuak, antolatze moduak eta balioa sortzeko jardueren kontzentrazio eta sakabanaketa globala hobetzea eragingo duten teknologiena, hain zuzen. Autoreak ondorioztatzen duenez, garapen teknologikoak eragin positiboa izango du konplexutasun ekonomiko altuko herrialdeen oparotasun nazionalan, betiere politika egokiak ezartzen badira, bereziki kualifikazio altuko esku langile kuota behar bezain zabalak izateko prestatzeko dagokionez. Konplexutasun ekonomiko txikiko herrialdeen kasuan, ikuspegia zailagoa da, eta, konplexutasun ekonomikoa azkar areagotzeko politika arrakastatsu bat ezarri ezean, litekeena da oparotasun nazionala murriztea eta, lan-eskaera txikiko testuinguru batean, horrek eragin negatiboagoa izatea beren gaitasunak egokitu ez dituzten pertsonen artean.

Gabriela Dutré ekonomialariak, bere aldetik, Latinoamerikako industrializazio esperientzia azaltzen du, egiturazko aldaketa prozesuetan aurrera egiteko dauden zailtasunak nabarmenduz. Eskualdean industria indartzeko ezarri beharreko balizko estrategiak eztabaidatzen ditu, honako bi ikuspuntuotan oinarrituta: lehendabizikoan, garapen erdua herrialde bakoitzeko natur baliabideen ustiapenean oinarritzen da; eta, bigarren, garapen ekonomien tradizioari jarraituz, manufaktura industria hartzen da ekonomiaren motore gisa. Lanaren helburua Latinoamerikak aurrez aurre dituen erronken gaineko eztabaida sustatzea da. Horretarako, Mexikoko kasu partikularrean oinarrituta, aipatutako bi ikuspegi abantaila, zailtasun eta eragozpenak aztertzen ditu egileak.

Jarraian, **Matilde Mas** eta **Eva Benages** adituek «fabrikazioa vs zerbitzuak» eztabaidari ekiten diote, bietako zeinek ahalbidetzen duen hazkunde ekonomiko hobe eta handiagoa aztertuz. Horretarako, elementuotako bat edo bestearen alde agertzeko arrazoiak ebaluatzeko bi irizpide erabiltzen dituzte: enplegua sortzeko gaitasuna eta produktibitatearen hazkunde indize positibo bat mantentzeko gaitasuna. Desagregazio maila adierazgarriak dituen PREDICT datu-basean eta Europar Batasuneko zein beste herrialde batzuetako datuetan oinarrituta, artikulua zerbitzu sektoreek

bi irizpideok betetzen dituztela baina fabrikazio sektoreek ez ondorioztatzen du. Era berean, informazioaren eta komunikazioaren teknologietan oinarritutako zerbitzu eta fabrikazio azpisektoreek zein teknologiotan oinarrituta ez egonagatik ikerketa eta garapeneko jardueretan intentsiboak direnek enplegua sortzeko eta produktibitatea handitzeko duten garrantzia azalarazten du.

Lehen blokea itxi eta bigarrenarekin zubi lanak eginez, **Claire Dhéret** analistak manufaktura jarduerak europar ekonomietan duten funtsezko papera aztertzen du, baita hainbat arrazoi tarteko ekonomia horiek oinarri industrial indartsu bat mantentzeko dituzten zailtasunak ere. Arrazoi horien artean, azken krisialdiaren ondorioak zein ekonomiak manufakturaren kaltetan finantza eta zerbitzu sektoreengan duen mendekotasuna daude. Jarraian, eta uneotan europar agenda politikoak manufakturarena hazkundera eta enplegua zuzenean zein zeharka sortzeko funtsezko sektorea dela aitortzen duela ikusita, Europaren berrindustrializazio arrakastatsua ahalbidetu dezaketen estrategiak aztertzen ditu. Horrenbestez, globalizazio ekonomikoa, gorabidean diren ekonomien lehiakortasun hazkundera eta teknologia agerpena kontuan izanik, egileak hiru estrategia disruptibo zehatz deskribatu eta proposatzen ditu: (1) negozio eredu berriak sustatzea; (2) ekosistema industrialak sortzea berrikuntza sistemikoaren bitartez, eta (3) egiazko balio kate europar bat sustatzea eta bere aldeko apustu irmoa egitea.

Mikel Navarro eta **Xabier Sabalza** euskal herritarrek egindako artikulua Industria 4.0 ekimenak herrialde aurreratueta zein testuingurutan sortzen diren aztertuz hasten da. Jarraian, ekimenok duten potentzialtasuna azpimarratzen da, batik bat Erabilera Orokorreko Teknologiekin (GPTs) harremanean. Ildo horretan, munduan uneotan dauden joera desberdinak aipatzen dira, Ameriketako Estatu Batuen estrategia teknologia horietara guztietara irekitzen den bitartean, Alemanian apustua beste bat baita: industria lidergoko egoera batean oinarrituta, iraultza digitala eta Internet oinarri gisa baliatzea industriaren digitalizazioa (eskaria) eta osagai eta sistema ziberfisikoak (eskaintza) uztartzen dituen estrategia dual bat formulatzeko. Jarraian Euskadiren estrategia aztertzen da. Basque Industry 4.0 izeneko estrategiak Alemaniako Gobernuak hamarkada honen hasieran Industrie 4.0 izenarekin abian jarritako estrategia hartzen du oinarri, hori bai, euskal ekoizpen sarearen berezko ezaugarrietara hobeto egokitzen diren hainbat irizpide kontuan izanik: ikuspegi duala hornitzaile eta erabiltzaileetan oinarritutakoa baino, beste teknologia batzuetara eta ez bakarrik digitaletara irekitzea, eta teknologiak balio proposamenean integratzea eta ez soilik euskarri gisa erabiltzea. Basque Industry 4.0 estrategia indarrean jartzearen konplexutasunaren jakitun, artikulua strategiaren antolakuntza eta hedatzearen zein aktore ezberdinen partaidetzaren inguruko hainbat gomendio kritikorekin amaitzen da.

Jarraian, **Esperanza Marcos** eta **M^a Luz Martín Peña** adituek, Industria 4.0ren karakterizazioa egiten dute, dituen erronka nagusiak aztertuz. Ildo horretan, erronka horiei aurre egiteko behar bezala prestatutako profesionalak izatearen ga-

rrantzia azpimarratzen dute. Nabarmentzen dutenez, profesionalok, ezagutza sakon eta espezifikoak izan eta gutxienez diziplina bat menperatzeaz gain, beste diziplina batzuetara errazki egokitzen diren gaitasun transbertsalak ere izan behar dituzte, beste arlo batzuetako ezagutzak dituzten pertsonekin lan egiteko gai izanik. Horrela, enpresa globalizatuen ezaugarri diren lantalde multikultural eta multidiziplinarrak arrakastaz kudeatzeko gai izango dira, betiere enpresotan erabiltzaileen beharrei erantzutea lortzea faktore erabakigarria dela kontuan izanik. Egileek *T-shaped* profesional gisa izendatzen dituzte profesionalok, eta, horien artean, zerbitzu ingeniariak aipatzen dituzte, konektibitate osoko agertokia definitzen baitute berrikuntza teknologiko etengabearen eta irtenbideen planteamenduaren bitartez. Aldiz, uneotan oso unibertsitate gutxi eskaintzen dituztela horrelako ikasgaiak ardatz dituzten gradu eta masterrak nabarmentzen dute. Horregatik, Industria 4.0k eskatzen dituen *T-shaped* profesional berriak prestatzeko ikasketa zentroek euren curriculumak egokitu beharko dituztela aurreratzen dute.

Azkenik, zerbitutzazioari eskainitako blokea **Heiko Gebauer** adituak ur tratamendurako ekipamenduen merkatuari buruz egindako ikerkuntza kualitatiboko azterlan batekin irekitzen da. Azterlan horretan, teknologia berrietan oinarrituta, enpresek merkatu segmentu berri horretan jarduteko behar dituzten gaitasun eta baliabideak aztertzen ditu, hau da, produktuak eskaintzetik zerbitzuak ematera igarotzeko zer egin behar duten. Segmentuaren bizi-zikloaren hasierako fasetik bertatik hasita egin behar dute gainera, nahiz eta oro har zerbitzu-eskaintza euren produktuak jada heldutasun fasean dauden enpresekin lotzen den. Horretarako, elkarriketak eta kasuen azterketak erabilita, baliabideen eta gaitasunen marko bat garatzen du industria baten bizi-zikloaren hasierako fasean zerbitzuak eskaintzeko. Azterlanean, hasierako fase horretan zerbitzuak arrakastaz garatzeko lau baliabide kritiko daudela ondorioztatzen du: (1) baliabide finantzarioak (kanpokoak), (2) baliabide teknologikoak, (3) kapital soziala eta (4) zerbitzuen baliabideak. Zerbitzu-eskaintzan arrakasta izateko, enpresek baliabide horiek gaitasun espezifikoko batzuk baliatuta hedatu behar dituzte, horrela negozioaren hasierako fasetik bertatik erabilerara bideratutako produktu-zerbitzu sistemekin (PSSs) arrakasta izan ahal izateko. Aurkikuntza horrek ezbaian jartzen du produktueta bideratutako enpresak erabilerara bideratutako PSSs izatera industria baten bizi-zikloaren heldutasun-fasean bakarrik igarotzen diren ustea.

Bloke honetako bigarren artikuluan, **Tim Baines**, **Ali Bigdeli** eta **Carlos Galera** adituek honako gaien inguruko ebidentzia nagusiak deskribatzen dituzte: zerbitutzazio estrategiak hartzeko moduak, zerbitzu sektorea manufakturaren kaltetan sustatzearen onuren eta arazoen gaineko eztabaida bizia, eta zerbitzuen eta manufakturaren oreka desiragarria zein izan beharko litzatekeen bai enpresa fabrikatzaileen artean bai ekonomian. Egileentzat eztabaida horietan baliatzen diren argumentu klasikoak ez dira praktikan baliagarriak, jatorrizko ekipamenduen fabrikatzaileak (*OEM Original Equipment Manufacturers*) eurak ari baitira zerbitzu hornitzaile bi-

hurtzen, jatorrizko ikuspegia erabat lausotuz. Euren ondorioak oinarritzeko, Delphi metodoa aplikatzen duen ikerketa bat erabiltzen dute. Azterketak Britainia Handiko ekoizpen ehuna modu tranbertsanean ordezkatzan duten tamaina ezberdineko 28 erakundetako 33 goi exekutiboren lekukotza eta iritziak jasotzen ditu. Analisisia oinarritzeko bost arlotan egituratzen da: (1) zerbituzazioa eta zerbitzu aurreratuak, (2) eraldaketa-prozesua: estimulak, pizgarriak eta antolamendu-aldaketa, (3) inpaktua bezeroan eta fabrikatzailean, (4) erraztaileak eta inhibitzaileak eta (5) enpresetarako zein ekonomiarako potentziala. Emaita gisa zortzi puntu nagusi aurkezten dira eta puntu horiek zerbitzuaren lehiatzeko manufakturrek izaten duten prozesu estrategikoari buruz dugun jakintza zabaltzen laguntzen dute kolektiboki.

Zerbituzazioaren blokea amaitzeko, **Bart Kamp** adituak kontzeptua bere alderdi ugarietan oinarrituta azaltzen du: zer errepresentatzen duen, zergatik ulertzen den gaizki edo ez den kontuan izaten, eta zergatik den garrantzitsua industria-aktoreek zerbituzazio-praktikak hartzearen inguruan hausnartzea. Era berean, zerbituzazioarekin lotutako ideiak martxan jarrita enpresek zer onura izan ditzaketan ere azaltzen du, baita nola konpetentziatik nabarmendu eta bezeroen fidelizazioa lortu ere. Hala, nolabaiteko *eskuliburu* bat eskaintzen die negozioa gehiago zerbituzatzeko apustua egin nahi duten enpresei, alde onak eta txarrak zein diren azalduta. Industria 4.0 eta zerbituzazioaren artean sor daitezkeen sinergia posibleak azaltzeaz gain (produktuak, ekoizpen-prozesuak eta bezeroarekin harremanak esmartizatuta sortuko lirateke, hain justu), azaltzen du esandako esmartizazio horrek eta IKTak gehiago erabiltzeak industria-enpresen arteko zerbituzatzeko joera moteldu egingo lukeela. Hartara, artikuluak zubi bat eraikitzen du Industria 4.0 eta zerbituzazio kontzeptuen artean. Artikuluak, amaitzeko, enpresek negozioa (gehiago) esmartizatzeke garaian izaten dituzten hiru traba mota berrikusten ditu, bai eta industria-enpresentzako eta erabaki politikoak hartzen dituztenentzako gomendioak eman ere.

* * * * *

Azkenik, Beste Kolaboratzaile Batzuk atalean, **Joan Rosselló** eta **Andreu Sansó** erkidegoek Espainiako sistema publikoaren barruan duten finantzaketari heldu diote, eta autonomia-erkidegoen egungo zerga-saldoak azaltzen dituzten faktoreak aztertu dituzte. Emaita enpirikoek iradokitzen dutenez: a) zehaztutako epe luzeko defiziten helburuak ez lirateke eskualde guztien artean linealki banatu behar, ez eta denbora-muga berarekin ere, bete daitezke; b) finantzaketa-akordioak Estatuak autonomia-erkidegoei defizita transferitzea saihesteko birdiseinatu beharko lirateke; eta c) aurrekontu-koordinazio handiagoa egon beharko litzateke autonomia-erkidegoek beren sektore publiko instrumentalaren bidez gastu- eta zor-murrizketak saihestu ahal izatea ekiditeko.

One of the consequences of the steadily rise in globalisation that has taken place since the end of the crisis in the late 1970s and early 1980s has been a reduction in the weight of the industrial sector in developed economies, especially in terms of employment. This process is related to the delocation or «off-shoring» of production operations, usually in search of a competitive edge based on lower labour costs. In the wake of this increasing deindustrialisation in the West, there is now an increasing awareness of the crucial importance of industry to advanced economies.

After many years of seeing manufacturing activity offshored to China and the Pacific Rim, interest began to grow in the USA in facilitating back-shoring processes, and in 2012 PCAST (the President's Council of Advisors on Science and Technology) advocated giving advanced manufacturing a more prominent role in domestic industry so as to make it more competitive and regain ground in the distribution of manufacturing activities in the global economy.

At the same time similar concerns for encouraging the revitalisation of industry were being voiced in Europe. Communication 2014 (14) of the European Commission, which bears the title «For a European Industrial Renaissance», states that manufacturing is essential for creating jobs, spurring growth across the continent and encouraging competitiveness. In that document the European Commission urged Member States to acknowledge the crucial importance of industry. It also established a number of priority actions required to encourage competitiveness in European industry: modernisation through investment in innovation, efficiency in the use of resources, new technologies and capabilities and access to funding.

In the context of the Basque Country industry and industrial policy have always been a key pillar of strategies for development. Manufacturing in the region is seen as a catalyst for innovation, job creation and added value for the economy as a whole, because it acts as a driver for other, non-industrial sectors. It should therefore be no surprise that *Ekonomiaz* is joining in the debate which has placed the revitalisation of manufacturing at the heart of public sector policies, particularly in view of the fact that this new industrial renaissance is inextricably linked to the profound transformation of the sector brought about by the two trends referred to as Industry 4.0 and servitisation.

Industry 4.0 is concerned with the rise in advanced manufacturing made possible by innovative technologies such as additive manufacturing, collaborative robots, sensorisation, telemetry, cyber-physical systems, augmented reality, cloud comput-

ing and big data analysis. It is a true renaissance for the sector, which is expected to have greater economic impact in the form of high, sustained growth in productivity.

The rise in servitisation stems from the fact that it is now understood that this industrial renaissance involves not only more sophisticated technology but also the need for innovation in business models, with a shift towards providing the market with offers based on systems covering both product and services. The term «servitisation» is used because the logic behind it is centred not on selling a tangible, physical object but on providing a service, thus increasing and enriching the value of manufactured goods through a range of other activities (installation, maintenance, advisory services, training, upgrades and updates in functions, monitoring of performance and wear, management support, etc). There is an upsurge in competition strategies based on services and on business models that strengthen the links between manufacturers and users; one of the keys to that strategy is for industrial firms to add intangible services and interfaces to their tangible products so as to permit connections and interoperability between devices and underlying functions.

In short, servitisation is a formula that can be used by industry to reinvent itself and regain importance in the economy as a whole, as indicated in publications such as the 2013 European Competitiveness Report *Towards Knowledge-Driven Reindustrialisation* and in *Smart Service Welt* (2015) by Acatech (the German Academy of Science & Engineering). This latter report clearly advocates a blend of the concepts of Industry 4.0 (and therefore of smart products and smart production, known as «smartisation») with the development of advanced services and the strengthening of links between suppliers and users of products and services (servitisation).

It must be noted that the concepts of Industry 4.0 and servitisation are tools for the revitalisation of industry, but at the same time they are levers that actors in the industrial sector must use if they are to be competitive. They provide both support for the renovation of the sector and its recovery in macroeconomic terms and a «filter» for competitiveness at the microeconomic level that enables those firms which are best able to adapt to their requirements to stand out.

In view of the political will that can be observed at various levels of government in regard to the repositioning of industry, we may be witnessing an interesting new scenario for industrial competition in which public sector policies may play an influential role. That competition takes place not only on an intercontinental level but also between regions, so it will be of interest, for instance, to see what policies and initiatives are adopted by the various regions of Europe.

Seeking to encourage this transformation in policies and in industry, this monographic issue tackles its theme via three blocks of articles: the first looks at reindustrialisation on the conceptual, macroeconomic and spatial levels; the second deals directly with advanced manufacturing; and the third focuses on servitisation.

The first block opens with an article by **Göran Roos** that describes the link between the concept of the economic complexity of a country and its welfare, and looks at the reasons why manufacturing, especially advanced manufacturing, constitutes a basis for national prosperity. It also examines trends in essential technologies that are likely to affect both manufacturing and service activities themselves and their impact on business and on society as a whole in terms of improvements in productivity, skills and job creation, forms of organisation and the global dispersal and concentration of activities for the creation of value. The author concludes that the technological developments that have taken place will have a positive effect on national prosperity in countries where there is a high level of economic complexity provided that suitable policies are implemented, especially as regards the development of a sufficiently large, highly qualified workforce. In less economically complex countries the prospects are less positive, and unless policies are successfully implemented to increase their complexity quickly national prosperity is likely to decrease, and this in turn is likely to have a negative effect on individuals as their skills prove unsuitable in a context of low demand for labour.

Gabriela Dutrénit gives an account of industrialisation in Latin America and of the difficulties that exist there in implementing processes of structural change. She discusses potential strategies for strengthening industry in the region, focusing on two approaches: one in which the model of development is based on the use of the natural resources available in each country and the other, in line with conventional development economics, based on manufacturing industry as the driving force behind the economy. The article seeks to examine the challenges faced by the region in general. The case of Mexico in particular is used to assess the advantages, drawbacks and difficulties of the two approaches.

Matilde Mas and **Eva Benages** then examine the debate of «manufacturing versus services» in terms of which sector provides better and greater economic growth. They apply two criteria to assess the arguments for each side: capacity for job creation and capacity for showing a positive rate of growth in productivity. Using the PREDICT database, which features a high degree of disaggregation and data drawn from the European Union and other countries, they conclude that the service sector meets both the said criteria but the manufacturing sector does not. They also highlight the importance of manufacturing and services subsectors based on ICTs and those which are not based on ICTs but are R&D intensive, due to their capacity for creating jobs and increasing productivity.

Closing the first block and providing a link to the second, the article by **Claire Dhéret** begins by analysing the key role of manufacturing in European economies and the difficulties that those economies encounter in maintaining a sound industrial base because of the consequences of the recent crisis and the high-level of dependency of the economy on the financial and service sectors, in detriment to manufacturing. In view of the fact that the European political agenda now acknowledges

the importance of manufacturing as a key sector for increasing growth and creating jobs both directly and indirectly, the article then examines what strategies can be implemented to lead to successful re-industrialisation in Europe. Taking into account economic globalisation, increasing competitiveness among emerging economies and the appearance of disruptive technologies, the article sets out three specific strategies: (1) promoting new business models; (2) creating industrial ecosystems through systemic innovation; and (3) favouring and fostering a genuine European value chain.

The article by **Mikel Navarro** and **Xabier Sabalza** begins by analysing the context in which the Industry 4.0 initiative emerged in advanced countries and assessing its potential by relating it to GPTs (General Purpose Technologies). They highlight the difference in the approaches taken in the USA, where the strategy is to open up more to such technologies as a whole, and in Germany where the initial position of industrial leadership has led to a greater focus on the digital revolution and the Internet of Things in drawing up a dual strategy for digitising industry (demand-side) and producing cyber-physical systems and components (supply-side). The article then goes on to look at the strategy in the Basque Country, referred to as Basque Industry 4.0. This strategy takes as its point of reference the strategy launched by the German government in the middle years of the decade, known as Industrie 4.0. The authors highlight certain criteria that may serve to adapt the strategy better to the characteristics of the production fabric in the Basque Country: a dual approach rather than suppliers and users, opening up not just to digital but also to other technologies and not only using them for support but integrating them into value propositions. The article ends with a number of critical recommendations concerning the organisation and deployment of this strategy and the participation of the various actors, bearing in mind the inherent complexity of the tasks involved.

Esperanza Marcos and **M^a Luz Martín Peña** describe the characteristics of Industry 4.0 and the challenges that must be faced, and then go on to examine the importance of having specialists with the right training to meet those challenges. They argue that such specialists must not only have specific, in-depth expertise and mastery of at least one discipline but also cross-sectoral skills that can easily be adapted to different disciplines; they need to be able to interact with people from other knowledge areas, and to successfully handle the management of multicultural, multidisciplinary teams in a globalised business, with user satisfaction as a determinant factor. The authors refer to these specialists as «T-shaped»: they include service engineers, who define the scenario of total connectivity through continuous technological innovation and the proposal of solutions. They find, however that few universities currently offer undergraduate and master's degrees of this type, and suggest that universities need to adapt their curricula if they are to successfully produce the new, T-shaped specialists required by Industry 4.0.

The block of articles on servitisation opens with a contribution by **Heiko Gebauer**, who takes a qualitative research study on the market for water treatment equipment based on new technologies as a basis for examining the capabilities and resources that firms operating in this new market segment need if they are to switch from supplying products to providing services during the initial stage of the life-cycle of the segment, when service provision is generally associated with firms whose products are already a mature. Using interviews and case studies, the author develops a resource capacity framework for services at the initial stage of the life-cycle of an industry. The article concludes that four critical resources are required to develop services successfully at this stage: (1) financial resources (external); (2) technological resources; (3) stock capital; and (4) service resources. If they are to become successful service providers firms need to deploy these resources through a number of specific capabilities that enable them to make good use of use-oriented PSSs (Product-Service Systems) from the outset of the business. This finding calls into question the assumption that product-oriented firms switch to use-oriented PSSs only at the mature stage of the life-cycle of an industry.

In the second article in this block, **Tim Baines, Ali Bigdeli and Carlos Galera** describe the main evidence obtained concerning the adoption of the strategy of servitisation, examining the intense debate ongoing concerning the rights and wrongs of favouring the service sector over manufacturing and where the desirable balance lies between services and manufacturing among businesses that see themselves as manufacturers and indeed in the economy as a whole. The authors hold that the conventional arguments in this debate do not stand up in practice, because OEMs (Original Equipment Manufacturers) themselves are turning into service providers, thus blurring the lines originally traced. Their conclusions are grounded on research using the Delphi method, with statements and opinions from 33 high-ranking executives at 28 organisations of different sizes, representing a cross-section of the production fabric in the UK. Their analysis focuses on five basic areas: (1) servitisation and advanced services; (2) the process of transformation: stimuli, incentives and organisational change; (3) impact on customers and manufacturers; (4) facilitating and inhibiting factors; and (5) the potential for firms and for the economy as a whole. Their findings are presented in the form of eight proposals which together help to extend knowledge of the strategic process adopted by manufacturing firms with a view to competing in services.

Bart Kamp ends the servitisation block with an explanation of the multiple facets of the concept: what it represents, why it tends to be misunderstood or overlooked and why it is important for industrial actors to assess the adoption of servitisation practices. He explains what advantages firms can obtain by implementing the ideas that underlie servitisation and how such ideas can help them stand out from their competitors and increase customer loyalty. The article provides a sort of playbook manual for firms that wish to explore the pros and cons of potentially increasing ser-

vitisation in their businesses. He goes on to point out potential synergies between concepts such as Industry 4.0 and servitisation through the smartisation of products, production processes and relations with customers; it shows how such smartisation can, along with increased use of ICTs, leverage the trend towards servitisation among industrial firms. The article thus provides a bridge between the concepts of Industry 4.0 and servitisation. It also examines three types of obstacle that may prevent firms from increasing the level of smartisation of their businesses, and concludes with recommendations for industrial firms and political decision-makers.

* * * * *

Finally, in the «Other Contributions» section, **Joan Rosselló** and **Andreu Sansó** examine the funding of the regional autonomous communities within the Spanish public system, analysing the factors that explain the current tax balances of the autonomous communities. Empirical findings suggest that: a) the long-term deficit targets set should not be distributed in a linear fashion or indeed over the same time frame for compliance in different regions; b) funding agreements should be redesigned to prevent the central government from being able to transfer deficits to the autonomous communities; and c) there should be greater budget coordination to prevent autonomous communities from evading spending and borrowing constraints through their instrumental public sectors.

EKONOMIAZ

RENACIMIENTO INDUSTRIAL, MANUFACTURA AVANZADA Y SERVITIZACIÓN

Manufacturing: facts, trends and implications

En este trabajo se analiza por qué la fabricación, y especialmente la fabricación avanzada, constituyen la base de la prosperidad nacional. También se discute la evolución de las tecnologías esenciales que afectarán tanto a las actividades de servicios y manufacturas como su impacto en las empresas y en la sociedad en términos de mejoras en la productividad, habilidades y puestos de trabajo, formas de organización y dispersión y concentración global de las actividades de creación de valor. Se concluye que, en los países con una alta complejidad económica, los desarrollos tecnológicos producidos tendrán un efecto positivo en la prosperidad nacional, siempre y cuando se cree y mantenga una política adecuada, especialmente en lo que se refiere al desarrollo de un contingente de mano de obra altamente cualificada y suficientemente grande. Para los países con una baja complejidad económica la perspectiva es más difícil y a menos que se persiga con éxito una política para aumentar rápidamente la complejidad económica, es probable que se reduzca la prosperidad nacional afectando más negativamente con altos niveles de desempleo a las personas con una falta de adecuación de sus habilidades en un contexto de baja y descendente demanda de trabajo restante.

Lan honetan, fabrikazioa –eta bereziki, fabrikazio aurreratua– oparotasun nazionalaren oinarria izatearen arrazoia aztertzen da. Halaber, bai zerbitzu- eta manufaktura-jardueretan bai enpresetan eta gizartean eragina izango duten funtsezko teknologien bilakaera eztabaidatuko da; produktibitatea, gaitasunak, lanpostuak, antolatzeko moduak eta balioa sortzeko jardueren kontzentrazioa eta sakabanaketa globala hobetzea eragingo duten teknologiena, hain zuzen. Ondorioztatzen denez, konplexutasun ekonomiko handiko herrialdeetan, garapen teknologikoek oparotasun nazionallean eragin positiboa izango dute, betiere politika egokia ezartzen bada eta horri eusten bazaio; bereziki, goi-mailako kualifikazioa duen behar adinako eskulana garatzeari dagokionez. Konplexutasun ekonomiko txikiko herrialdeen kasuan, ikuspegia zailagoa da, eta, konplexutasun ekonomikoa azkar areagotzeko politika arrakastatsu bat ezarri ezean, baliteke oparotasun nazionala murriztea eta horrek beren gaitasunak egokitu ez dituzten pertsonengan, langabezia-tasa handia dutenengan, eragin negatiboagoa izatea beherantz doan lan-eskaera txiki-kiko testuinguruan.

This paper articulates why manufacturing, and specifically advanced manufacturing, forms the basis for national prosperity. It also discusses the future developments of key technologies that will impact both manufacturing and service activities and their impact on both firms and society in terms of productivity improvements, skills and jobs, organizational forms and global dispersion and concentration of value creating activities. It concludes that in countries with a high economic complexity the technology-enabled developments will have a positive effect on national prosperity as long as a sensible and predictable policy environment is created and maintained, especially in relation to the development of a sufficiently large and relevantly skilled labour pool. For countries with a low economic complexity, it concludes that the outlook is more challenging and unless a policy to rapidly increase the economic complexity is successfully pursued the overarching outcome is likely to be one of reduced national prosperity further negatively impacted by high levels of unemployment of individuals with a skill mismatch as compared to the low and reducing remaining demand for labour.

Table of contents

1. The link between economic complexity and national prosperity
 2. The argument for Manufacturing
 3. Industrial renaissance
 4. The future of Manufacturing
 5. Conclusions
- Bibliographic references

Palabras clave: Manufactura, sevitzación, política industrial.

Keywords: Manufacturing, servitization, industrial policy.

JEL codes: O31, O33.

1. THE LINK BETWEEN ECONOMIC COMPLEXITY AND NATIONAL PROSPERITY¹

Future national prosperity is a function of present and future economic complexity: the higher the economic complexity, the higher the potential to create national prosperity. In order for high economic complexity to translate into the creation of high national prosperity, the following conditions should be met (Hausmann *et al.*, 2011; Roos, 2012a; Roos, 2014a):

1. A broad portfolio of products and services with a high level of export.
2. A high level of uniqueness across all these products and services i.e. not many other countries (preferably none) are able to produce and export these products and services.
3. The complexity of these products and services should be high in their own right i.e. they should require many different inputs, and a very high share of these inputs should be provided, in terms of value added, by suppliers located in the same country who, due to their unique offerings or their extremely high value for money offerings, form a better solution than sourcing from outside the country.

¹ To contextualise the issues raised in this paper, examples are used. As far as data availability allows it, these examples refer to Spain.

A country's economic complexity is a function of its nationally distributed diversity of useful technical expertise and specialized capital equipment, the value of which cannot fully be realized without the other necessary factors of co-specialized relationships, processes, systems, information and knowledge (of which a large amount is tacit and therefore difficult to acquire).

This diversity contributes to higher efficiency, effectiveness and increased productivity of both labour and capital, and is reflected in the economic structure that emerges for holding and combining all these resources (Roos, 2014a). It is the continuous development of this structure that allows for increased absorption, diffusion and utilization of all these resources. In turn, this leads to increased specialization and increased ability to absorb, distribute and deploy the result of this increased specialization in a virtuous circle (Roos, 2014a). This continuous and positive process is necessary and must be guided forward in order for the nation to maintain and increase its absolute and relative economic complexity and hence its ability to generate national prosperity (Roos, 2014a). This is clearly seen in the competitive advantages countries with an effective and continuous process of this type enjoy, with the subsequent prosperity generated from competitive advantages that differ from normal price-based competition. Examples of such countries are Germany, Japan, Switzerland and Sweden.

The potential for high economic complexity is grounded in a society's ability to accumulate and effectively exploit the wealth of productive knowledge that is widely distributed in small units among its individuals and organizations.² This reasoning is an extension of Adam Smith's idea that economic progress is the result of an increasingly specialized division of labour (Smith, 1776; Young, 1928; Pisano & Shih, 2009) grounded in a cumulative body of knowledge which we, as individuals, would not have the capacity or ability to hold or master. If necessary expertise is lacking it is not possible to develop and produce more advanced offerings, which provides the argument for ensuring both a deep and broad level of expertise within a country. Development and production of advanced offerings takes place in an environment of mutual dependence that requires cooperation between different actors. This is why there is a strong correlation between the level of cooperation in a national innovation system and the level of growth in economic complexity and hence, prosperity. The more these interdependencies involve actors who are, or may be, localized within a country or region, the greater the potential for that country or region to absorb the benefits generated from a locally or nationally-anchored complex value chain (Roos, 2014a).

² From this it can be seen that anything that reduces the transaction cost of reaching out and connecting to agents in the system would drive an increase in both productivity and economic complexity. This is why the initial benefits of ICT originated in the "C" (not the "I"), and why the next level of benefits sits in the additional reduction in coordination costs for managing complex networks. This will add the "I" to the "C", and as a side effect, is likely to reduce the total transaction and coordination costs of external structures to below the cost of organizational internal structures and hence generate completely new organizational forms.

Table 1. SPAIN'S RELATIVE POSITION IN TERMS OF ECONOMIC COMPLEXITY COMPARED TO OTHER COUNTRIES OVER TIME

Ranking	1964	1968	1978	1988	1998	2008	2012
No. 1	Switzerland	Japan	Japan	Japan	Japan	Japan	Japan
No. 2	Sweden	Switzerland	Sweden	Sweden	Switzerland	Switzerland	Switzerland
No. 3	Austria	Sweden	Switzerland	Switzerland	Sweden	Sweden	Sweden
No. 4	United Kingdom	Austria	Austria	United Kingdom	United Kingdom	Austria	Korea, Rep.
No. 5	Japan	United Kingdom	United Kingdom	Austria	Finland	Finland	Finland
No. 6	France	United States	United States	France	United States	Singapore	United Kingdom
No. 7	United States	Italy	France	Finland	Austria	United Kingdom	Austria
No. 8	Italy	France	Italy	Italy	France	France	Singapore
No. 9	Belgium	Finland	Belgium	Denmark	Belgium	Korea, Rep.	United States
No. 10	Norway	Norway	Finland	United States	Ireland	United States	France
No. 11	Denmark	Belgium	Denmark	Belgium	Italy	Hungary	Hungary
No. 12	Finland	Denmark	Norway	Ireland	Denmark	Italy	Israel
No. 13	The Netherlands	The Netherlands	Ireland	The Netherlands	The Netherlands	Denmark	Ireland
No. 14	Hong Kong SAR China	Hong Kong SAR China	The Netherlands	Norway	Israel	Ireland	Denmark
No. 15	Poland	Hungary	Canada	Spain	Singapore	Israel	Italy
No. 16	Ireland	Panama	Spain		Spain	Mexico	The Netherlands
No. 17	Hungary	Ireland				Belgium	Poland
No. 18	Portugal	Poland				The Netherlands	Belgium
No. 19	Korea, Rep.	Portugal				Poland	China
No. 20	Israel	Canada				Hong Kong SAR China	Malaysia
No. 21	Panama	Korea, Rep.				Romania	Mexico
No. 22	Canada	Spain				Spain	Hong Kong SAR China
No. 23	Bulgaria						Spain
No. 24	Spain						

Source: (<http://atlas.media.mit.edu/rankings/country/>).

Table 1 illustrates Spain's relative position in terms of economic complexity compared to other countries over time. As can be seen, Spain's relative position has had a $\cap$ -shaped development. A peak around 1988 was preceded by a 24-year long 10-position rise and followed by a 24-year long 9-position decline. Take note that the real situation in terms of ranking is in fact worse than the table indicates, since countries that have emerged over time [like the Baltic countries] or changed [like Germany] are excluded from the comparison. Given this trend it will be difficult for Spain to maintain or increase its absolute or relative prosperity.

When analyzing more in detail what drives the economic complexity of a country, it turns out that services generally have a lower economic complexity than the products they are related to. It also shows that the production of the equipment used to manufacture goods generally has higher economic complexity than the production of the goods themselves. Furthermore, the production of multifarious systems generally leads to a higher economic complexity than the production of the components or subsystems that make up the overarching system. As an example, the production of a submarine leads to a +/- 2.5-3 times higher economic complexity than the production of a frigate or main battle tank and to an approximate 3-4 times higher complexity than the production of an armoured modular vehicle. This difference in complexity is not linearly proportional to the number of components used as there are approximately 350,000 components in a submarine compared to around 23,000 in an armoured modular vehicle. From this it is clear that the integration of complex systems inside a country using the highest possible domestic share of the supply chain (given that each supplier offers the globally best trade-off between performance and price) leads to an increasing national economic complexity, resulting in substantially higher economic benefits. This has been illustrated by Eliasson (2010) in a study where he concluded that if the spill-over value is divided by the development investment, a multiplier of at least 2.6 could be applied to the highly complex Swedish Griffin Fighter project. These identified spill-over effects that stem from the core technologies applied, related technologies, general engineering technologies and general industrial technologies, all contribute to the industrial commons, i.e. the economic complexity and development of localized industrial competence provoking further agglomeration benefits (Roos, 2014b).

These spill-over effects vary from very low to very high as a consequence of the economic complexity of the region in which the system integration and production takes place, as can be deduced from the review by Birkler *et al.* (2015).

As further examples, the production of equipment for food e.g. separators, control systems, etc. has approximately twice the economic complexity of the food produced using this equipment. Similarly, production of machinery for paper and pulp production has a 50% higher complexity than the production of paper or pulp. Finally, services in the form of financial services have a 30% higher economic complexity than the production of transport services (Hausmann & Hidalgo, 2013).

This means that to create the basis for sustainable prosperity, a country must have industrial activities involving systems, products and services with high economic complexity. From the above it also follows that manufacturing, and especially system suppliers and system integrators, is the foundation for achieving high economic complexity and high prosperity. This can be illustrated by means of the Spanish case if one looks at the ranking of Gross Regional Product (GRP) per Capita for the Spanish Autonomous Communities (Table 2), which is topped by communities with a sophisticated industrial base. In the case of Madrid, which is a headquarters and public sector-based economy, the GRP per capita would not be sustainable without the industrial base located elsewhere that procures, exports, or imports the inputs required by the products and services provided on behalf of the firms that locate their headquarters in Madrid and the tax revenue generated from this industrial base located elsewhere.

Table 2. **GROSS REGIONAL PRODUCT PER CAPITA - SELECTED SPANISH AUTONOMOUS COMMUNITIES**

Autonomous community	Euro (2012)	Exceeding the Spanish national average by
Basque Country	30,829	+35,4%
Community of Madrid	29,385	+29,0%
Navarre	29,071	+27,7%
Catalonia	27,248	+19,7%
Aragon	25,540	+12,2%

Source: INE, 2013.

2. THE ARGUMENT FOR MANUFACTURING

Given that the physical production of multifarious systems has the highest complexity of all types of production, it is clear that maintaining a sophisticated manufacturing industry is critical for national prosperity. Approaching the issue of national prosperity from another angle, the arguments for such a sophisticated (frequently labelled: advanced) manufacturing base can be broken down into five key arguments that both underpin and complement the argument for economic complexity.

2.1. **Manufacturing is the biggest spender of applied research and innovation with spill-over effects into the rest of the economy**

The absolute majority of R&D spending in the world is geared towards manufacturing. This manufacturing R&D is not evenly spread and it is clear that countries with a high level of R&D have an advantage over those with lower R&D.

According to the National Science Foundation's 2008 Business R&D and Innovation Survey of US businesses, 22% of manufacturing companies (against only 8% of non-manufacturing companies) introduced a new or significantly improved good or service between 2006 and 2008. The same percentages apply to manufacturing and non-manufacturing companies' use of new production, distribution, and support activity processes during that time. All manufacturing industries, including such reputedly "low technology" ones as wood products, furniture, and textiles, exceeded the non-manufacturing averages for both product and process introductions. By comparison, only a few science and information technology-intensive non-manufacturing industries (software, telecommunications / Internet service / Web search / data processing, computer systems design & related services, and scientific R&D services) equalled or exceeded the manufacturing averages (Borroughs, 2010). And there are no indications that this pattern is fundamentally different in any other developed nation.

In the UK, manufacturing businesses are more likely to engage in R&D with 41% of manufacturing firms with ten or more employees allocating resources to R&D in 2010 compared with an average of 23% of businesses in other sectors (Foresight, 2013).

In the US, manufacturing firms spend close to 70% of all business R&D (National Science Foundation, 2011) and they employ almost 60% of all domestic scientists and engineers (Wolfe, 2009).

Between 2000 and 2011, 72%-79% of total UK business R&D expenditure was associated with manufacturing (Office for National Statistics, 2010). In 2010, 26% of UK manufacturing businesses with ten or more employees carried out process innovation, whereas this was only the case for less than 14% for non-manufacturers. Meanwhile, 44% of UK manufacturing businesses with ten or more employees undertook product innovation versus less than 26% of the non-manufacturers (Department for Business, Innovation and Skills, 2012).

One of the key areas of research and innovation for securing tomorrow's successful manufacturing industries are the so-called "Key Enabling Technologies"³ (KET). Mastering of KETs needs to be a strategic priority to ensure the competitiveness of domestic industry and thereby its ability to produce future innovative offerings that can successfully compete on the global market. KETs have specific charac-

³ In this paper key enabling technologies include information and communication technologies including big data, big data analytics, artificial intelligence and internet-of-things; advanced production technologies including additive manufacturing and robotics; industrial biotechnology including microbial consortia engineering and synthetic biology; photonics; advanced materials including lightweight and ultra-strong materials, materials that can withstand aggressive environments, surface coatings, electronic and photonic materials, smart multifunctional materials and structures, biomaterial; nanotechnology; micro and nano-electronics. It is important to note that this list will change as science and technology continues to advance, in other words KET is a dynamic concept.

teristics that separate them from other “enabling technologies”: they are embedded in innovative products across many sectors, they underpin strategic value chains, and they form industry sectors in their own right.

From the above it is clear that economies with a low share of manufacturing in the economy will have a relatively poor R&D performance (no matter how large and successful their university and service sectors may be) and will hence suffer from the lack of associated spill-over effects. If the economy also has a low relative volume and performance of research in KETs, the future performance and size of any existing manufacturing sector is likely to decline with the associated negative effects on economic complexity and national prosperity as a consequence.

In addition to the above, manufacturing needs to be innovative to respond to the emerging issues and global trends that matter to customers and consumers in order to stay relevant (i.e. be able to create value), and to lay the foundations for appropriating the value created.⁴

Harvard professors Pisano and Shih (2009) have summed up the connection between a nation’s loss of manufacturing and its loss of innovative capabilities: *“In reality, there are relatively few high-tech industries where the manufacturing process is not a factor in developing new —especially radically new— products. That’s because in most of these industries, product and process innovation are intertwined. So the decline of manufacturing in a region sets off a chain reaction. Once manufacturing is outsourced, process-engineering expertise can’t be maintained, since it depends on daily interactions with manufacturing. Without process-engineering capabilities, companies find it increasingly difficult to conduct advanced research on next-generation process technologies. Without the ability to develop such new processes, they find they can no longer develop new products. In the long term, then, an economy that lacks an infrastructure for advanced process engineering and manufacturing will lose its ability to innovate.”*

2.2. Manufacturing is the key driver of productivity improvement with spill-over effects for the rest of the economy

In addition to, and closely linked with, economic complexity it is ultimately productivity improvements that matter for any country since these improvements can be converted into social good, e.g. higher living standards. Only a country with consistently higher productivity improvements than its competitors will be able to generate and maintain the high living standards expected and required by its population. Higher productivity improvements follow from higher economic complexity since the requirements to produce something that nobody else can produce will require solving problems that are not previously solved and many of these solutions will have productivity-enhancing effects. The creation and deployment of producti-

⁴ For more on this see e.g. Roos, 2011a; 2011b, 2012c; 2014c.

vity-enhancing innovations follow from the generation of new knowledge, enabling both the creation and deployment of these innovations.

This creation and deployment process is impacted by the cost and availability of both internal and external knowledge (Antonelli, 2013). This means that the lower the cost of accessing new knowledge, the higher the connectivity of the firm as relates to potential contributors of knowledge. In turn, the higher the frequency of unexpected events the firm is exposed to, the more likely it is that the firm will be able to create and implement an innovation that results in improved total factor productivity. Firms at the global productivity frontier are on average 4-5 times more productive than non-frontier firms in terms of multi-factor productivity, while this difference is more than 10 times with respect to labour productivity which includes capital intensity (McGowan *et al.*, 2015). Hence, the higher the economic complexity of the region, domain and economy in which the firm operates and is located, the higher its productivity improvement.

Enhancing manufacturing growth requires increasing productivity and inventing better manufacturing technologies that become embodied in capital equipment innovations and production system innovations. Today, these innovation activities are increasingly complemented with investing in understanding what general purpose technologies (including KETs) can be used for (whether or not the prospective applications are profitable) and how they can be pursued most effectively (Dosi *et al.*, 2009; Gambardella & McGahan, 2010; Koren, 2010; Regalado, 2012; Conti *et al.*, 2013).

All studies show that the productivity improvements of manufacturing outperform those of other sectors in the economy by a wide margin over time.⁵ Examples of such productivity-improving activities are, for instance, those taking place in Germany under the umbrella of Industry 4.0, a component of the German industry policy focussing on the cyber-physical interface. Through the deployment and development of technologies like Simulation, Additive Manufacturing, Autonomous Robotics, Augmented Reality, Internet of Things, Vertical and Horizontal System Integration, Big Data Analytics, Cloud-Based Solutions and Cyber Security, manufacturing can be transformed into an integrated system of production cells embodying new man-machine interactions resulting in optimized production flow, a minimized resource footprint, higher levels of efficiencies and a changed relationship between customers, producers and suppliers. The potential productivity gains over the coming 10 years are identified as being in the range of 5-8% or €90-150bn (Rüßmann *et al.*, 2015). As a consequence of both the development of new technology, the products and services that embody these technologies, and the increased demand that will follow for both the technologies, machines and the products produced on the basis of the former, it is forecast that over the next 10 years there will be an increased revenue stream equal to around 1% of Germany's GDP annually. In

⁵ See e.g. the data at <http://www.euklems.net/>

addition, since the demand growth will outstrip the associated productivity growth for the German industry, it is expected that there will be an associated employment growth of around 6% in total for the coming 10 years (Rüßmann *et al.*, 2015). Achieving these benefits will require German manufacturing firms to annually invest between 1% and 1.5% of their turnover in Industry 4.0 associated technologies, tools and services (Rüßmann *et al.*, 2015).

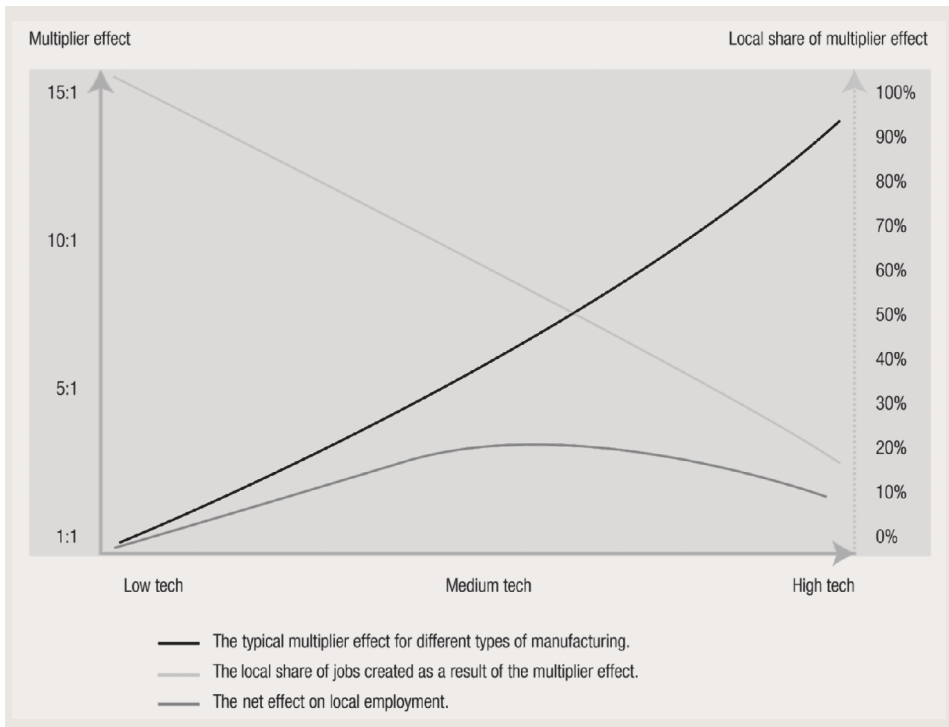
The employment multiplier perspective varies across industry sectors and whilst nations must pursue advanced manufacturing from a strategic prosperity point of view, they may –from a regional employment point of view– be better served tactically by pursuing medium-tech manufacturing that creates geographically concentrated clusters of similar companies and suppliers. This may explain the conflict between the objectives of regional and national governments on the speed of structural change and industry upgrading. The reason for not wanting to pursue low-tech manufacturing is that it is easily superseded by medium and high-tech manufacturing in terms of direct economic contribution to a given region. This is due to the higher skills (and associated higher wages paid by higher technology manufacturing) and the increasingly long supply chains that follow from increasingly high-tech manufacturing, which generates a higher multiplier effect for the host region. This development is increasingly positive for a region as it migrates away from low-tech manufacturing towards medium-tech manufacturing. The pattern changes, however, if a region should continue to evolve from medium-tech manufacturing to high-tech manufacturing. As products become more sophisticated, requiring complex subsystems and unique component inputs that can only be provided by highly specialized suppliers, there will be a need to access advanced global supply networks. As a consequence, the close proximity between the supplier's production activities and manufacturing or final assembly facility location often becomes less important. Although this is a positive development from a national perspective (as it increases the economic complexity and the potential for future national prosperity), it may have a negative employment impact on the region where this development takes place (an impact that can reduce over time as the industry matures and as suppliers emerge locally and are able to substitute global suppliers). Figure 1 shows the resulting relationship between the level of complexity in manufacturing and the potential local economic benefits. As can be seen, the figure suggests there is an optimum level of advanced manufacturing for a region, after which the benefit diminishes. This point could vary considerably and depends on a number of factors, including (Roos, 2014b):

- The present economic complexity of the region;
- The maturity, vitality and competitiveness of the manufacturing supply network;
- The presence of similar manufacturing organizations and public infrastructure, such as research universities and technology centres;
- How quickly certain industries migrate towards more or less mature states, and more or less fragmented or consolidated value chains;

- The entrepreneurial activity level in the region; and
- Regional and local investment activities of economic agents.

The optimum level is directly related to economic complexity: in a region with high economic complexity the optimum would be very close to the right-hand side, whereas in a region with a medium level of economic complexity the optimum would be to the right of, but very close to, the medium-tech results shown in Figure 1 (Roos, 2014b). This tension between the short-term employment outcomes and the long-term prosperity outcomes is one reason why there has to be a sophisticated portfolio approach to industry policy.

Figure 1. **THE EFFECT OF ADVANCED MANUFACTURING ON LOCAL EMPLOYMENT**



Source: Roos, 2014b, Figure 3, p. 39.

2.3. **Manufacturing makes up the biggest share of world trade and hence is critical for export earnings that pays for the cost of importing goods**

The largest share of exports stems from the trade in Manufactured Goods. Manufacturing businesses are also more likely to engage in export activities. UK exports of goods produced by the manufacturing sector totalled £256 billion in

2012, accounting for around 53% of all UK exports (Office for National Statistics, 2012a). In 2010, 60% of manufacturing businesses with ten or more employees exported products and services compared to 26% of non-manufacturers (Harris & Moffat, 2013).

Consequently, any country that aspires to achieve a foreign trade-borne budget surplus will have to be successful in the export of manufacturing industry goods. Hockfield (2011) expressed it in the following way: *“(to) make our economy grow, sell more goods to the world and replenish the work force, we need to restore manufacturing, not the assembly-line jobs of the past, but the high-tech advanced manufacturing of the future.”*

Although ever higher performing ICT technology with its associated infrastructure allows increasing volumes of cross-border trade in services to occur, the share of services in global trade has been surprisingly constant since the 1980s, varying between 20% and 25% (Hoekman & Shepherd, 2015). This is due to the rapid increase in both service trade and intermediary physical inputs following on from disintermediating value and supply chains (Baldwin & Lopez-Gonzalez, 2014).

The ability of firms to compete and grow depends on their access to telecommunications, transportation, financial services and other business services such as accounting and legal services. Global value chains cannot function without services, and they are a vital input into manufactured goods trade. However, high-cost or low-quality services act as a tax on exporters, so services productivity is vital to manufacturing productivity and exports and they are a key determinant of competitiveness. (Debaere *et al.*, 2013; Kelle, 2013; Hoekman, 2014; Saslavsky & Shepherd, 2014). The importance of productivity improvements in enabling services for the sake of increasing manufacturing output is shown in many studies (see e.g. Office of the Chief Economist, 2015), and this link appears to have strengthened over time (Lind, 2010).

2.4. Manufacturing is the largest driver of high value services meaning it is critical for the high-end of the service economy

As outlined above, due to the mutually dependent inter-sectoral relationship between manufacturing and services, a country's capacity to develop its services sector is dependent on the specific structure of its manufacturing sector, given that different manufacturing sub-sectors require different service input and have different levels of service usage intensity (Roos & O'Connor, 2015). Lichtblau *et al.* (2012) illustrate that the manufacturing sector drives jobs in other sectors through this interconnectedness by the fact that in the EU, 100 manufacturing jobs generate on average 64 jobs in the rest of the economy (an employment multiplier of 1.64). These 64 jobs are distributed as: 20.3 jobs in private and public services; 13.6 jobs in logistics; 12.8 jobs in business services; 11.7 jobs in agriculture; 1.6 jobs in utilities; 1.3 jobs in financial services; 1.1 jobs in communications; 0.9 jobs in construction; and 0.6 jobs in mining.

Manufacturing is, through its R&D activities, the dominant source of new technologies for the service sector (Tassey, 2010). Most services in advanced economies are either delivered by manufacturing firms (servitization), on behalf of manufacturing firms and/or to manufacturing firms (input services). This can be exemplified by Sweden where 77% of all service exports are related to manufacturing activities and would not exist without manufacturing. Generally, the three largest service categories procured in manufacturing are: other business services; transport, storage and communication, excl. post and telecommunications; and wholesale and retail trade. R&D constitutes a minor share of services in manufacturing (Lodefalk, 2013).

The servitization of manufacturing is an ongoing process that alters the borders between manufacturing and services. Manufacturing firms are increasingly offering services to achieve a higher perceived value for their offerings from the customer's point of view and, as a consequence, an increasing proportion of sales volumes and profit margins are being generated by services (Fang *et al.*, 2008). It has been shown that services are a key contributor to the competitive advantage of manufacturing firms (Matthyssens *et al.*, 2006). The driving force to extend the manufacturing firm's offering to include services, can be expressed as a move from an incomplete offering in a product-focused transaction-based customer relationship to a complete offering (i.e. the bundling of products and services to better meet defined customer needs) in a relational-based long-term customer relationship (Stremersch & Tellis, 2002; Penttinen & Palmer, 2007; Kowalkowski & Kindström, 2009).

This increasing interrelationship between services and manufacturing has a number of consequences. One is that it is no longer possible to separate between manufacturing firms and service firms, only between manufacturing activities and service activities. This means public statistics are becoming increasingly unreliable in their statements around the reduction in manufacturing and increase in services as sectors (Roos, 2012a; 2013; 2014a; 2014b).

This problem of blurring boundaries between services and manufacturing was pointed out by The Royal Society (The Royal Society, 2009): "*The technical inadequacies of the official statistics pose significant methodological complications. ... For example, the diversification of firms' business models and the blurring of boundaries between services and manufacturing sectors limits the usefulness of current official statistics as aids to policy.*"

Another report (Department for Trade and Industry, 2007) states: "*It is preferable to look at service activities as opposed to service sectors ... but in practice this is difficult to do as most statistics are based on sectors as defined by the standard industrial classification.*"

The conclusion is that we cannot trust the official statistics when it comes to reporting on the decline in manufacturing since it is likely that it will miss the rapidly servitizing part of manufacturing, which means that the presence (and importance)

of manufacturing is likely to be substantially higher than it appears. These statistics become even more unreliable as we move, through the deployment of Key Enabling Technologies, towards Everything-as-a-Service practices in the manufacturing domain. If this is combined with the fact that the demand for manufactured goods is increasing, albeit more slowly than the associated productivity improvements in the manufacturing industry providing these goods – resulting in higher output but lower employment, it is clear that the importance of the manufacturing industry will become increasingly underestimated as its statistical share in the average economy will decrease.

The statistics and discussion presented above raise the question of what we mean by manufacturing. The intuitive understanding that the word tends to engender in the minds of people (the noisy, dirty and dangerous transformation of raw materials into finished products, preferably by bending metals and with sparks) is more and more misleading and will soon become totally outdated. Manufacturing includes the whole chain of activities from research and innovation through to recycling of the provided object. Physical fabrication is only one small part of the whole manufacturing process, and is today mostly silent, clean, safe and very advanced in terms of material, processes and equipment, and as a consequence the macro-economic importance of manufacturing is normally, as stated above, substantially underestimated (Roos, 2012b).

Regulatory reform and trade liberalisation can also accelerate growth in the manufacturing sector and as a consequence increase incomes and shift relative prices. This, in turn, produces a net increase in the demand for non-traded services such as passenger travel, tourism, restaurant food, and real estate activity (Dehejia & Panagariya, 2012).

2.5. Manufacturing generates job growth and economic activity in the rest of the economy

Each job in manufacturing generates on average between 1 and 15 jobs in the rest of the economy. The highest numbers can be found in knowledge-intensive manufacturing jobs in firms that also have knowledge intensive service activities and are located in a cluster of associated activities in a region with high economic complexity. The Milken Institute estimates that every computer manufacturing job in California creates an additional 15 jobs elsewhere in the economy (DeVol *et al.*, 2009). In a more recent study Moretti & Thulin (2012) looked at the employment multipliers in more detail and compared Sweden with the US, taking into account the structure of the two economies. The authors found that low skilled manufacturing jobs have an employment multiplier of around 1 in both economies whereas high skilled manufacturing jobs on average have an employment multiplier of close to 5 in the US and around 3 in Sweden.

The US Manufacturing Institute has estimated the average economic multiplier effect across different sectors and finds that manufacturing has a higher economic multiplier effect than any other sector: for every \$1 in manufacturing value added, \$1.4 in additional value is created in other sectors. (DeRocco *et al.*, 2009).

Evidence shows that areas with strong clusters perform better economically than areas without these clusters: they have higher job growth, higher wage growth, more businesses, and a higher rate of patenting (Delgado *et al.*, 2014). This means that manufacturing clusters are critical for both employment and direct economic prosperity. On the firm level the key benefits of clusters and their embodied proximities are best articulated as (Döring & Schnellenbach, 2006): “*Networks of regionally clustered businesses and institutions, therefore, offer two broad opportunities: formal exchanges of knowledge through market relationships, where proximity allows the establishment of closer ties; and the informal exchange of knowledge in social networks of individuals.*”

The economic terminology for this is agglomeration economics while a policy-driven operationalisation of this is known as cluster policy or smart specialization (Roos, 2014a). The research in this domain shows that firms that are members of agglomerations have higher productivity as well as higher productivity improvements than firms that are not members of any agglomeration (Jaenicke *et al.*, 2009; Garanti & Zvirbule-Berzina, 2013). Typical benefits are fourteen percentage points higher value added growth, seven percentage points higher profitability growth and two percentage points higher wages per employee (a proxy for productivity) to the advantage of firms in clusters vs. those not in clusters (extracted from Sölvell & Williams, 2013, table 2, p. 30).

Emerging technologies, including automation, will, over time likely create a substantial number of new jobs in the same way they have in previous technological shifts (Cyert & Mowery, 1987; Wadhwa, 2012; Miller & Atkinson, 2013). It is expected, however, that for the first time in history, the speed of knowledge development will exceed the speed at which humans will be able to absorb this new knowledge. It may be impossible, therefore, to bridge the skills gap between what was required in old jobs and what is required for new jobs, for a large proportion of the population, making it necessary to replace them with capital equipment to retain the pace of productivity improvements necessary for the firm to survive. This inability to bridge the skills gap will generate an increasing level of systemic unemployment and even in the best scenarios, there will be a substantial net decline of jobs before there is a net increase. The duration of this net decline can be substantially impacted by government policies (Marchant *et al.*, 2014). Irrespective of this, the nature of jobs is changing and will continue to change as illustrated by Donofrio & Whitefoot (2015): “*The number of employees in manufacturing without a high school degree declined from 10 million to less than 2 million in 1960–2010, and manufacturing employment requiring a college or more advanced degree increased by more than 2 million jobs.*”

This expected increase in unemployment generates two problems. The first was articulated well by Ford (2009, p. 5): *“Jobs are the primary mechanism through which income –and hence purchasing power– is distributed to the people who consume everything the economy produces. If at some point, machines are likely to permanently take over a great deal of the work now performed by human beings, then that will be a threat to the very foundation of our economic system.”* In other words, if enough people, through unemployment, cannot participate in the economic system whilst being a drain on the resources from this system, it will create a negative feed-back effect in this system, driving it into decline. This will be the primary problem to address if most of the unemployment effects created by technology-generated productivity-improvement hit middle-aged or older employees. The second problem was articulated well by Kass (2012, p. 6): *“Unemployment, even if compensated, is demoralizing, degrading and dehumanizing ... We need to consider work, as Dorothy Sayers put it, as ‘not, primarily, a thing one does to live, but the thing one lives to do’.”* This means that even if society provides the economic input enabling these unemployed individuals to pay for what they need, being productive is essential to human well-being and the social and psychological effect of unemployment: stigmatization, depression, anxiety, poor self-esteem, divorce, substance abuse, crime, increased chronic diseases, suicide and mortality will be present. (Baker & Hassett, 2012; American Psychological Association, 2013) (Vardi, 2012).

3. INDUSTRIAL RENAISSANCE

Success in achieving a high economic complexity commences a positive feedback loop. This means that high economic complexity provides the necessary foundation for building new industries with even higher economic complexity and so on. This positive feedback loop is normally grounded in a positive interaction between research intensive firms, research intensive universities, and public and private research organizations. In the best of worlds this will lead to increasing marginal returns on investments in increasing the economic complexity: something that can be seen over periods of time in e.g. Singapore, Switzerland and Sweden. As a consequence the industrial future of a country is more positive the higher its economic complexity. This will not stop the two-thirds of all manufacturing activity that needs to take place in close proximity to its key market to migrate its production activities to these markets as the industry and its associated demand matures. Nor will it stop the remaining one-third of all manufacturing that needs to be close to the key knowledge development centres of its core capabilities to migrate to these knowledge development locations. What it will mean is that countries with high economic complexity will be able to generate new industrial activities at a higher pace than it loses industrial activities of the first type and that these countries will be the recipient of foreign direct investment in the form of co-location by non-domes-

tic firms that need to locate close to the world leading knowledge development centres that, by definition, exist in countries with high economic complexity.

Over the coming decades we will have an unprecedented speed of technological development with dramatic implications for the way value is created and captured in society, and for those who will be winners and losers both on the national (macro) level, the industry (meso) level, the firm (micro) level and also on the individual level. In addition, the scarcity of many natural resources (such as petroleum, rare earths, readily-accessible metals), calls for greater environmental sustainability and the growing importance of a low carbon economy are driving new innovations, e.g. biomimicry, green chemistry and green nanotechnology, whole system design, industrial ecology, greater resource productivity, sustainable energy and satellite technologies (Future Manufacturing Industry Innovation Council, 2011).

The manufacturing sector is incredibly diverse and hence it is very difficult to draw general conclusions as relates to the strategic developments of the sector as a whole. The strategic context of an individual firm will vary on many dimensions e.g. capital intensity, cyclicalities, type of customer, supply chain structure, type of competitors and level of competition.

The way this industrial renaissance plays out in reality is also a function of the industry policies adopted by different countries, and by supra-national and sub-national regions (for an interesting discussion of this from an EU perspective, see Ambroziak (2014; 2015)). But the conclusion is that increasing the economic complexity will increase the likelihood that benefits can be drawn from any form of industrial renaissance.

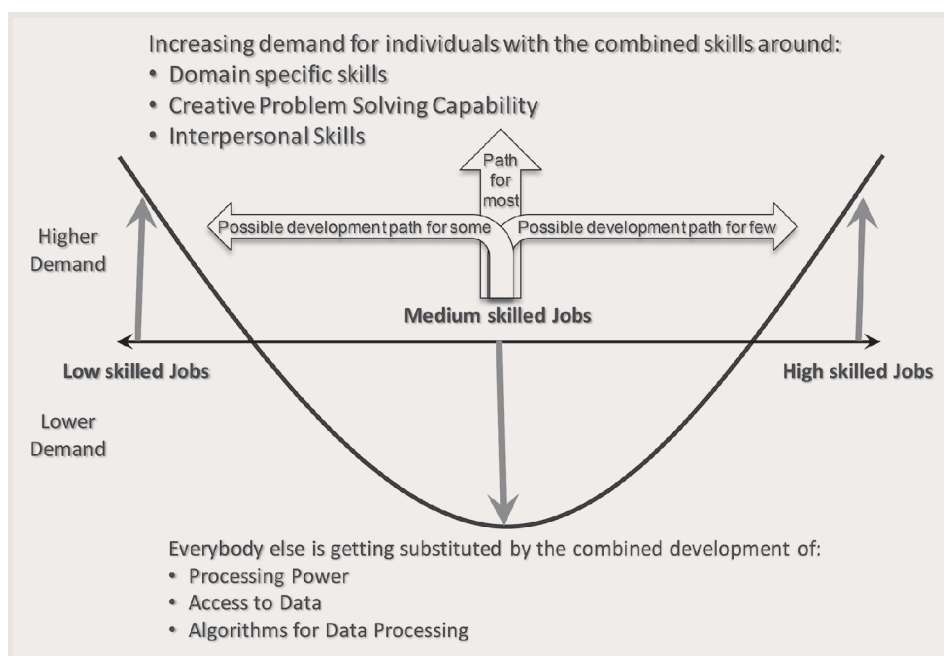
3.1. **Productivity improvements and implications for skills and jobs**

Technology-driven productivity improvement is nothing new; it has taken place in agriculture and manufacturing for a very long time. What is new is that the impact on the professional services industry will be great and will occur over a very short period of time. Historically, productivity growth in business services (made up of professional services, technical services and operational services) has been much lower than that of manufacturing. Thelle *et al.* (2013) identified the average productivity growth for business services for Germany, the Netherlands, the United States (US), the United Kingdom (UK) and Sweden to be 0.3% annually over the period 1995–2010. The average productivity growth for manufacturing in the same period is about 10 times higher. Based on these figures it is clear that if business services productivity improvements accelerate to a level similar to or, as is likely, higher than that of manufacturing, the impact on productivity will be dramatic.

Since this productivity improvement will exceed demand growth in many of the markets served, for example in legal services and accounting, (something that has not previously been the case) it will be possible to satisfy future demand with fewer

employees. This type of dramatic technology-driven productivity improvement through automation is exemplified in the changes to the discovery phase in class action law suits where the thousands of hours previously used and invoiced can now be reduced to minutes owing to developments in: the speed and capacity of computer hardware; the availability of data due to digitisation and the development of sensors that can deliver just-in-time information; and the development of algorithms that enable this data to be turned into useful information. The implications for the number of back-office people needed in law firms to be engaged in this type of activity are obvious. As these technologies develop and disseminate, the number of individuals employed in accounting and law firms will be dramatically reduced over a time period probably shorter than 10 years. The overall effect for professional services firms is outlined in figure 2.

Figure 2. **AROUND HALF OF ALL SERVICE JOBS WILL DISAPPEAR OVER THE COMING 10-20 YEARS AND MANY OF THEM OVER THE COMING 5-10 YEARS**



Source: Roos, 2014a.

Figure 2 illustrates the effect on jobs across the different skill levels in a professional services firm from low-skilled (e.g., cleaning staff), to medium-skilled (e.g., back-office and some front-office staff) and high-skilled staff (e.g., a barrister arguing in front of a court). As can be seen, the impact is devastating in the middle-

skilled domain where very few jobs will remain. This will happen whilst star lawyers arguing the case in front of the court will become even more productive and the concierge and cleaner that service them when they are in the office will still be sought after – an illustration of the demise of the middle and the growth of the two extremes.

This situation will give rise to the following pressures on wages for the three groups:

- The scarcity of suitable staff for the highly skilled employee domains combined with dramatic productivity improvements benefiting this group will provide a double upward pressure on the earnings in this area.
- The surplus of suitable staff in the lower-skilled employee domains combined with the inability to increase productivity in large swathes of this domain will provide a double downward pressure on the earnings in this domain originating in the effects of Baumol's cost disease (Baumol & Bowen, 1966).
- The individuals in the medium-skilled domains that cannot enter the low-or high-skilled domains will not be able to remain in the professional services industry and are likely to face long periods of unemployment due to the lack of fit between the knowledge, skills and experience they possess and what is demanded in the growing sectors of the economy.

This is a likely outcome even if we experience the normal Schumpeterian effect of a growth in jobs and sectors that presently do not exist because: (a) there will be a mismatch between the initial development speed and employment growth on these new sectors (low) and the speed of decline in employment in the existing sectors (high); and (b) the skill requirements for the jobs created in these new sectors are likely to be substantially different from the skills of the people losing their jobs due to automation in the existing sectors, hence making the transitional path possible for only a small number of these individuals.

Several studies identify the share of jobs at risk to be between 45 and 55 percent for most economies. An estimate of the Spanish number can be done using Frey & Osborne (2013) estimates, and by doing so, Bowles (2014) found that 55.3% of jobs in Spain are at risk from automation. Bowles (2014) also shows a reverse relationship between GDP per capita and share of employment at risk of being automated. Since GDP per capita is driven by economic complexity, we can conclude that the higher the economic complexity the lower the share of jobs at risk. The logic for this would be that in high economic complexity environments firms can stay competitive by constantly innovating and maximising productivity improvements. This means they will create new markets or serve existing markets better than others and hence will grow rapidly, leading to growth in the number of

employees. It also means they will be early adopters of productivity increasing technologies such as automation. Given the lack of qualified external staff for operating these technologies they will have internal life-long learning strategies and apprenticeship structures, which mean that they will create the relevant workforce of tomorrow. Taken together, it means that in growing firms, the number of jobs at risk is fewer and the opportunity to migrate to new jobs is higher.

The impact on the primary industry and manufacturing domains will be less, owing to their existing lean operations and high productivity. There will also be a higher preparedness and acceptance of these types of productivity created job losses in these sectors since this is a pattern that has been common to these sectors for decades. However, there will still be some impact in terms of reduction in domains that have not previously focussed on productivity improvements due to either very high operating margins, very high demand growth in the markets that are served, or lack of suitable mature technologies embodied in productivity enhancing offerings or approaches. One example of the first is mining, one example of the second is production of “free-from” food, and one example of the third is meat production.

However, all is not doom and gloom. There will be growth in new firms enabled by the development of these technologies, including technology-based start-ups, while the existing skill levels of the individuals released out of e.g. the professional service industry will be suitable primarily in the service activities of servitizing manufacturing firms (Roos, 2015), in the experience economy (including the visitor economy) and in aspects of the health and age care-related sectors. It is important to realize the rapidly increasing skills requirements in manufacturing for creative problem solving and interpersonal skills: *“Modern manufacturing requires teamwork, planning skills, communication skills, improvisation, agility of the mind, and a large foundation of knowledge”* Mitchell (2012).

It is clear that although the impact is going to be highest in the professional service industry, primarily due to the very poor track record in productivity improvement, the impact will be substantial across the board.

3.2. Implications for organizational forms

Technological development will have dramatic implications for what we define as a firm and the way value will be created and captured in these firms.

A substantial and increasing share of an advanced economy’s output is either in the form of information goods or digital goods (Eliasson *et al.*, 1990). This has implications for the way value creation and value capture will be organized, and hence how future “firms” and eco-systems will be structured and operate.

For manufacturing firms this means:

- Firstly, the products produced will have more components residing in digital space (e.g. software, manuals, status communications etc.);
- Secondly, manufacturing firms are increasingly adding pre and post-production phase services to their offerings (i.e. they servitize) and most of these services have a digital aspect to them (Roos, 2015);
- Thirdly, an increasing share of the manufacturing firm's inputs will be digital goods.

Using knowledge-intensive business services gives manufacturers an industry advantage when the depth of the market is taken into account (Bottini & Tajoli, 2010) and contributes to competitive advantage at the firm level (Matthyssens *et al.*, 2006).

It is obvious from this discussion that both value chains and the activities presently done within a given firm will become increasingly globalized. Location will be a function of ability to contribute to the value creation and could potentially change almost instantaneously.

4. THE FUTURE OF MANUFACTURING

The European Commission (2010) has stated: *"It is unquestionable that manufacturing remains vitally important for the EU economy. Manufacturing productivity is the motor driving EU wealth creation."* From these quotes it can be seen that there has emerged an understanding that manufacturing today and tomorrow is critical for the prosperity of any nation.

From the above discussion it can be seen that manufacturing is set to change dramatically and there are four types of manufacturing emerging more rapidly than the rest:

- **Distributed smaller-scale local manufacturing** is primarily driven by developments in subtractive and additive manufacturing technologies, robotics and the general digitalisation of manufacturing, enabling simultaneous cost reduction and barriers-to-entry reduction. In some sectors this enables the local production of low-cost high-quality goods at increasing levels of customisation providing a potential competitive advantage in serving local markets.
- Some of the required qualities and characteristics identified for managing distributed manufacturing systems are (UNIDO, 2013): Dynamic collaboration across extremely complex, multi-level, reconfigurable supply chains; an agile supply chain; and transparent provision of information on products and processes. The tools needed to realize this will be (UNIDO, 2013): ICT solutions for distributed manufacturing; grid manufacturing to support col-

laborative planning; operation and management of manufacturing; and being able to respond to the emerging challenges such as innovation, speed and flexibility of computing systems, pervasive computing and embedded platforms (Jovane *et al.*, 2008).

- **Loosely coupled manufacturing ecosystems.** This is an example of the digitally enhanced agglomeration effects that can be seen in locations where strongly interconnected smaller manufacturing firms and individual experts compete on speed, agility and cost when it comes to low-volume high quality products and can outcompete large scale-based firms. These digitally enhanced agglomerations (or clusters) tend to be most successful when servicing consumer product providers that need to meet rapidly fluctuating demand in short life cycle goods or in goods that are adapted to consumer preferences through high frequency iterations. These agglomerations or clusters are also characterised by rapid collective learning that underpins a simultaneous cycle of increased quality, increased speed, increased capability and reduced production cost. The most successful manufacturing agglomerations of this type seem to encompass a substantial part of the complete value chain from raw material to finished product, including major specialized input providers, like: capital equipment suppliers and specialized business service providers. As such, they become difficult to imitate as a complete system and provide a basis for a competitive advantage as long as paradigm shifts in key underpinning technologies, key consumer demand patterns, key macroeconomic settings or critical regulatory settings do not occur.
- **Agile manufacturing methods implemented at larger operations,** specifically relating to products that have a high level of uncertainty around market acceptance, aiming to reduce the viable batch quantities through increased agility in both the supply chain and the manufacturing process itself. This includes moving to modular production lines and even multi-modal production facilities with the associated changes in production system. These changes will enable larger firms to compensate for diseconomies of scale as consumer demand fragments and pushes the need for shorter production runs back up the supply chain. This consumer demand fragmentation combined with reducing search costs for the end consumer, reduced shipping costs and increased shipping speed is shortening the front-end of the supply chain by removing intermediaries between the consumer and the producer (or brand owner).

In order to stay competitive, manufacturing companies must be able to react to unpredictable market changes, shorter timelines to launch new products into the market to attain first mover advantage and rising product development costs (UNIDO, 2013). Firms will have to manage volume changes of up to $\pm 70\%$ (Gausemeier & Wiendahl, 2012) and hence must adapt their

production systems to more rapidly respond to customer requirements and to better manage production capabilities (UNIDO, 2013). This increased demand volatility will also require faster supply chain related decisions that intrinsically have a higher level of flexibility (UNIDO, 2013). Shortening the time from idea or concept to full scale production is critical and the annual reduction should be at least 10% (using the finding from Teknikföretagen, 2009). This will require early adoption of emerging technologies that support the shortening of product development cycles as well as the ability to orchestrate the involvement and interaction of all actors along the transition from concept to finished product (UNIDO, 2013). Supply chains will need to be more flexible, easier to reconfigure and more responsive, to reflect the flexible and reconfigurable manufacturing systems and cost simulation systems (UNIDO, 2013).

- **Complex manufacturing systems operating in an environment of increasing fragmentation of manufacturing activity.** An increasing number of product dimensions with performance requirements and increasing technology-based innovation will result in increasingly complex manufacturing designs, products, processes and operations. These complex manufacturing systems entail (UNIDO, 2013): affordable high-performance production tools; interdisciplinary cooperation between the engineering, material, natural and computer sciences; improvements in the usability of advanced technology; and rapid engineering and production of integrated high-confidence cyber-physical products and systems combined with modern manufacturing control systems.

5. CONCLUSIONS

Economic complexity is the key driver of economic prosperity since it enables the production and export of things not possible to produce and export by others. This drives prosperity directly through export revenues and profitable firms, and indirectly through employment and high salaries with the associated consumption, all of which provides revenues for government. Since economic complexity is primarily driven by the type of manufacturing sector a country has it is clear that the present and future shape of the national manufacturing sector is critical for what level of future prosperity a nation will have.

The future shape of the manufacturing sector is path dependent i.e. it is driven by the present shape of this manufacturing sector and sector changes initiated by technology development. The strongest technology impact on the manufacturing sector will come from what is known as key enabling technologies. Government policy will also impact the future shape of the manufacturing sector. The sector is also im-

pacted by the firms that make up this sector. Examples of firm internal factors are: managerial competence and capability together with managerial practices within the firm; R&D and innovation intensity across technical and non-technical domains. The sectoral structure is also impacted by firm structure in combination with industry structure and ecosystem in which the firm operates as well as the firm's absolute and relative size. Other factors impacting the sectoral structure are: productivity spill-overs; competitive intensity; regulatory environment; flexibility of input markets; quality of general labour and capital inputs; speed and level of upgrading of capital equipment; demand volume and demand sophistication; firm level absorptive capacity; firm's growth intent, etc.

Given the foreseen changes that have been outlined in the present paper, manufacturing activities will likewise change in many dimensions. The implications of these changes will be that:

- The difference between service firms and manufacturing firms will continue to be blurred and it will be more relevant to talk about service activities and manufacturing activities and both will frequently be executed within the same firm.
- Productivity improvements will, for most firms, exceed the demand growth in the underlying markets, hence enabling the delivery of tomorrow's demand with less than today's number of employees. This will be more visible the higher the service content delivered by processes and people that can be automated using emerging automation technologies – and the highest impact is likely to occur among professional services.
- Without a corresponding increase in the complexity of combined digital and physical systems delivered, the economic complexity of a given firm and a given jurisdiction will decrease. Increasing this complexity will be easier for already economically complex jurisdictions. Hence the challenges relating to maintain national prosperity will increase in a non-linear fashion with the distance to the economic complexity frontier.
- At the economic complexity frontier, the reduction in workforce will be more than compensated for in the growth of employment following from demand growth exceeding productivity growth. Instead, the largest challenge will be to ensure sufficient volume of competent employees and to manage the share of the workforce that does not manage to bridge the skills gap between the old jobs and the new jobs.
- The further away from the economic complexity frontier, the larger the net negative impact of more jobs being lost than created. This negative impact will further be exacerbated by the large number of unemployed that will become a burden on the national economy. This will result in a decline in con-

tribution to national prosperity simultaneously with an increased drain of whatever prosperity is created and as a result rapidly declining living standards.

- Without a clear and long term policy to increase economic complexity the gap between the prosperity of a nation not at the economic complexity frontier and a nation at the frontier will increase at an accelerating rate. Such a policy will have as one of its key focus areas a large export-oriented, advanced manufacturing sector. This policy would have to take both a short-term and a long-term view on the technological impacts on both firms and society in terms of productivity improvements, skills and jobs, organizational forms, global dispersion and the concentration of value creating activities in order to ensure that these changes are net positive to the country as a whole.

Manufacturing, which will look substantially different tomorrow as compared to day, will continue to be the foundation for prosperous economies and will, in complex and mutually reinforcing linkages with services, continue to be a cornerstone for new knowledge development and an ever increasing potential to create even more prosperity for the citizens in the countries where these firms are located.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- AMBROZIAK, A.A. (2014): "Renaissance of the European Union's Industrial Policy." Yearbook of Polish European Studies, 17/2014. <http://www.ce.uw.edu.pl/pliki/pw/a-ambroziak.pdf>
- (2015): "Europeanization of Industrial Policy: Towards Re-Industrialisation?" Chapter 4 in: P. Stanek & K. Wach (Eds.). *Europeanization Processes from the Meso-economic Perspective: Industries and Policies*. Kraków: Cracow University of Economics, pp. 61-94.
- AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION (2013): "Psychological Effects of Unemployment and Underemployment." <http://www.apa.org/about/gr/issues/socioeconomic/unemployment.aspx>
- ANTONELLI, C. (2013): "Knowledge governance pecuniary knowledge externalities and total factor productivity growth." *Economic Development Quarterly*, 27(1), 62-70.
- BAKER, D. and HASSETT, K. (2012): "The Human Disaster of Unemployment." *New York Times*, May 12.
- BALDWIN, R. and LOPEZ-GONZALEZ, J. (2014): "Supply-chain Trade: A Portrait of Global Patterns and Several Testable Hypotheses." *The World Economy*. doi: 10.1111/tvec.12189.
- BAUMOL, W. and BOWEN, W. (1966): "Performing Arts, The Economic Dilemma: A Study of Problems Common to Theatre, Opera, Music, and Dance." Twentieth Century Fund. New York.
- BIRKLER, J., SCHANK, J.F., ARENA, M.V., KEATING, E.G., PREDD, J.B., BLACK, J., DANESCU, I., JENKINS, D., KALLIMANI, J.G., LEE, G.T., LOUGH, R., MURPHY, R., NICHOLLS, D., PAOLI, G.P., PEETZ, D., PERKINSON, B., SOLLINGER, J.M., TIERNEY, S. and YOUNOSSI, O. (2015): "Australia's Naval Shipbuilding Enterprise; Preparing for the 21st Century." RAND Corporation.
- BOROUGH, M. (2010): "National patterns of R&D resources: 2008 data update." Arlington, VA: National Science Foundation, March.
- BOTTINI, N. and TAJOLI, L. (2010): "Does the interaction between service and manufacturing explain the recent trends in export specialization? A look at the evidence from the EU." Paper at the Workshop on The Role of Business Services for Innovation. Internationalisation and Growth. University of Rome La Sapienza. 2-3 December.
- BOWLES, J. (2014): "The computerisation of European jobs – Who will win and who will lose from the impact of new technology onto old areas of employment?" Bruegel blog. 17 July. www.bruegel.org/nc/blog/detail/article/1394-the-computerisation-of-europeanjobs.
- CONTI, R., GAMBARDELLA, A. and NOVELLI, E. (2013): "Research on markets for inventions and implications for R&D allocation strategies." *The Academy of Management Annals*, 7(1), 717-774.
- CYERT, R.M. and MOWERY, D.C. (eds.) (1987): "Technology and Employment; Innovation and Growth in the U.S. Economy." Panel on Technology and Employment Committee on Science, Engineering, and Public Policy. National Academy Press. Washington, D.C.
- DEBAERE, P., GÖRG, H. and RAFF, H. (2013): "Greasing the wheels of international commerce: how services facilitate firms' interna-

- tional sourcing.” *Canadian Journal of Economics*, 46, 1. 78-102.
- DEHEJIA, R. and PANAGARIYA, A. (2012): “Understanding India’s Unique Growth Trajectory: The Role of Manufacturing in the Rise of the Service Sector.” Paper 6 presented at the India: Reforms, Economic Transformation and the Socially Disadvantaged Conference. Columbia University.
- DELGADO, M., PORTER, M.E. and STERN, S. (2014): “Clusters, convergence, and economic performance.” *Research Policy*, 43(10), 1785-1799.
- DEPARTMENT FOR BUSINESS, INNOVATION and SKILLS (2012): “Community Innovation Survey.” 2011. London.
- DEPARTMENT FOR TRADE and INDUSTRY (2007): “Innovation in services.” Occasional Paper no. 9. Department for Trade and Industry: London.
- DEROCCO, E.S., DUESTERBERG, T.J. and KILMER, R.D. (2009): “The Facts about Modern Manufacturing.” 8th ed. The Manufacturing Institute. Washington, DC.
- DEVOL, R.C., KLOWDEN, K., BEDROUSSIAN, A. and YEO, B. (2009): “North America’s High-Tech Economy.” *The Geography of Knowledge-Based Industries*. Milken Institute. Santa Monica. California, USA.
- DONOFRIO, N.M. and WHITEFOOT, K.S. (eds.). (2015): “Making Value for America: Embracing the Future of Manufacturing, Technology, and Work.” Committee on Foundational Best Practices for Making Value for America; National Academy of Engineering. The National Academies Press. Washington D.C.
- DOSI, G., GAMBARDILLA, A., GRAZZI, M. and ORSENIGO, L. (2009): “The new techno-economic paradigm and its impact on industrial structure.” *Techno-Economic Paradigms: Essays in Honour of Carlota Perez*, 69.
- DÖRING, T. and SCHNELLENBACH, J. (2006): “What do we know about geographical knowledge spill-overs and regional growth? A survey of the literature.” *Regional Studies*, 40(3), 375–395.
- ELIASSON, G. (2010): “Advanced public procurement as industrial policy.” Vol. 34. Berlin: Springer. doi:10.1007/978-1-4419-5849-5
- ELIASSON, G., FÖLSTER, S., LINDBERG, T., POUSETTE, T. and TAYMAZ, E. (1990): “The knowledge based information economy.” IUI Working Paper No. 256.
- EUROPEAN COMMISSION (2010): “EU Manufacturing Industry: What are the Challenges and Opportunities for the Coming Years? First tentative findings of a sector-specific analysis carried out in DG Enterprise and Industry.” What have we learnt? Where do we go? 2nd High Level Conference on industrial competitiveness. Brussels Monday 26th April. Unit B2, Industrial Competitiveness Policy, Enterprise and Industry DG. European Commission.
- FANG, E., PALMATIER, R.W. and STEENKAMP, J.-B. E. M. (2008): “Effect of Service Transition Strategies on Firm Value.” *Journal of Marketing*. Vol. 72. No. 4. pp. 1–14.
- FORD, M. (2009): “The Lights in the Tunnel.” Lexington, KY: Acculant Publishing.
- FORESIGHT (2013): “The Future of Manufacturing: A new era of opportunity and challenge for the UK.” Project Report. The Government Office for Science, London.
- FREY, C.B. and OSBORNE, M.A. (2013): “The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?” http://arche.depotoi.re/autoblogs/wwwinternetactunet_8a3fe3331e0ad7327e18d9fe6ec3f0ad04dcea58/media/3722fa7d.The_Future_of_Employment.pdf
- FUTURE MANUFACTURING INDUSTRY INNOVATION COUNCIL (2011): “Trends in manufacturing to 2020: a foresighting discussion paper.” Discussion Paper. Future Manufacturing Industry Innovation Council (Future Manufacturing Council) in collaboration with the Department of Innovation, Industry, Science and Research, and the CSIRO Future Manufacturing Flagship.
- GAMBARDILLA, A. and MCGAHAN, A.M. (2010): “Business-model innovation: General purpose technologies and their implications for industry structure.” *Long range planning*, 43(2), 262-271.
- GARANTI, Z. and ZVIRBULE-BERZINA, A. (2013): “Regional cluster initiatives as a driving force for regional development.” *European Integration Studies*, (7), 91-101.
- GAUSEMEIER, J. and WIENDAHL, H.P. (Eds.). (2012): “Wertschöpfung und Beschäftigung in Deutschland.” Springer-Verlag.

- HARRIS, R. and MOFFAT, J. (2013): "Investigation into trends in export participation among UK firms." London.
- HAUSMANN, R. and HIDALGO, C.A. (2013): "How Will The Netherlands Earn its Income 20 Years from Now?" A Growth Ventures Analysis for The Netherlands Scientific Council for Government Policy (WRR). Growth Ventures. Webpublications 74.
- HAUSMANN, R., HIDALGO, C., BUSTOS, S., COSCIA, M., CHUNG, S., JIMENEZ, J., SIMOES, A. and YILDIRIM, M. (2011): "The Atlas Of Economic Complexity - Mapping Paths To Prosperity." Boston: Academic Press.
- HOCKFIELD, S. (2011): "Manufacturing a Recovery." New York Times, August 29. www.nytimes.com/2011/08/30/opinion/manufacturing-a-recovery.html.
- HOEKMAN, B. (2014): "Supply Chains, Mega-Regionals and Multilateralism: A Road Map for the WTO." London: CEPR Press.
- HOEKMAN, B. AND SHEPHERD, B. (2015): "Services Productivity, Trade Policy, and Manufacturing Exports." Robert Schuman Centre for Advanced Studies Research Paper No. RSCAS, 7.
- INE (2013): "Contabilidad Regional de España. Base 2008. Producto Interior Bruto regional. Año 2012." Notas de prensa. Instituto Nacional de Estadística (INE). 21st March.
- JAENICKE, E.C., GOETZ, S.J., WU, P.C. and DIMITRI, C. (2009): "Identifying and measuring the effect of firm clusters among certified organic processors and handlers." Paper presented at the Annual Meeting of the Agricultural and Applied Economics Association. Milwaukee, WI.
- JOVANE, F., WESTKÄMPER, E. and WILLIAMS, D. (2008): "The ManuFuture road: towards competitive and sustainable high-adding-value manufacturing." Springer Science & Business Media.
- KASS, L. (2012): "The Other War on Poverty." National Affairs. Summer.
- KELLE, M. (2013): "Crossing Industry Borders: German Manufacturers as Services Exporters." *The World Economy*, 36, 12. 1494-1515.
- KOREN Y. (2010): "The global manufacturing revolution." John Wiley & Sons, New Jersey.
- KOWALKOWSKI, C. AND KINDSTRÖM, D. (2009): "Value visualization strategies for PSS development." Chapter in Sakao, T. & Lindahl, M. (eds.). *Introduction to Product/Service-System Design*. pp. 159-182
- LICHTBLAU, K., MATTHES, J., FRITSCH, M., BERTENRATH, R., GROMLING, M. and BUSCH, B. (2012): "Industry as a Growth Engine in the Global Economy." IW Consult GmbH, Köln.
- LIND, D. (2010): "Avinustrialiseringen av Sverige: Myt och verklighet." *Ekonomisk Debatt*, nr 7 årgång 38.
- LODEFALK, M. (2013): "Servicification of manufacturing—evidence from Sweden. *International Journal of Economics and Business Research*, 6(1), 87-113.
- MARCHANT, G.E., STEVENS, Y.A. and HENNESSY, J.M. (2014): "Technology, Unemployment & Policy Options: Navigating the Transition to a Better World." *Technology*, 24, 1.
- MATTHYSSENS, P., VANDENBEMPT, K. and BERGHMAN, L. (2006): "Value innovation in business markets: breaking the industry recipe." *Industrial Marketing Management*. Vol. 35 No. 6. pp. 751-61.
- MCGOWAN, M.A., ANDREWS, D., CRISCUOLO, C. and NICOLETTI, G. (2015): "The Future of Productivity." OECD. Paris.
- MILLER, B. and ATKINSON, R.D. (2013): "Are Robots Taking Our Jobs, or Making Them?" *Information Technology & Innovation Foundation*. September. Accessed November 15, 2013. <http://www.itif.org/publications/are-robots-taking-our-jobs-or-making-them>.
- MITCHELL, J. (2012): "Building an Educated Workforce." *Manufacturing Engineering*, 149(2), 228-230.
- MORETTI, E. and THULIN, P. (2012): "Local multipliers and human capital in the US and Sweden." IFN Working Paper No. 914. Stiftelsen Institutet för Näringslivsforskning. Stockholm.
- NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (2011): "Detailed Statistical Tables NSF 11-301."
- OFFICE FOR NATIONAL STATISTICS (2010): "Measuring investment in intangible assets in the UK: results from a new survey." *Economic & Labour Market Review*. 4 (7)
- (2012a): "Trade in Goods classified by Industry (MQ10)." In Office for National Statistics (2012) *United Kingdom Balance of Payments - The Pink Book*, 2012.

- OFFICE OF THE CHIEF ECONOMIST (2015): "Australian Industry Report." Department of Industry, Innovation and Science. Commonwealth of Australia.
- PENTTINEN, E. and PALMER, J. (2007): "Improving firm positioning through enhanced offerings and buyer-seller relationship." *Industrial Marketing Management*. Vol. 36. No. 5. pp. 552-64.
- PISANO, G.P. and SHIH, W.C. (2009): "Restoring American competitiveness." *Harvard Business Review*, 87(7/8): "114-125.
- REGALADO, A. (2012): *Automate or Perish*. *Technology Review*, September/October, 68.
- ROOS, G. (2011a): "How to get paid twice for everything you do; integrated innovation management." *Ericsson Business Review*, Issue, (2), 55-57.
- (2011b): "How to get paid twice for everything you do; Value-appropriating innovations." *Ericsson Business Review*, Issue, (3), 56-61.
- (2012a): "Manufacturing into the Future." *Adelaide Thinker in Residence 2010 - 2011*, Adelaide Thinkers in Residence, Government of South Australia, Adelaide, Australia.
- (2012b): "Why a healthy manufacturing sector is a must for any advanced economy with ambitions to maintain economic and social wellbeing." In *B + I Strategy*. (ed.). (2012). *Estrategia*. Vol 2. December. pp. 12-21. Bilbao. Spain.
- (2012c): "How to get paid twice for everything you do; Innovation Management." *Ericsson Business Review*, Issue, (1), 45-51.
- (2013): "Why Servitization is an increasingly critical strategy for manufacturing firms." In *B + I Strategy*. (ed.). (2013). *Estrategia*. Vol 3. December. pp. 22-27. Bilbao. Spain.
- (2014a): "Manufacturing in a High Cost Environment – Basis for Future Success on the National Level." Chapter 1 in Roos, G. & Kennedy, N. (eds.). *Global Perspectives on Achieving Success in High and Low Cost Operating Environments*. Hershey, PA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-4666-5828-8. pp 1-51
- (2014b): "The constantly changing manufacturing context." Chapter 1 in *Advanced Manufacturing - Beyond the Production Line*. Committee for Economic Development of Australia (CEDA). April, pp. 31-56.
- (2014c): "Integrated Innovation: The Necessary Route to Profitability." Chapter 1 in Ordóñez de Pablos, P. & Tennyson, R. D. (eds.). (2014). *Strategic Approaches for Human Capital Management and Development in a Turbulent Economy*. IGI Global book series *Advances in Human Resources Management and Organizational Development (AHR-MOD)*. pp. 1-23.
- (2015): "Servitization as Innovation in Manufacturing. A Review of the Literature." Chapter 19 in Agarwal, R., Selen, W., Roos, G., & Green, R. (eds.). *The Handbook of Service Innovation*. Springer-Verlag. ISBN 978-1-4471-6589-7. London. pp. 403-435.
- ROOS, G. and O'CONNOR, A. (2015): "Government Policy Implications of Intellectual Capital: An Australian Manufacturing Case Study." *Journal of intellectual capital*. Vol. 16. Issue 2. pp. 364-389
- RÜSSMANN, M., LORENZ, M., GERBERT, P., WALDNER, M., JUSTUS, J., ENGEL, P. Y HARNISCH, M. (2015): "Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries." *The Boston Consulting Group*.
- SASLAVSKY, D. and SHEPHERD, B. (2014): "Facilitating International Production Networks: The Role of Trade Logistics." *Journal of International Trade and Economic Development*, 23, 7. 979-99.
- SMITH, A. (1776): "An inquiry into the nature and cause of the wealth of nations." London: Academic Press.
- STREMERSCH, S. and TELLIS, J.T. (2002): "Strategic bundling of products and prices: a new synthesis for marketing." *Journal of Marketing*. Vol. 66. No. 1. pp. 55-72.
- SÖLVELL, Ö. and WILLIAMS, M. (2013): "Building the cluster commons: An evaluation of 12 cluster organizations in Sweden 2005-2012." Stockholm, Sweden: Ivory Tower Publishers.
- TASSEY, G. (2010): "Rationales and mechanisms for revitalizing US manufacturing R&D strategies." *The Journal of Technology Transfer*, 35(3), 283-333.
- TEKNIKFÖRETAGEN (2009): "Swedish Production Research 2020, Strategic Research Agenda." *Teknikföretagen Production Research*.
- THE ROYAL SOCIETY (2009): "Hidden wealth: the contribution of science to service sector innovation." Royal Society Policy document

- 09/09. July. RS1496. ISBN: 978-0-85403-754-4. <http://royalsociety.org/policy/publications/2009/hidden-wealth/>
- THELLE, M.H. and ELLERSGAARD NIELSEN, K. (2013): "Barriers to Productivity Growth in Business Services." Copenhagen Economics. Copenhagen.
- UNIDO (2013): "Emerging trends in global manufacturing industries." United Nations Industrial Development Organization. Vienna.
- VARDI, M. (2012): "The Consequences of Machine Intelligence." The Atlantic. October 25. <http://www.theatlantic.com/technology/archive/2012/10/the-consequences-of-machine-intelligence>
- WADHWA, V. (2012): "The Future of America's Manufacturing Sector." Washington Post, November 18.
- WOLFE, R.M. (2009): "US Business R&D Expenditures Increase in 2007; Small Companies Performed 19% of Nation's Business R&D." NSF July. Table 3. As cited by Tassey, G. (2010). Rationales and mechanisms for revitalizing US manufacturing R&D strategies. The Journal of Technology Transfer, 35(3), 283-333. Page 290.
- YOUNG, A.A. (1928): "Increasing returns and economic progress." The Economic Journal, 38(152), 527-542. doi:10.2307/2224097

Innovación, recursos naturales y manufactura avanzada: nuevos dilemas de la industrialización en América Latina

La industrialización ha sido históricamente considerada como motor del proceso de desarrollo. La evidencia muestra que los países latinoamericanos han tenido dificultades para avanzar en procesos de cambio estructural, basados en la industria, que superen equilibrios de bajo nivel de ingreso. Hoy se ha abierto una discusión sobre las estrategias potenciales para insertarse en una senda de desarrollo para América Latina. Mientras que en Estados Unidos y Europa ha resurgido la preocupación por fortalecer a la industria, particularmente al sector manufacturero, en la región se vislumbran dos enfoques: el modelo de desarrollo basado en los recursos naturales y el modelo basado en la industria manufacturera. Ambos ponen en el centro al conocimiento y la innovación, e incorporan a la industria manufacturera, pero mientras que el primero se plantea una mayor especialización hacia industrias basadas en recursos naturales, el segundo se inscribe en la tradición de la economía del desarrollo de poner a la industria como motor del proceso de desarrollo, y agregar valor a la industria existente. El objetivo de este trabajo es discutir algunos de los retos que afronta América Latina para agregar valor y acelerar el proceso de desarrollo, y analizar las ventajas y oportunidades de la propuesta de agregar valor a partir del desarrollo de la manufactura avanzada. El análisis se enfoca en el caso de México, aunque muchos de los argumentos son de utilidad para los países que han apostado a la manufactura.

Industrializazioa garapen-prozesuaren eragileztat jo da historian zehar. Ebidentziak erakusten duenez, Latinoamerikako herrialdeek zailtasunak izan dituzte industrian oinarritzen diren eta diru-sarerra gutxiko orekak gainditzen dituzten egiturazko aldaketa-prozesuetan aurrera egiteko. Gaur egun, eztabaida piztu da Latinoamerika garapen-bidean txertatzeko balizko estrategien inguruan. Estatu Batuetan eta Europan, industria eta bereziki manufaktura-sektorea sendotzeko kezka berpiztu da. Latinoamerikan, aldiz, bi ikuspuntu nabarmentzen dira: baliabide naturaletan oinarritzen den garapeneredua eta manufaktura-industrian oinarritzen den eredua. Biek ala biek ezagutza eta berrikuntza kokatzen dute erdigunean, eta manufaktura-industria aintzat hartzen dute, baina lehenengoak baliabide naturaletan oinarritzen diren industrietan espezializatzea proposatzen du gehiago, eta bigarrena, aldiz, garapen-ekonomiaren tradizioan txertatzen da, hau da, industria jotzen du garapen-prozesuaren eragileztat, eta dagoeneko existitzen den industriari balioa gehitzea du xede. Lan honen bitartez, Latinoamerikak balioa gehitzeko eta garapen-prozesua bizkortzeko aurre egin behar dien erronkak aztertu nahi dira, bai eta manufaktura aurreratua garatzearen bitartez balioa gehitzeko proposamenaren abantailak eta aukerak ebaluatu ere. Azterketa Mexikoren kasuan ardatzen da, baina argudioetako asko manufakturaren alde egin duten herrialdeentzat ere baliagarriak izango dira.

Industrialisation has historically been seen as a driving force in the process of development. Evidence shows that Latin American countries have found it difficult to make progress in processes of structural change based on industry that go beyond low income level equilibria. An argument is currently ongoing concerning what strategies can potentially be applied to a path for development in Latin America. In the USA and in Europe there has been a resurgence of concern for strengthening industry, particularly manufacturing industry, but in Latin America two approaches can be seen: a model of development based on natural resources and a model based on manufacturing industry. Both have knowledge and innovation at their core and both incorporate manufacturing industry, but the first places more emphasis on specialising in natural resource-based industries while the second follows the tradition course in the economics of development of making industry the driving force for development and adding value to existing industry. This paper seeks to discuss some of the challenges that Latin America faces in adding value and accelerating the process of development, and to analyse the advantages and opportunities offered by the proposal of adding value based on the development of advanced manufacturing. The analysis focuses on the case of Mexico, though many of the arguments set out are applicable to other countries that have focused on manufacturing.

Índice

1. Introducción
2. Características estructurales
3. Los sistemas nacionales de innovación
4. México: Un modelo basado en la industria manufacturera
5. Conclusiones y retos del futuro

Referencias bibliográficas

Palabras clave: Industria manufacturera, manufactura avanzada, México.

Keywords: Manufacturing industry, advanced manufacturing, Mexico.

Nº de clasificación JEL: L60, 031.

1. INTRODUCCIÓN

La literatura clásica sobre la economía del desarrollo pone a la industrialización como el motor del proceso de desarrollo. La industrialización genera competencias/habilidades industriales que se derraman a otros sectores e induce procesos de cambio estructural. Algunos enfoques analizan el cambio estructural entre sectores como saltos o transiciones discontinuas, que suponen desequilibrios entre sectores o regiones de las economías, y también modificaciones institucionales (Gerschenkron, 1962; Rosenstein Rodan, 1943). Otros analizan trayectorias que están atrapadas en situaciones de reforzamiento de sus propias tendencias mediante mecanismos de causación acumulativa (Myrdal, 1957) o de convergencia hacia situaciones de lento crecimiento (Nelson, 1956; Kaldor, 1966). Como argumentan Dutrénit, Puchet y Teubal (2013), estas contribuciones de los pioneros de las teorías del desarrollo tienen su foco en la evolución del ingreso y la inversión de los países, mientras que la innovación, que puede ser un determinante endógeno del desarrollo o del crecimiento sostenido, tenía una limitada presencia en sus modelos.

* Quisiera agradecer el apoyo de la Mtra Nancy Andrade en las labores de recopilación y sistematización de la información requerida en este trabajo.

Desde una perspectiva estructuralista y sistémica-evolutiva, la innovación es vista como una poderosa palanca para producir un cambio estructural, que puede evitar las trampas de bajo crecimiento (Saviotti y Pyka, 2004, 2013; Saviotti 1996, 1997; Avnimelech y Teubal, 2008; Dutrénit, Puchet y Teubal, 2011). Se argumenta que los procesos de aprendizaje y de construcción de capacidades y la coevolución entre tecnologías, instituciones y agentes clave del sistema nacional de innovación explican la emergencia de organizaciones de alto nivel (nuevos sectores, clases de productos, mercados, clusters, etc.), que explican el cambio estructural dentro de un proceso que puede conducir al desarrollo.

En efecto, en la explicación del éxito en los procesos de *catching up* y de desarrollo,¹ se destaca que la construcción de sistemas nacionales de innovación y la existencia de una estructura de vínculos a nivel local, regional, nacional e internacional juegan un papel importante (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Edquist, 1997; Kim, 1997; Lundvall, 2007; Dutrénit y Sutz, 2014). Se argumenta que la creación y la diseminación del conocimiento son factores básicos para la innovación y el crecimiento económico sostenible de las naciones. En otras palabras, existe una relación estrecha entre la innovación y el crecimiento económico (Fagerberg y Verspagen, 2007).

Sin embargo, la relación entre innovación y bienestar social aún es menos nítida, a pesar de que dentro del renacimiento de la preocupación y teorización sobre el desarrollo (Ha-Joon Chang, 2002; Nelson, 2008) se incluyen la dimensión de la equidad (Johnson y Andersen, 2012) y una nueva generación de política industrial (Rodrik, 2004). Ambos enfoques pueden converger en estas direcciones.

Se pueden identificar tres modelos de desarrollo por los que han transitado los países latinoamericanos. El primero fue el modelo primario exportador, que dominó la escena a principios del siglo XX y se basó en la generación de recursos a partir de la exportación de materias primas. El segundo fue el modelo de industrialización sustitutiva de importaciones, que predominó desde la década de 1940 hasta la de 1970 (de 1980 en algunos países) y se basó en desarrollar gradualmente la industria doméstica, en concordancia con los enfoques de la economía del desarrollo (Prebisch, 1951). A partir del Consenso de Washington (Williamson, 1990), se fue construyendo un tercer modelo, que concibió el desarrollo económico como resultado del funcionamiento de las fuerzas del mercado en un entorno macroeconómico estable. Las ideas fuerza fueron el mantenimiento de un régimen macroeconómico es-

¹ Recientemente, a la luz del éxito de varios países asiáticos en alcanzar la frontera tecnológica y también en el *leapfrogging*, proceso de rápido cambio hacia tecnologías avanzadas sin pasar por las intermedias, ha cobrado relevancia el concepto de *catching up*. El *catching up* está asociado al fenómeno de aprovechar exitosamente y absorber tecnología de los líderes tecnológicos globales, es decir, aprender de ellos y alcanzar la frontera tecnológica (Saviotti y Pika, 2011; Lee, 2013). Frecuentemente se usa indistintamente con el concepto de desarrollo. Pero éste incluye un enfoque más amplio, que trasciende los aspectos económicos y el éxito tecnológico, e incorpora el bienestar social.

table y seguro, y la privatización, liberalización y desregulación de la economía (Rodrik, 1996). La evidencia empírica demostró las fallas del Consenso de Washington y generó un conjunto de propuestas (Ocampo, 2002; Ocampo y Ros, 2011). La ola de reformas de primera y segunda generación que se introdujeron en los países latinoamericanos indujo un cambio estructural de las economías del que surgieron nuevos sectores, mercados, aglomeraciones y regiones. Pero, lo cierto es que la magnitud del cambio estructural no ha inducido procesos endógenos que conduzcan al desarrollo. De resultados de todo ello, los retos más importantes que persisten son la desigualdad y la baja productividad.

Aún no existe consenso en torno a las opciones para avanzar en la senda del desarrollo de América Latina y los países continúan atrapados en situaciones de equilibrios de bajo nivel. La dinámica de crecimiento de los últimos diez años, conectada con el elevado precio de las materias primas en los mercados internacionales, llegó a su fin y las economías se enfrentan a procesos de desaceleración de sus tasas de crecimiento en un contexto internacional adverso. Repensar el modelo de desarrollo es un elemento central; el dilema es cómo agregar y capturar valor en la producción y en las exportaciones con el fin de avanzar hacia un desarrollo sostenible e inclusivo. En este marco, parece apropiado retomar el argumento de que la generación, transferencia y aplicación de conocimiento, y los procesos de innovación pueden estar en la base de un proceso de desarrollo.

La historia económica ha documentado que el avance hacia el desarrollo está mayormente asociado a procesos de industrialización (Reinert, 2008). Pero en la discusión actual se vislumbran dos enfoques: el modelo de desarrollo basado en los recursos naturales y el modelo basado en la industria manufacturera. El primero parte de la diversidad de la región, la abundancia relativa de recursos naturales –agrícolas, pecuarios, silvícolas, minerales– y la propuesta de usar el conocimiento para agregar valor a los recursos naturales (Pérez, 2010; Pérez, Marín y Navas-Alemán, 2014). La carencia de materias primas en Asia y el aumento del precio de los *commodities* entre 2002 y 2008 le dio fuerza a este enfoque y superó el argumento de las desventajas asociadas a la «maldición de los recursos naturales» y los problemas asociados a la enfermedad holandesa (Reinert, 2008). Este modelo no niega el fortalecimiento de la actividad industrial, pero se plantea una mayor especialización de la misma hacia industrias basadas en recursos naturales asociadas con la biotecnología y la ciencia de los materiales, y áreas al servicio de estas industrias de procesos (Pérez, 2010). La propuesta plantea usar el conocimiento y la innovación y construir redes basadas en recursos naturales, bajo el argumento de que estas redes tienen un fuerte potencial para servir como plataforma de estrategias de desarrollo (Pérez, Marín y Navas-Alemán, 2014). Los casos de la soja en Argentina, la trazabilidad de la carne uruguaya o el cobre y salmón chileno ilustran esta trayectoria de especialización. (Bisang, Anlló y Campi, 2015; Zurbriggen y Sierra, 2015; Meller y Gana, 2015; Hosono, Iizuka y Katz, 2016).

El segundo se inscribe en la tradición de la economía del desarrollo de poner a la industria como motor del proceso de desarrollo, y plantea agregar valor a la industria existente. Este modelo ha estado en la base de los planes nacionales de muchos países latinoamericanos, explícita o implícitamente. Pero no ha habido una clara estrategia sobre cómo fortalecer la industria y convertirla en motor del desarrollo. Recientemente han emergido voces, tanto en la región como a nivel internacional, en torno a la necesidad de reindustrializar las economías y agregar valor principalmente a la manufactura. La idea es crear productos de mayor valor agregado a partir del conocimiento y la innovación, y cambiar la especialización productiva y exportadora hacia productos de mayor contenido tecnológico. El foco en la manufactura avanzada, que se asocia con realizar procesos y productos cada vez más intensivos en conocimiento, apoyándose en tecnologías de la información, modelado y simulación en el diseño, es una vía para este propósito. Esta alternativa de especialización en manufactura avanzada para la industria automotriz, electrónica, equipo médico o textiles, se enfrenta a los desafíos que imponen la globalización y las cadenas globales de valor (CGV), ya que mucha de la producción industrial de los países latinoamericanos se inserta en las CGV. El caso de la manufactura avanzada mexicana ilustra esta trayectoria de especialización (Dutrénit, 2015).

Tanto en Estados Unidos como en Europa, resurgió la preocupación por fortalecer la industria, particularmente el sector manufacturero. El documento titulado «Por un renacimiento industrial europeo» (Comisión Europea, 2014) y el *Report to the President on capturing domestic competitive advantage in Advanced Manufacturing* de Estados Unidos (Executive Office of the President, 2012) discuten la importancia de fortalecer la industria para la competitividad y el crecimiento económico.

Sin duda no hay una única opción para avanzar en una senda de desarrollo. Cada país debe escoger su estrategia de desarrollo de acuerdo a su dotación de recursos, sus capacidades tecnológicas construidas a lo largo del tiempo y el contexto internacional, entre otros factores. Sobre estas bases deben identificar qué sectores les ofrecen mayores oportunidades de innovación y cuáles observan mayor dinamismo. Se puede usar el conocimiento y la innovación tanto en propuestas de modelos de desarrollo, a partir de agregar valor a los recursos naturales, como de otros modelos que refuerzan la apuesta en la industria, particularmente la manufactura. En ambos casos, el éxito de la generación, transferencia y aplicación de conocimiento y de la innovación se potencia por las capacidades existentes construidas a lo largo del tiempo.

El objetivo de este trabajo es discutir algunos de los retos a los que se enfrenta América Latina para agregar valor y sostener el proceso de desarrollo, y analizar las ventajas y oportunidades de una de las opciones de agregar valor: el desarrollo de la manufactura avanzada. El análisis se focaliza en el caso de México, pero muchos de los argumentos son de utilidad para los países que han apostado por la manufactura.

Después de esta introducción, la sección segunda describe un conjunto de características estructurales de América Latina, y la sección tercera caracteriza los ras-

gos esenciales de los sistemas nacionales de innovación; la sección cuarta discute los rasgos del modelo mexicano, basado en la industria manufacturera; finalmente la sección quinta presenta las reflexiones finales.

2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

La región de América Latina y el Caribe tiene similitudes y diferencias en términos de sus características estructurales. En esta sección se describen analíticamente los principales rasgos de la estructura productiva, especialización exportadora y niveles de bienestar y desigualdad. Algunas de estas características están asociadas con el tamaño del país y la dotación de recursos, mientras que otras se relacionan con el nivel de desarrollo.² Estas características inciden sobre la selección del modelo de desarrollo a seguir. La muestra analizada incluye a todos aquellos países de la región para los que hay información consistente a lo largo del tiempo sobre los aspectos señalados. La mayoría son países de América Latina y muy pocos del Caribe.

2.1. Diferentes perfiles de estructura productiva y especialización exportadora

En relación a la estructura productiva, se observan tres rasgos generales de la región. Primero, una reducción de la participación del sector agropecuario, que pasó de aportar el 13,5% del Producto Interno Bruto (PIB) en 1980 al 8,9% en 2014, en promedio del conjunto de países incluidos en el análisis.³ Solo en Argentina y Venezuela se mantuvo su participación. En términos comparativos con otras regiones, el Banco Mundial reporta para el conjunto de la región un aporte del agro del 5,2% del PIB, mientras que la participación en la Eurozona es inferior, del 1,6%, y en Asia oriental y el Pacífico contribuyó con el 9,9%.

Segundo, hay una leve reducción de la participación de la industria (incluye manufactura y minería), que representó el 32,2% en 1980 y el 30,5% en 2014 en el conjunto de países analizados. Pero como se observa en el cuadro n° 1, hay una evolución desigual de este sector en la región. Se observa una fuerte reducción en varios países, superior a 12 puntos porcentuales (Argentina, Brasil, Costa Rica, El Salvador, Honduras, República Dominicana y Uruguay), e incrementos en otros (México, Cuba, Honduras, Panamá, Venezuela, Bolivia, Colombia y Ecuador). En términos comparativos con otras regiones, en la Eurozona es inferior, del 24,3%, mientras que en Asia oriental y el Pacífico tiene una participación superior, del 41,6%.

² Dutrénit, Moreno y Puchet (2014) analizan el perfil estructural e innovador de los países latinoamericanos.

³ Los países incluidos son aquellos que tienen datos para la serie analizada: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay, Venezuela. Se realizó un promedio simple de las participaciones de los países.

Cuadro n° 1. CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA DE LA PRODUCCIÓN EN AMÉRICA LATINA (1980-2014)

(Participación porcentual del agro, industria y servicios en el PIB)

Agro		Industria		Servicios
2014 respecto a 1980		2014 respecto a 1980		2014 respecto a 1980
Mantuvieron o aumentaron su %	Reducción significativa de su % (más de 7 ptos)	Aumentaron su %	Reducción significativa de su % (más de 12 ptos)	Aumentaron su % (más de 10 ptos)
Argentina Venezuela	Colombia Cuba Ecuador Honduras República Dominicana	México Cuba Honduras Panamá Venezuela Bolivia Colombia Ecuador	Argentina Brasil Costa Rica El Salvador Honduras República Dominicana Uruguay	Argentina Costa Rica* República Dominicana Brasil

Nota: * respecto a 1990.

Fuente: Basado en Banco Mundial (2015), Grupo de investigaciones sobre el desarrollo.

Tercero, el sector servicios ha incrementado significativamente su contribución al PIB en todos los países. Ya en 1980 representaba el 54,3% del PIB, y pasó a aportar el 60,5% en 2014 en el conjunto de países analizados. En 10 de 19 países, la participación en el PIB es superior al 60% en 2014, y en 17 de 19 es superior al 50%. Este proceso de terciarización de las economías es un fenómeno observado con diferente intensidad en diferentes regiones del mundo; en la Eurozona, este sector contribuyó con el 74,1% del PIB en ese año, y en Asia oriental y el Pacífico con el 48,5% en 2014.

Las tendencias observadas en los países latinoamericanos de reducción de la participación del sector agropecuario y terciarización de las economías son semejantes a las que están presentes en otras regiones. Sin embargo, hay perfiles diferentes de los países en relación a la importancia de la industria en el PIB, y más aún dentro de la industria entre manufactura y minería. Una exploración al interior del sector industrial nos muestra que las rentas mineras, como porcentaje del PIB, representaron en 2013 el 14,6% en Chile, el 7,1% en Perú, y sólo el 2,3% en Brasil, el 2,2% en Bolivia y el 0,8% en México.⁴ A su vez el sector manufacturero aportó en 2014 el 18% del PIB en México, mientras que en Brasil fue el 11%, en Chile el 12%, en Bolivia el 13% y en Perú el 15%. Así pues, mientras que en México hay un sesgo hacia el sector manufacturero, en Chile y Bolivia la minería es un sector muy importante.

⁴ La renta minera es la diferencia entre el valor de producción de un stock de minerales a precios mundiales y su costo total de producción. (Banco Mundial, 2015).

En relación a la especialización exportadora, se observan los siguientes rasgos. Primero, se incrementó la contribución de las manufacturas al total de exportaciones de productos, del 17,9% en 1980 al 31,6% en 2014, como promedio del conjunto de países incluidos en el análisis. Esta tendencia al incremento ya se observó en el año 2000, donde la manufactura contribuyó con el 30,3%. En términos del promedio calculado a partir del volumen de exportaciones, los datos agregados reportan una contribución del 51,3% de América Latina, significativamente inferior al 76,5% de la Eurozona y al 80,7% de Asia oriental y el Pacífico. En contraste, América Latina y el Caribe destacan por sus exportaciones de metales y minerales, que representaron el 12,3% del total, mientras que en la Eurozona contribuyeron con el 2,6% y en Asia oriental y el Pacífico con el 3,9%. Estos datos muestran un diferente perfil exportador de la región.

Cuadro n° 2. PARTICIPACIÓN DE LAS EXPORTACIONES MANUFACTURERAS EN EL TOTAL DE EXPORTACIONES NACIONALES, PAÍSES CON PARTICIPACIÓN SUPERIOR A LA MEDIA EN 2014 (%)

	1980	1990	2000	2014	Evolución del %
México	11,9	43,5	83,5	79,0	Aumenta
El Salvador	35,4	37,7	20,6	76,0	Aumenta
República Dominicana	23,6	...	34,2	62,0	Aumenta
Costa Rica*	28,3	26,8	65,6	61,9	Aumenta
Nicaragua	13,8	8,3	7,8	46,0	Aumenta
Guatemala	24,2	24,5	32,0	39,0	Aumenta
Brasil	37,2	51,9	58,4	35,0	Mantiene
Argentina	23,2	29,1	32,5	32,0	Aumenta
Promedio simple de los países	17,9	21,9	30,3	31,6	

*Nota: */el dato corresponde a 2013.*

Fuente: Basado en Banco Mundial (2015), Grupo de investigaciones sobre el desarrollo.

Segundo, existen diferentes perfiles exportadores en los países. En seis países (México, El Salvador, República Dominicana, Costa Rica, Nicaragua y Guatemala) se incrementó significativamente la aportación de las manufacturas entre 1980 y 2014, como se observa en el cuadro n° 2. En este mismo período, en Brasil se mantiene aunque con una participación apenas superior al promedio, y en los otros países la participación es reducida. Estos países exportadores de manufacturas se caracterizan por tener subsidiarias de empresas multinacionales que operan bajo diferentes regímenes aduaneros, insertadas en las cadenas globales de valor (CGV), que explican las exportaciones de manufacturas (Pietrobelli y Rabellotti, 2007; Ferrando, 2013).

En contraste, las exportaciones de metales y minerales representan un porcentaje elevado de las exportaciones totales en un conjunto de países. En 2014 el 56,4% de las exportaciones totales de Chile correspondió a metales y minerales, el 45,8% en Perú y el 22,2% en Bolivia.

Tercero, las exportaciones de productos de alta tecnología⁵ representan un bajo porcentaje de las exportaciones manufactureras ya que alcanzaron el 10,8% en el año 2000 y se redujeron al 7,8% en 2013 en el conjunto de países analizados. Pocos países latinoamericanos reportan un porcentaje significativo de exportaciones de alto contenido tecnológico, como se observa en el cuadro nº 3 (Costa Rica, México, Argentina, Brasil, Bolivia y Uruguay). En comparación con otras regiones, el porcentaje de América Latina es del 10,5%, menor al 15,8% de la Eurozona y muy inferior al de Asia, que es del 26,7%. Estos datos muestran que las exportaciones de manufacturas de varios países latinoamericanos, aun aquellas conectadas a las CGV, son de productos de bajo o medio contenido tecnológico. En los casos de México y Costa Rica,⁶ los porcentajes más altos observados en la exportación de productos de alto contenido tecnológico no se asocian con la realización de actividades de I+D en estos países. (Dutrénit y Vera-Cruz, 2007).

Cuadro nº 3. **PAÍSES CON EXPORTACIONES DE ALTA TECNOLOGÍA SUPERIOR AL PROMEDIO DE AMÉRICA LATINA EN 2013**
(% de las exportaciones manufactureras)

	1990	2000	2013
Costa Rica	...	51,7	43,3
México	8,4	22,5	15,9
Argentina	...	9,4	9,8
Brasil	6,5	18,7	9,6
Bolivia	...	40,0	9,4
Uruguay	...	2,2	8,7
Promedio simple de los países		10,8	7,8

Fuente: Basado en Banco Mundial, Grupo de investigaciones sobre el desarrollo.

⁵ Corresponde a productos altamente intensivos en investigación y desarrollo (p.e. productos de las industrias aeroespacial, informática, farmacéutica, de instrumentos científicos y de maquinaria eléctrica). (Banco Mundial, 2015).

⁶ En abril de 2014, Intel anunció el traslado de su planta de ensamblaje de microchips desde Costa Rica a Malasia, y en diciembre anunció la instalación de un centro de investigación y desarrollo de productos. Esta decisión de Intel cambiará la especialización exportadora del país, reduciendo el aporte de las manufacturas al total de exportaciones, y de los productos de alta tecnología a las exportaciones manufactureras. (http://www.nacion.com/tecnologia/avances/Ingenio-resucita-Intel-cerrarse-fabrica_0_1496850317.html)

Cuarto, se observa un cambio en los productos de exportación más importantes. En el cuadro n° 4 se detallan los principales productos en 1980, 2000 y 2014. Como se observa, el petróleo crudo se mantiene como el principal producto de exportación de América Latina, pero su contribución a las exportaciones totales se reduce del 26,5% en 1980 al 10,2% en 2014. En el período, emergen productos manufactureros de la industria automotriz (automóviles representa el 4,2%, componentes de automóvil el 2,9% y camiones y camionetas el 3,0%) y se mantiene o incrementa la contribución de productos basados en recursos naturales (soja con el 3,4%, cobre refinado con el 2,3%, mineral y concentrados de cobre con el 3,0%, mineral de hierro con el 3,0%). Al mismo tiempo, se reduce significativamente el aporte de las exportaciones de café, azúcar y fuel oil. Estos cambios reflejan, de cierta forma, diferentes estrategias de desarrollo en marcha en la región.

Cuadro n° 4. PRINCIPALES PRODUCTOS DE EXPORTACIÓN (PARTICIPACIÓN SUPERIOR AL 2% DE LAS EXPORTACIONES)
(CUCI rev.1)

Productos	1980	2000	2014
33101 Petróleos crudos	26,5	12,5	10,2
7321 Vehículos automotores, montados o sin montar, para pasajeros		5,6	4,2
2214 Soja (excepto la harina fina y gruesa)			3,4
2813 Mineral de hierro y sus concentrados	2,2		3,0
28311 Mineral y concentrados de cobre			3,0
7323 Camiones y camionetas, montados o sin montar			3,0
73289 Otras partes para vehículos automotores, salvo motocicletas		2,3	2,9
68212 Cobre refinado (incluido el refundido)	2,1		2,3
7143 Máquinas de estadística que calculan a base de tarjetas perforadas o cintas		2,5	2,3
0813 Tortas y harinas de semillas oleaginosas y otros residuos de aceite vegetal			2,2
0611 Azúcar de remolacha y de caña, sin refinar (excepto los jarabes)	6,7		
0711 Café verde o tostado y sucedáneos del café que contengan café	7,3		
3324 Fuel oil (residual)	5,9		
72499 Otro equipo para telecomunicaciones		2,2	

Fuente: CEPAL - CEPALSTAT.

Las características de la estructura productiva y de la especialización exportadora muestran que la región es heterogénea: unos países continúan especializados en recursos naturales, otros mantienen la especialización manufacturera, y hay países que tienen un perfil que combina a diferentes sectores.

2.2. Niveles de bienestar y persistencia de la desigualdad

En América Latina se observaron bajas tasas de crecimiento del PIB en los años ochenta y noventa; de hecho, los ochenta se considera la «década perdida», por las crisis económicas sufridas en la región, y que para algunos países continuaron hasta los noventa. La década de los 2000 fue de recuperación, y aunque se sintió por la crisis mundial de 2009, la región se recuperó rápidamente desde 2010. Desde 2014 se presenta un nuevo proceso de contracción. La tasa de crecimiento es superior a la de la Eurozona pero muy inferior a la observada en Asia oriental y el Pacífico.

Casi todas las regiones del mundo han mejorado su bienestar a lo largo del tiempo, medido por el Ingreso Nacional Bruto (INB) per cápita, pero se ha mantenido la brecha que diferencia al mundo desarrollado del mundo en desarrollo. En el caso de África Subsahariana, la brecha está creciendo. En la región de América Latina y El Caribe, en el año 2000, doce de los veintiún países analizados eran considerados como economías de ingresos medianos, y solo siete eran considerados como de ingresos medianos-altos, como se observa en el cuadro nº 5. En 2015 la región avanzó significativamente, once economías se incluyen en el nivel mediano-alto, cinco se consideran de ingreso mediano-bajo y cuatro avanzaron hasta convertirse en economías de ingresos altos. A lo largo de quince años, las dos economías más grandes se mantuvieron como economías de ingreso mediano-alto, en lo que algunos denominan la trampa del ingreso mediano.

Más allá del avance en este índice de bienestar, persiste un alto porcentaje de la población en condiciones de pobreza y altos niveles de desigualdad de ingresos. Respecto a la pobreza, en 1990 el 22,6% de la población vivía en condiciones de indigencia o «pobreza extrema», es decir, no disponía de los recursos que permiten satisfacer al menos las necesidades básicas de alimentación. El 48,4% vivía en condiciones de pobreza, es decir, con ingresos inferiores al valor de una cesta básica de bienes y servicios, tanto alimentarios como no alimentarios (CEPAL-CEPALS-TAT). En 2013, la región avanzó sustancialmente, y ambos indicadores se redujeron a la mitad. Sin embargo, todavía hoy el 11,7% de la población vive en condiciones de indigencia y el 28,1% en condiciones de pobreza.

En relación a la desigualdad, si bien casi todos los países redujeron los niveles al introducir políticas sociales de amplio espectro (Cepal, 2010), todos mantienen niveles altos de desigualdad (índice de Gini superior a 40,0) (Lustig, Lopez-Calva y Ortiz-Juarez, 2011; Cornia, 2014). El cuadro nº 6 expone los países más desiguales

en 2000 y 2013, por tener un índice de Gini superior al promedio del conjunto de países analizados en cada año, así como los países que redujeron más su nivel de desigualdad al reducir el índice de Gini más de 6 puntos porcentuales, por encima del promedio de los países (5,5 puntos).

Cuadro nº 5. CLASIFICACIÓN DE LAS ECONOMÍAS POR INGRESO NACIONAL BRUTO PER CÁPITA*

	2000	2015	Evolución
Argentina	Ingresos medianos-altos	Ingresos altos	+
Bolivia	Ingresos medianos	Ingresos medianos-bajos	-
Brasil	Ingresos medianos-altos	Ingresos medianos-altos	=
Chile	Ingresos medianos-altos	Ingresos altos	+
Colombia	Ingresos medianos	Ingresos medianos-altos	+
Costa Rica	Ingresos medianos	Ingresos medianos-altos	+
Cuba	Ingresos medianos	Ingresos medianos-altos	+
República Dominicana	Ingresos medianos	Ingresos medianos-altos	+
Ecuador	Ingresos medianos	Ingresos medianos-altos	+
El Salvador	Ingresos medianos	Ingresos medianos-bajos	-
Guatemala	Ingresos medianos	Ingresos medianos-bajos	-
Honduras	Ingresos medianos	Ingresos medianos-bajos	-
Jamaica	Ingresos medianos	Ingresos medianos-altos	+
México	Ingresos medianos-altos	Ingresos medianos-altos	=
Nicaragua	Ingresos bajos	Ingresos medianos-bajos	+
Panamá	Ingresos medianos-altos	Ingresos medianos-altos	=
Paraguay	Ingresos medianos	Ingresos medianos-altos	+
Perú	Ingresos medianos	Ingresos medianos-altos	+
Uruguay	Ingresos medianos-altos	Ingresos altos	+
Venezuela, RB	Ingresos medianos-altos	Ingresos altos	+

Fuente: 2000/ *Classification of Economies by Income and Region, 2000*, «Beyond Economic Growth Student Book», The World Bank Group. 2015/ *World Bank list of economies (Julio 2015)*.

Nota: Ingresos bajos: ≤ 1.045 \$, Ingresos medianos-bajos: >1.045 \$ y ≤ 4.125 \$, Ingresos medianos-altos > 4.125 \$ y < 12.736 \$, Ingresos altos: ≥ 12.736 \$.

Cuadro n° 6. NIVELES DE DESIGUALDAD (Índice de Gini)

	Los más desiguales en el año 2000	Los más desiguales en 2013	Los que redujeron más la desigualdad en el período 2000-2013
Países	Bolivia Brasil Colombia Panamá Ecuador Chile Guatemala	Costa Rica Chile Panamá Guatemala Brasil Colombia Honduras	Argentina Bolivia Brasil Ecuador El Salvador Panamá Perú
Promedio simple de los países	53,8	48,3	

Fuente: Basado en estimaciones del World Bank.

Se argumenta que uno de los principales factores que limitan la reducción de la pobreza se relaciona justamente con los niveles de desigualdad existentes. (Altimir, 2013).

2.3. Una evaluación de la evolución de las características estructurales

Sin duda la región avanzó en cuanto a sus características estructurales, ya que se observan varios aspectos positivos:

- Recuperación de la estabilidad macroeconómica en la década del 2000.
- Crecimiento en la década del 2000 y recuperación de la década perdida (los ochenta), a pesar de la contracción reciente.
- Reforzamiento de la estructura productiva y de la especialización exportadora, y emergencia de un conjunto de sectores con potencial: (a) basados en recursos naturales, con capacidades tecnológicas y organizacionales, alta tecnología y penetración exportadora (p.e. soja en Argentina, salmón y cobre en Chile, frutas y hortalizas en México), (b) manufacturas de media-alta y alta tecnología vinculados a cadenas productivas globales (p.e. industria automotriz –automóvil y componentes de automóvil–, electrónica de consumo y equipo de cómputo, equipo médico), y (c) nichos de especialización en productos *premium* (p.e. artesanías, productos agropecuarios como la trazabilidad de la carne uruguaya).
- Ingresos asociados a los altos precios de las materias primas (petróleo, cobre, productos agropecuarios, etc.) en la pasada década, y alto importe de remesas de los emigrantes.

Sin embargo, persisten algunos retos importantes:

- Especialización productiva y exportadora sustentada en bienes de bajo valor agregado tecnológico, con pocas actividades de Investigación y Desarrollo (I+D), a lo que se le agrega la rotura de las cadenas productivas, que dificulta diseñar estrategias para agregar valor.
- Tasas de crecimiento insuficientes para generar el empleo requerido.
- El bienestar social sigue siendo altamente insatisfactorio; a pesar de la reducción del índice de Gini, persiste una pronunciada inequidad por la fuerte desigualdad en la distribución del ingreso. Elevados porcentajes de la población viven en condiciones de pobreza y más aún, de indigencia.

Las diferencias en las características estructurales, particularmente en la estructura productiva y la especialización exportadora, sugieren que una receta única de modelo de desarrollo no funciona para todos. Mientras que unos países se están orientando a fortalecer sus capacidades en sectores asociados a los recursos naturales, otros mantienen la especialización manufacturera.

3. LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

Como se argumentó anteriormente, la innovación puede contribuir a generar un cambio estructural. La construcción de capacidades de los agentes del sistema nacional de innovación, así como de vínculos entre los mismos, se convierten en un elemento importante para avanzar en la senda del desarrollo. La experiencia asiática da evidencia de estas relaciones (Kim, 1997; Lee, 2013).

Los sistemas nacionales de innovación de los países latinoamericanos se encuentran en una etapa emergente, son pequeños de acuerdo al tamaño de sus principales agentes, tienen reducidas capacidades nacionales de ciencia, tecnología e innovación (CTI) y vínculos débiles entre los agentes. Esto se debe a diversos factores; por un lado, históricamente, la clase política tiende a no valorar la CTI como una herramienta para mejorar el desempeño de la economía latinoamericana y el bienestar. Por otro lado, los recursos financieros dedicados a la CTI por el sector público y el privado han sido escasos. Tal parece que las actividades de mayor productividad en el mercado latinoamericano no tienen relación con los esfuerzos en innovación, es decir, las señales de ganancia relativa a corto plazo parecen estar dissociadas de la innovación (Cassiolato, Lastres y Maciel, 2003; López, 2007; Dutrénit *et al.*, 2010; Dutrénit y Sutz, 2014).

Los sistemas actuales son resultado tanto de las dinámicas sectoriales y regionales, como de los marcos institucionales y la estructura de incentivos que se fueron construyendo. Las agencias/consejos de CTI han desempeñado un rol central en la construcción de los sistemas nacionales de innovación. Se crearon mayormente en

los años setenta, y desde entonces han coordinado el diseño e implementación de las políticas de CTI nacionales actuando como mediadores entre agentes: gobierno y científicos, y gobierno y empresas. A lo largo de la región, el marco institucional para las actividades de CTI ha cambiado radicalmente durante la década de los 2000 en la dirección de los cambios observados a nivel internacional. Si bien hay diferencias de grado entre los países y casos de éxito en todos ellos, hay que destacar como rasgo común que la protección de los mercados hasta fines de los años ochenta y la inestabilidad macroeconómica de los ochenta y noventa no generó una estructura de incentivos apropiada para incentivar un comportamiento tecnológico más dinámico de las empresas (Katz, 1986, 2000; Vera-Cruz, 2006; Arza, 2013).

En general, los Sistemas Nacionales de Innovación de América Latina se pueden caracterizar de la siguiente forma:

Insumos

Los recursos financieros asignados a I+D son escasos. El gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE) se ha incrementado un 60% entre 1990 y 2013, pasando del 0,48% al 0,77% del PIB respectivamente. En el mismo periodo, España lo incrementó un 45% y Canadá un 9% (RICYT, 2015). Pero América Latina y el Caribe parten de niveles muy bajos, por lo que esa dinámica es aún insuficiente para alcanzar los estándares que se consideran apropiados a nivel internacional (2,0% del PIB). Adicionalmente, Brasil contribuye a explicar una parte importante de ese GIDE, la media simple de los países es 0,46%.

Fuentes de financiación

El sector público es la principal fuente de financiación de la I+D, contribuyó con 59,3% del GIDE total en 2013, mientras que el sector empresarial (privado y público) aportó el 36,6%. Estos porcentajes no han cambiado significativamente a lo largo de los años (RICYT, 2015). En los países más pequeños el porcentaje de participación del sector público tiende a ser más elevado. Las economías más dinámicas a nivel internacional tienen una mayor contribución del sector empresarial. En el extremo, Corea tuvo el 75,7% y China el 74,6% para el mismo año.

Comunidad científica

La comunidad científica es pequeña en relación a la población, los datos de 2012 reportan en promedio 1,19 investigadores (FTE) por cada 1.000 de la PEA (RICYT, 2015). Hay diferencias importantes incluso en los países más grandes, desde Argentina con 3,78 (UNESCO, 2015a), Brasil con 1,48 (2010) y México con 0,89. Pero también en este indicador hay distancias importantes respecto a otros países, como España que reporta 8,85 y Corea con 15,49 (UNESCO, 2015a). La producción de esta comunidad se está incrementando, de representar el 4,0% del total de publicaciones del mundo en 2005 al 5,2% en 2014, así como su calidad medida por las citas

a las publicaciones. Tiene niveles de excelencia en algunos campos científicos, por ejemplo Argentina, Brasil y México están avanzando significativamente en campos relacionados con el sector aeroespacial, ciencias de la vida e ingenierías (UNESCO, 2015b). Hay un sesgo hacia la investigación guiada por la curiosidad, y con pocos incentivos para realizar investigación orientada a problemas nacionales. Existe experiencia en la solución de algunos problemas específicos de salud, medio ambiente y alimentación.

Sector empresarial

Las empresas realizan un esfuerzo reducido en I+D, como lo demuestra el aporte de solo el 36,6% al GIDE total. Si bien en los países de la región hay casos de éxito importantes (Dutrénit y Sutz, 2014; Crespi y Dutrénit, 2014a), predominan actividades de mejoras en productos y procesos, muchas de las cuales son incrementales y no son contabilizadas en las metodologías actuales para medir la innovación.

Localización de las capacidades

Existe una alta concentración geográfica (mayormente en las capitales) e institucional de las capacidades. Recientemente hay un esfuerzo creciente hacia la desconcentración geográfica, aunque persiste una fuerte centralización de los recursos. Las políticas de CTI nacionales predominan sobre los experimentos por construir políticas regionales.

Estructura de vínculos

Los vínculos entre los agentes son aún emergentes. Si bien a lo largo del tiempo se han desarrollado vínculos en los sectores económicos más relevantes (p.e. sector agropecuario, químico, petróleo, industria alimentaria, sector minero y metalúrgico), en su conjunto, ni la estructura de generación de conocimiento ni la estructura de incentivos relacionados con la política de CTI, se corresponden directamente con la estructura económica existente. Albuquerque *et al* (2015) da evidencia de estos desajustes en tres países: Argentina, Brasil y México.

En los últimos años se pueden observar diversos logros, como el surgimiento de nuevos agentes y su impacto en la reconfiguración de los sistemas nacionales de innovación, un mayor empoderamiento de actores locales, el aumento del esfuerzo público en CTI, el incremento en la magnitud de I+D financiada por el sector empresarial, el desempeño innovador exitoso en sectores específicos, el incremento en la productividad de la investigación, la modernización del marco institucional, entre otros factores.

Las políticas de CTI han contribuido a los logros señalados. Crespi y Dutrénit (2014b) describen la evolución de las políticas de CTI en la región. El diseño e implementación de las políticas es resultado de un proceso complejo donde confluyen tres vertientes: (a) los nuevos modelos analíticos que emergen desde fuera

de la región y llegan a partir de las recomendaciones de los organismos internacionales; (b) elementos que se incorporan desde el interior de la región, como la escuela latinoamericana de pensamiento sobre ciencia y tecnología, el enfoque estructuralista, o las nuevas propuestas de la CEPAL (Sábato y Botana, 1968; Prebisch, 1949ab; Furtado, 1958, 1961; Herrera, 1971; Sagasti, 1978, 2011; CEPAL, 2008); y (c) los aprendizajes de la propia experiencia de los países. La combinación de estas tres vertientes enriquece el ciclo de la política pero también dificulta la coordinación entre las políticas científica, tecnológica y de innovación, así como entre la política de CTI con otras arenas de la política (industrial, agropecuaria, energética, social, etc.).

Es necesario avanzar en el diseño e implementación de mejores políticas de CTI, sobre todo más conectadas con la estrategia de desarrollo. Se necesitan políticas horizontales para promover la emergencia de empresas innovadoras, y políticas verticales enfocadas a sectores definidos como estratégicos en el país, sea en recursos naturales o en manufactura.

4. MÉXICO: UN MODELO BASADO EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA

México es la segunda economía en América Latina y la undécima en el mundo.⁷ Desde la década de los ochenta, en parte como respuesta a la crisis de 1982 y luego bajo los lineamientos del Consenso de Washington, el país introdujo un conjunto de reformas y transitó por un proceso de cambio estructural. De ser un país exportador de petróleo, donde el petróleo contribuía con un 57,9% de las exportaciones totales FOB en 1980, incrementó gradualmente las exportaciones y al mismo tiempo cambió su composición, pasando a ser un exportador de productos manufacturados. La manufactura pasó de aportar el 30,8% de las exportaciones totales FOB en 1980 al 68,4% en 1990 y al 85,9% en 2014. Si bien se mantuvo un importante monto de exportaciones de petróleo, su participación en el total de exportaciones es significativamente menor, de sólo el 11%. Sin embargo, persistió una fuerte dependencia de los recursos fiscales respecto de los ingresos petroleros.⁸ El incremento de las exportaciones se ha dirigido principalmente a un destino, Estados Unidos, el 77% del total en 1995. Recientemente se observa un esfuerzo por una mayor diversificación de las exportaciones, en el marco de acuerdos comerciales con más de 40 países, que contribuye a explicar la leve reducción de las exportaciones a ese país, del 71% en 2014.

La estrategia de desarrollo seguida, implícita o explícitamente, ha estado basada en el liderazgo de un conjunto de grandes grupos industriales domésticos. Las características centrales de esta estrategia han consistido en: apertura indiscriminada, in-

⁷ Estimación del PIB para 2015 por el FMI, en millones de dólares ajustados por la paridad del poder de compra.

⁸ La reforma energética aprobada en 2014 busca, entre otros objetivos, reducir esta dependencia.

tegración regional hacia el norte (TLC, OCDE) y pocas miradas hacia el sur, persistencia de situaciones de monopolio/oligopolio en ciertos sectores (p.e. Telecomunicaciones), orientación de la producción hacia el mercado exterior, transnacionalización de los grandes grupos industriales (unos 50 se han convertido en multilatinas) y atracción de subsidiarias de empresas multinacionales integradas en las CGV. Estas subsidiarias han operado mayormente bajo el esquema aduanero de la industria maquiladora de exportación⁹, pero también con otros esquemas de exenciones aduaneras.

4.1. La industria manufacturera en cifras

Algunas cifras ilustran los logros alcanzados por esta estrategia a nivel más desagregado. En 2014, México se ubicó en el lugar 22 de 124 países en el ranking de complejidad económica, publicado por la Universidad de Harvard y el MIT¹⁰. En 2013 presentaba una posición destacada en el mercado de la industria automotriz a nivel internacional (ProMéxico, 2014): octavo productor (2,9 millones de vehículos) y cuarto exportador de vehículos ligeros (2,4 millones vehículos), séptimo productor y cuarto exportador de vehículos pesados –no en vano, 19 de los principales fabricantes de automóviles tienen plantas en México–, sexto productor y quinto exportador de componentes de automóvil en 2014.

En otros sectores, la posición del país en 2013 era: principal exportador de la industria electrónica de América Latina, octavo productor de la industria electrónica, cuarto exportador de computadoras, principal exportador de electrodomésticos de Latinoamérica y sexto a nivel global, primer exportador de televisiones de pantalla plana, y sexto proveedor de la industria aeroespacial de EUA (ProMéxico, 2014). México se convirtió en un centro de manufactura a nivel internacional. Datos de 2013 muestran que 18 de los fabricantes de equipamiento original (OEMs) de vehículos operaban en México, así como 89 de las 100 corporaciones líderes de componentes de automóvil en el mundo (Covarrubias, 2014).

En el ámbito doméstico, la industria automotriz (terminal y componentes de automóvil) aportó el 3% del PIB nacional en 2013, el 15% del PIB manufacturero y el 30% de las exportaciones totales. A su vez, la industria electrónica representó el 24% de las exportaciones no petroleras.

⁹ Las maquiladoras son empresas dedicadas a la exportación, operan bajo diferentes regímenes aduaneros y realizan etapas del proceso de manufactura de productos utilizando principalmente componentes importados, muchos de los cuales luego son reexportados. En algunos países operan bajo esquemas de zonas francas o zonas de procesamiento para la exportación.

¹⁰ El Atlas de complejidad económica elabora un ranking de países de acuerdo a la diversificación y complejidad de sus exportaciones. El argumento que presentan es que, cuando un país produce bienes complejos, además de un gran número de productos, tiende a ser más desarrollado económicamente, o se puede esperar que logre un rápido crecimiento económico en un futuro próximo. (<http://atlas.cid.harvard.edu/rankings/>).

Sin duda, dadas las capacidades construidas en la industria manufacturera a lo largo de las últimas décadas, un modelo de desarrollo basado en agregar valor a la manufactura es una opción relevante para México, en otras palabras, especializarse en manufactura avanzada. Esta sección explora las ventajas y oportunidades de agregar valor a partir del desarrollo de la manufactura avanzada.

4.2. ¿Qué es la manufactura avanzada?

De acuerdo al *Executive Office of the President* (2012), la Manufactura Avanzada es una familia de actividades que: (a) dependen del uso y la coordinación de información, la automatización, la computación, el *software*, la detección y las redes, o (b) hacen uso de materiales de vanguardia y capacidades emergentes, las que son habilitadas por las ciencias físicas y biológicas (p.e. la nanotecnología, la química y la biología). Se refiere a nuevas maneras de fabricar los productos existentes, así como a la manufactura de nuevos productos que emergen del uso y convergencia de nuevas tecnologías. El concepto se aplica a todas las industrias que tienen un proceso de manufactura.

A diferencia de la manufactura tradicional, que explota el uso de mano de obra de bajo costo y en altas escalas y volúmenes de producción, la manufactura avanzada es una industria que se basa en las habilidades y la creatividad para manufacturar productos complejos de altas especificaciones. Incorpora diversas áreas de conocimiento y especialidades: *big data*; sensores avanzados y medidas y procesos de control; diseño de materiales avanzados, síntesis y procesamiento; nanomanufacturas; visualización, informática y manufactura digital; biomanufacturas y bioinformática; robots industriales; y manufactura aditiva y sustractiva (ProMéxico, 2011). Así, a partir de la convergencia de nuevas tecnologías, se generan condiciones para que la manufactura tradicional avance hacia negocios que utilizan más conocimiento y un alto nivel de habilidades de diseño o ingeniería.

Tiene un carácter transversal, es decir, se utiliza en muchos sectores económicos, pues la mayoría de los sectores requieren de insumos para los procesos de fabricación (ProMéxico, 2011). Los productos tienen un alto contenido de diseño y son tecnológicamente complejos. Los procesos se caracterizan por usar tecnologías de cómputo (CAD, CAE o CAM), computación de alto rendimiento para el modelado, simulación y análisis, técnicas de prototipado rápido, robótica avanzada y otros sistemas de producción inteligente, automatización, entre otros. En este sentido, los procesos avanzan desde la ingeniería de proceso hacia la manufactura avanzada, para transitar gradualmente hacia la ingeniería de producto y el diseño. (ProMéxico, 2014).

Debido a la incorporación de conocimiento, los productos y procesos asociados a la manufactura avanzada tienden a ser de alto valor, superior a los productos elaborados en procesos de manufactura tradicional.

4.3. Capacidades y potencialidades en cifras

Los productos manufactureros mexicanos de exportación que ocupan lugares destacados a nivel internacional son elaborados mayoritariamente por subsidiarias de empresas multinacionales, como parte de las CGV. Estas exportaciones son importaciones a las que se les adiciona una etapa del proceso de manufactura y luego se reexportan. Muchos de los productos estrella que se fabrican en el país se ubican en la última etapa de elaboración (p.e. vehículos, televisores de pantalla plana).

Datos de 2010 muestran que el porcentaje de participación de México en las CGV «aguas arriba» (agregan valor extranjero –de terceros países– a sus exportaciones) representó el 28%, mientras que el porcentaje «aguas abajo» (las exportaciones del país son incorporadas a otros productos como insumos de éstos para luego ser re-exportados) representó el 16% (UNCTAD, 2013). Esto confirma que se agrega mucho valor generado en el extranjero por terceros a las exportaciones mexicanas, y en contraste se utiliza poco suministro de insumos locales. En otras palabras, hay una especialización en segmentos que dejan poco valor agregado en el país. Los segmentos tecnológicamente más complejos y las actividades de I+D de esas cadenas globales son realizadas en otros países. Se ha creado un conjunto de centros de ingeniería y diseño en el país por parte de las Empresas Multinacionales, pero aún son insuficientes para sugerir que se está frente a un cambio en la forma de inserción de México en las CGV.

Las capacidades de proveeduría construidas en México, tanto domésticas como de proveedores globales instalados en el país, son básicamente capacidades de manufactura con ingeniería de proceso; en algunos casos se avanzó hacia capacidades de manufactura avanzada, de ingeniería de producto y diseño (Carrillo y Hualde, 1998; Dutrénit y Vera-Cruz, 2007). Pero la proveeduría local solo aporta una pequeña parte de los insumos utilizados para fabricar los productos exportados, parte de los insumos continúa siendo importado, como lo indican los datos de participación de México en las CGV «aguas arriba». Esto representa un mercado potencial.

Capacidades y potencial de mercado

ProMéxico (2015) asocia el potencial de mercado en procesos de proveeduría al monto de las importaciones, pues éstas se podrían sustituir con producción doméstica (cuadro n° 7). De esta forma estimó en 2013 un potencial de mercado de 71,5 miles de millones de dólares en diferentes procesos, destacando cuatro procesos de la industria de maquinados industriales: Troquelado y estampado, Fundición, Forja, y Maquinado. En estos procesos ya existen capacidades domésticas, que representan entre el 19,7% de la demanda de mercado en Forja hasta el 35,3% en Troquelado y estampado, pero el monto de importaciones es aún elevado. En estos casos la oportunidad de mercado podría convertirse en una realidad con esfuerzos sobre todo en manufactura avanzada.

Por el contrario, en sectores de mayor complejidad tecnológica como es el caso de Semiconductores, donde también hay un importe elevado de importaciones, o Diseño e ingeniería, no existen capacidades locales o son muy reducidas. En estos casos se requiere un esfuerzo en actividades de I+D, y no solo de manufactura avanzada.

Cuadro n° 7. OPORTUNIDADES DE MERCADO EN PROCESOS DE PROVEEDURÍA DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ, 2013
(miles de millones de dólares)

Procesos	Demanda de mercado	Proveeduría nacional		Importaciones actuales (oportunidades de mercado)
		Importe	% Demanda	
Troquelado y estampado	17,0	6,0	35,3	11,1
Fundición	14,6	3,6	24,7	10,9
Forja	12,7	2,5	19,7	10,1
Maquinado	12,3	3,7	30,1	8,6
Semiconductores	8,6	0,0	0,0	8,6
Inyección de plásticos	7,7	2,7	35,1	5,0
Diseño e ingeniería	6,5	0,3	4,6	6,2
Alfombras y vestiduras	3,7	1,3	35,1	2,4
Die casting	3,7	0,7	18,9	2,9
Cable y/o alambre	3,1	0,8	25,8	2,3
Componentes eléctricos	2,9	1,4	48,3	1,4
Otras partes y componentes	2,8	0,8	28,6	2,0
Total	95,6	23,8	24,9	71,5

Fuente: Proméxico (2015).

Algunas acciones en proceso

En octubre del 2011 se publicó el documento «Diseñado en México. Mapa de ruta de diseño, ingeniería y manufactura avanzada», elaborado por ProMéxico (ProMéxico, 2011).¹¹ Este documento integra una propuesta de estrategia para la espe-

¹¹ ProMéxico es la entidad del Gobierno Federal mexicano encargada de fortalecer la participación de México en la economía internacional.

cialización en Manufactura Avanzada y propone un mapa de ruta para su implementación. En 2013, el FCCT¹² promovió un ejercicio de identificación de un conjunto de «Iniciativas estratégicas de Ciencia, Tecnología e Innovación para la solución de problemas nacionales prioritarios». Una de las iniciativas estratégicas se tituló «Diseño y desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado». Esta Iniciativa Estratégica parte de una propuesta de las comunidades de CTI, que se construyó a partir de la propuesta de ProMéxico, y avanzó en la definición de las líneas de acción. De hecho, muchos de los participantes en ambos ejercicios fueron los mismos. (Dutrénit, 2015).

Sin embargo, no se ha pasado de la propuesta a un diseño enfocado en la implementación de una política de CTI o de una política industrial. En el país ha habido dificultades para avanzar en una clara definición de prioridades que enmarque la asignación de los recursos públicos. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), organismo rector de la CTI en México, ha definido un conjunto de grandes problemas nacionales, donde se pueden insertar una gama amplia de problemas más específicos que es necesario atender. En la misma dirección, no se ha formulado una política industrial explícita que priorice sectores estratégicos. La lista de sectores estratégicos propuesta por la Secretaría de Economía es muy amplia. Esto ilustra el hecho de que el gobierno es reacio a establecer prioridades, y se inclina más porque el mercado (bienes, conocimiento, capital) opere libremente. Esto hace difícil que instancias del gobierno asuman el liderazgo de una propuesta estratégica de especialización en manufactura avanzada para agregar valor y acelerar el proceso de desarrollo. Pero dado que en muchos de los agentes existe la percepción de que una estrategia de este tipo tiene potencial (a nivel individual: empresarios e investigadores, a nivel organizacional: empresas, asociaciones empresariales, centros de investigación), se están impulsando desde abajo, con un enfoque *bottom-up*, varias acciones en todo el país. Muchas de estas acciones son luego tomadas por diferentes instancias de gobierno, a nivel federal o estatal.

En la propuesta del FCCT se incluían varias acciones: (Dutrénit, 2015, basado en FCCT, 2013):

- a) Actualizar el Mapa de Ruta Tecnológico de Manufactura Avanzada elaborado por ProMéxico (2011).
- b) Fortalecer y ampliar los programas de formación de recursos humanos en Manufactura Avanzada a niveles técnico, profesional y posgrado.

¹² El Foro Consultivo Científico y Tecnológico A.C. es un órgano autónomo y permanente de consulta del Poder Ejecutivo mexicano, del Consejo General de la Investigación Científica, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación, y de la Junta de Gobierno del CONACYT. Tiene por objeto promover la expresión de la comunidad científica, académica, tecnológica y del sector productivo, para la formulación de propuestas en materia de políticas y programas de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación.

- c) Integrar una red de centros especializados en Manufactura Avanzada que apoyen iniciativas específicas de empresas.
- d) Integrar un consorcio público-privado que apoye el desarrollo de proyectos de innovación de empresas.
- e) Integrar un portafolio de nuevos desarrollos tecnológicos necesarios para llenar brechas en el Mapa de Ruta Tecnológico de Manufactura Avanzada.

Muchas de estas acciones estaban ya en marcha en una etapa embrionaria. Los agentes han avanzado en muchas de ellas, y el gobierno, particularmente el sector de CTI, está también impulsando acciones para fortalecer las capacidades en manufactura avanzada en el país. Algunas de las acciones en proceso y los agentes clave se describen a continuación.

El CONACYT ha impulsado la elaboración de agendas estatales de innovación. Se han elaborado agendas en todas las Entidades Federativas (estados), con la participación de los agentes locales relevantes (gobierno, academia, sector privado, sector social). La manufactura avanzada aparece como uno de los sectores estratégicos en las agendas de 14 estados, lo que emerge del diagnóstico de las capacidades locales y de las oportunidades percibidas por los agentes. Los sectores enfocados relacionados con la manufactura avanzada son principalmente: automotriz, electrónica, aeronáutica y dispositivos médicos. Dos estrategias de acción se refieren a la formación de recursos humanos especializados y la creación de centros tecnológicos.

Algunos estados están más avanzados que otros en la implementación de estas estrategias. Por ejemplo, Chihuahua es un estado con una alta presencia de subsidiarias de empresas multinacionales conectadas a las CGV, con una alta participación en las exportaciones manufactureras. En la agenda de innovación de Chihuahua se planteó que la manufactura avanzada fuera una de las áreas de especialización, y definió tres nichos de especialización: automotriz, aeroespacial y metalmecánica, así como líneas de innovación por nicho y proyectos específicos. Uno de los proyectos es la creación de una base de *Maintenance, Repair and Overhaul* (MRO) para el Clúster Aeroespacial del estado (CONACYT, 2015a).

Querétaro es uno de los principales centros industriales de México, cuyas principales áreas de especialización en términos de manufactura son: manufactura digital, *software* especializado y nuevos materiales. En el estado se está avanzando en la formación de recursos humanos con la creación en 2015 de la Universidad Aeroespacial en Querétaro (UNAQ), que ya imparte cursos. Por otra parte, desde 2013 está en proceso de creación la Universidad Automotriz, entre la Universidad Politécnica de Querétaro (UPQ) y el clúster automotriz del estado. Para el futuro se plantea implementar y consolidar un laboratorio especializado para desarrollar innovación en la manufactura digital y fortalecer la infraestructura tecnológica especializada en pruebas eléctricas y electrónicas de confiabilidad y diagnóstico en componentes, pruebas dinámicas, así como herramientas para diseño y simulación

(Laboratorio de manufactura avanzada) (CONACYT, 2015b). Estas agendas deben enmarcar la definición de demandas en los fondos estatales y regionales de apoyo a la innovación,¹³ que son dos programas relevantes de CONACYT.

Uno de los programas de CONACYT es la creación de laboratorios nacionales. Su objetivo es equipar con infraestructura especializada a las instituciones de CTI para expandir sus capacidades de servicio técnico, académico y de investigación con estándares de calidad internacional. Varios de estos laboratorios nacionales se enfocan en temas de manufactura avanzada, como por ejemplo: Laboratorio Nacional de Nanofabricación, Laboratorio Nacional de Manufactura Aditiva, Digitalización 3D, Tomografía Computarizada, y Laboratorio Nacional de Robótica del Área Noreste y Centro de México. Aun así, este programa cuenta con pocos recursos.

Hay una red de centros públicos de investigación adscritos a CONACYT, integrado por 27 centros localizados a lo largo de todo el país, de los cuales nueve tienen un perfil tecnológico y dan servicio a la industria, y tienen capacidades de investigación y de ingeniería en diferentes áreas de manufactura avanzada (ver p.e. CIDESI, 2015; CIATEQ, 2015). Ocho de estos centros tienen un Posgrado Interinstitucional de Ciencia y Tecnología que incluye una Maestría y un Doctorado en Sistemas de Manufactura Avanzada (CIATEQ, 2015). Estos centros buscan generar tecnologías, dar servicio a la industria y formar recursos humanos en manufactura avanzada, y están impulsando proyectos de colaboración binacional en esta área con instituciones americanas. Las acciones realizadas por estos centros son las más importantes y sistemáticas para fortalecer una estrategia de manufactura avanzada.

En 2013 se creó el Foro Bilateral sobre Educación Superior, Innovación e Investigación (FOBESII), una iniciativa surgida a partir de un encuentro entre los presidentes de México y Estados Unidos, cuyo objetivo es desarrollar una visión estratégica a la cooperación en los ámbitos de la Educación Superior, Innovación e Investigación, para promover el capital humano y el desarrollo económico de México y los Estados Unidos y transformar a América del Norte en una región del conocimiento. El documento fue elaborado por el grupo de consulta mexicano integrado por la academia, el sector privado y el gobierno. Se definieron 14 sectores emergentes en México, entre ellos la manufactura avanzada, y entre las propuestas de acción relacionadas con desarrollo tecnológico e innovación se incluyó establecer un mapa de ruta binacional de manufactura avanzada y el establecimiento de un centro binacional de innovación en manufactura avanzada (FOBESII, 2013). Algunos de los agentes están avanzando en la construcción de redes binacionales, como es el caso de los centros de investigación, y en la formación de recursos humanos en esta área.

¹³ Existen dos tipos de programas regionales para financiar la innovación: fondos mixtos, que se establecen con cada Entidad Federativa y se enfocan a demandas locales, y los fondos regionales, que se enfocan en las demandas de regiones, que incluyen varias Entidades Federativas.

Todas estas acciones ilustran la sensibilidad existente en diferentes sectores (academia, sector empresarial, gobierno) sobre las potencialidades en materia de manufactura avanzada y la necesidad de fortalecer ésta como un área estratégica.

4.4. Algunas barreras a superar

Hay al menos tres grandes barreras a superar para convertir la potencialidad en manufactura avanzada en una fortaleza para el proceso de desarrollo en México. Primero, la inversión en I+D del sector privado (doméstico y extranjero) es muy baja. Es difícil pensar en una estrategia basada solo en la financiación del sector público. La experiencia internacional muestra que se requiere una participación más activa del sector privado. Segundo, es necesario definir prioridades ya que los recursos son escasos y hay que concentrar esfuerzos en aquellas áreas definidas como estratégicas para el desarrollo nacional. La manufactura avanzada podría ser una de ellas, y en esta acción el liderazgo del gobierno es fundamental. Tercero, la dependencia de la especialización manufacturera respecto a las CGV es una fortaleza, pero también una debilidad. Por un lado, mediante el fortalecimiento de los procesos de manufactura avanzada se podrían realizar procesos y productos de mayor valor agregado, y probablemente insertarse en etapas más avanzadas de las CGV. Pero, también se introduce una fuerte inestabilidad ante decisiones globales sobre dónde localizar los diferentes segmentos productivos. El caso de Intel en Costa Rica muestra dramáticamente esta situación.

5. CONCLUSIONES Y RETOS DEL FUTURO

América Latina se enfrenta al reto de agregar valor a su producción y a sus exportaciones para sostener el proceso de desarrollo. Hoy se discuten dos grandes alternativas: crecer en base a agregar valor a los recursos naturales o a la manufactura. Sin duda, en línea con el argumento de que «*one size does not fit all*», los países deberían basarse en las capacidades existentes acumuladas a lo largo de los años. En algunos países como Chile, Uruguay, Argentina e incluso Brasil, la opción de agregar valor a los recursos naturales emerge como una opción viable y puede ser vista como una estrategia de industrialización en torno a los recursos naturales.

En México, la manufactura avanzada es una evolución lógica del modelo de desarrollo existente desde los años ochenta, que ha llevado al país a convertirse en un centro de manufactura internacional. Si bien una estrategia de este tipo parece retornar a un modelo de sustitución de importaciones, la situación es muy diferente porque se inscribe en una economía abierta, bajo esquemas competitivos, y utilizando las capacidades científicas y tecnológicas ya construidas en el país.

Si se escoge esta estrategia, es necesario discutir más profundamente en qué medida se logrará avanzar a lo largo de una trayectoria que conduzca al desarrollo. En el plano económico y tecnológico, como argumenta Lee (2013) en relación al *catch*

up tecnológico, una economía/sector no puede hacer el *catch up* sólo emulando directamente o replicando las prácticas de las economías líderes, pues se está persiguiendo un objetivo móvil. Para hacer el *catch up* es necesario experimentar, pero también hay que tomar un camino diferente o encontrar un nicho para especializarse. En el plano social, no está claro que una estrategia de esta naturaleza resuelva el problema de la desigualdad, y probablemente se requiera combinar una doble estrategia, como sugiere Pérez (2010). La primera busca promover la competitividad en los mercados mundiales; esta estrategia se orienta a la activación y fortalecimiento del crecimiento de las economías, proporcionando los recursos que hacen que el modelo sea viable, donde la manufactura avanzada pueda ser una opción. La segunda es apoyar las actividades de creación de riqueza a nivel local para generar empleo y reducir la desigualdad y la pobreza. Esta estrategia dual no puede ser implementada sólo por medio del mercado, ni sólo desde un enfoque *bottom up*; se requiere un fuerte liderazgo gubernamental.

Sea cual sea la alternativa que se escoja, se requiere construir un sistema nacional de innovación moderno, orientado al desarrollo inclusivo. Para esto es necesario articular a agentes heterogéneos en el proceso de generación y aplicación de conocimiento. Se deben definir prioridades y enfocarse en la solución de problemas nacionales. Esto demanda políticas públicas de CTI transversales, pero también una articulación entre la política de CTI y una política nacional de desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, E., W. SUZIGAN, V. ARZA Y G. DUTRÉNIT (2015): «Matrices of University–Firm Interactions in Latin America», en Albuquerque, E. W. Suzigan, G. Kruss y K. Lee (eds) (2015), *Developing National Systems of Innovation. University–Industry Interactions in the Global South*, Cheltenham: Edward Elgar.
- ALTIMIR, J. (2013): «Indicadores de desigualdad de mediano plazo en América Latina», documento de trabajo, Santiago de Chile: CEPAL.
- ARZA, V. (2013): «The Social Dimension of Behaviour: Macroeconomic Uncertainty and Firms' Investment in R&D and in Machinery in Argentina», en Dutrénit G., K. Lee, R. Nelson, L. Soete y A. Vera-Cruz (eds), *Learning, Capability Building and Innovation for Development*, EADI Global Development Series, Londres: Palgrave MacMillan.
- AVNIMELECH, G., y TEUBAL, M. (2008): «Evolutionary targeting», *Journal of Evolutionary Economics*, 18(2).
- BANCO MUNDIAL (2015): Indicadores, Grupo de investigaciones sobre el desarrollo, consultado en diciembre del 2015.
- BISANG, R., G. ANLLÓ y M. CAMPI (2015): «Políticas tecnológicas para la innovación: la producción agrícola argentina», Santiago de Chile: CIEPLAN.
- CASSIOLATO, J. H. LASTRES y M. L. MACIEL (eds.) (2003): *Systems of Innovation and Development Evidence from Brazil*, Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- CEPAL (2008): *La transformación productiva 20 años después: viejos problemas, nuevas oportunidades*. Santiago de Chile: CEPAL.
- (2010): *La Hora de la Igualdad: caminos por abrir brechas por cerrar*, Santiago de Chile: CEPAL.
- CIATEQ (2015): Centro de Tecnología Avanzada de Querétaro, consulta diciembre 2015 <http://www.ciateq.mx/>
- CIDESI (2015): Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial, consulta diciembre 2015 <http://cidesi.com/wsate/index.php>
- COMISIÓN EUROPEA (2014): Por un renacimiento industrial europeo, Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones /* COM/2014/014 final */ (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex:52014DC0014>)
- CONACYT (2015a): *Agenda de innovación de Chihuahua*, Ciudad de México: CONACYT.
- (2015b): *Agenda de innovación de Querétaro*, Ciudad de México. CONACYT.
- CORNIA, G.A. (ed) (2014): *Falling Inequality in Latin America. Policy Changes and Lessons* *Falling Inequality in Latin America*, Oxford University Press.
- CRESPI, G. y G. DUTRÉNIT (eds) (2014a): *Science, Technology and Innovation Policies for Development: The Latin American Experience*, Springer.
- (2014b): «Introduction to Science, Technology and Innovation Policies for Development: The Latin American Experience», en Crespi, G. y G. Dutrénit (eds), *Science, Technology and Innovation Policies for Development: The Latin American Experience*, Springer.
- DUTRÉNIT, G. (2015): «Política de innovación para fortalecer las capacidades en manufactura avanzada en México», Santiago de Chile: CIEPLAN.
- DUTRÉNIT, G. y J. SUTZ (eds) (2014): *National Innovation Systems, Social Inclusion and Development: The Latin American Experience*, Cheltenham: Edward Elgar.

- DUTRÉNIT, G. y VERA-CRUZ, A.O. (2007): «Triggers of the technological capability accumulation in MNCs' subsidiaries: the maquilas in Mexico», *International Journal of Technology and Globalisation*, Vol. 3, (2/3).
- DUTRÉNIT, G., CAPDEVILLE, M., CORONA, J., PUCHET, M., SANTIAGO, F., & VERA-CRUZ, A., (2010): *El Sistema Nacional de Innovación Mexicano: Instituciones, Políticas, Desempeño y Desafíos*, Mexico: UAM-X/Textual S.A.
- DUTRÉNIT, G., PUCHET, M. y TEUBAL, M. (2011): «Building bridges between co-evolutionary approaches to science, technology and innovation and development economics: an interpretive model», *Innovation and Development*, Vol. 1 (1).
- DUTRÉNIT, G., MORENO-BRID, J.C. y PUCHET M. (2014): «Economic growth, innovation and inequality in Latin America: improvements, setbacks and pending issues post-Washington Consensus», en Dutrénit, G. y J. Sutz (eds) (2014), *National Innovation Systems, Social Inclusion and Development: The Latin American Experience*, Cheltenham: Edward Elgar.
- EDQUIST, C. (1997): *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, Londres: Pinter.
- EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT (2012): Report To The President On Capturing Domestic Competitive Advantage In Advanced Manufacturing, President's Council of Advisors on Science and Technology, Washington.
- FAGERBERG, J. y VERSPAGEN, B. (2007): «Innovation, growth and economic development: Have the conditions for catch up changed?», *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, 1.
- FCCT (2013): *Iniciativa Estratégica – Diseño y desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado*, FCCT: México DF.
- FERRANDO, A.P. (2013): «Las Cadenas Globales de Valor y la medición del comercio internacional en valor agregado», *Instituto de Estrategia Internacional*, Cámara de Exportadores de la República Argentina, Buenos Aires.
- FOBESII (2013): Propuesta del Grupo de Consulta Mexicano del Foro Bilateral sobre Educación Superior, Innovación e Investigación, México: FCCyT/Universia.
- FURTADO, C. (1958): «Capital formation and economic development», en Agarwala A, y S.P. Singh (eds), *The Economics of Underdevelopment*, Oxford: Oxford University Press.
- (1961): *Desenvolvimento e Subdesenvolvimento*, Rio de Janeiro: Fundo de Cultura.
- GARCÍA, E. y L. SANZ-MENÉNDEZ (2005): «Competition for funding as an indicator of research competitiveness», *Scientometrics*, 64 (3).
- GERSCHENKRON, A. (1962): *Economic Backwardness in Historical Perspective: A book of essays*, Cambridge: Harvard University Press.
- HA-JOON CHANG (2002): *Kicking Away the Ladder: Development Strategy in Historical Perspective*, Londres: Anthem Press.
- HERRERA, A. (1971): *Ciencia y política en América Latina*, Buenos Aires: Siglo XXI.
- HOSONO, A., M. IZUKA y J. KATZ (Eds.) (2016): *Chile's Salmon Industry. Policy Challenges in Managing Public Goods*, Londres: Springer.
- JOHNSON, B. y A.D. ANDERSEN (2012): «Learning, Innovation and Inclusive Development. New perspectives on economic development strategy and development AID», Globelics Thematic Report, Aalborg University Press.
- KALDOR, N. (1966): Causes of the slow rate of economic growth in the UK, en King, J.E. (ed.) *Economic Growth in Theory and Practice: A Kaldorian perspective*, Cambridge: Cambridge University Press.
- KATZ, J. (ed.) (1986): *Desarrollo y crisis de la capacidad tecnológica latinoamericana*, Buenos Aires: IDB/CEPAL/CIID/UNDP.
- (2000): «Cambio estructural y capacidad tecnológica local», *Revista de la CEPAL*, 89.
- KIM, L. (1997): *From Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*, Boston: Harvard Business School Press.
- LEE, K. (2013): *Schumpeterian Analysis of Economic Catch-up: Knowledge, Path-Creation, and the Middle-Income Trap*, Londres: Cambridge University Press.

- LÓPEZ, A. (2007): *Desarrollo Económico y Sistema Nacional de Innovación en la Argentina*, Buenos Aires: Consejo Profesional de Ciencias Económicas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- LUNDVALL, B. Å. (ed.) (1992): *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Londres: Pinter Publishers.
- (2007): «National Innovation Systems—Analytical Concept and Development Tool», *Industry and Innovation*, 14:1.
- LUSTIG, N., L.F. Lopez-Calva y E. Ortiz-Juarez (2011): «The decline in inequality in Latin America: How much, since when and why», ECINEQ WP 2011–211.
- MELLER, P. y J. GANA (2015): «El cobre chileno como plataforma de innovación tecnológica», Santiago de Chile: CIEPLAN.
- MYRDAL, G. (1957): *Economic Theory and Undeveloped Regions*, Londres: Routledge.
- NELSON, R. (1956): «A theory of the low-level equilibrium trap in underdeveloped economies», *American Economic Review*, 46.
- (1993) (ed.): *National Innovation Systems*, New York: Oxford University Press.
- (2008): «Economic development from the perspective of evolutionary economic theory», *Oxford Development Studies*, 36(1).
- OCAMPO, J.A. (2002): «Rethinking the development agenda», *Cambridge Journal of Economics*, 26 (3).
- OCAMPO, J.A. y J. ROS (2011): *The Oxford Handbook of Latin American Economics*, Oxford: University Press.
- PÉREZ, C. (2010): «Technological dynamism and social inclusion in Latin America: a resource-based production development strategy», *CEPAL Review*, N° 100, April.
- PÉREZ, C., A. MARIN y L. NAVAS-ALEMÁN (2014): «The possible dynamic role of natural resource-based networks in Latin American development strategies», en Dutrénit, G. y J. Sutz (eds), *National Innovation Systems, Social Inclusion and Development: The Latin American Experience*, Cheltenham: Edward Elgar.
- PIETROBIELLI, C. y R. RABELLOTTI (2007): *Upgrading to Compete. Global Value Chains, SMEs and Clusters in Latin America*, Cambridge Ma.: Harvard University Press.
- PREBISCH, R. (1949a): «O desenvolvimento econômico da América Latina e alguns de seus problemas principais», en R. Bielschowsky (org.), *Cinqüenta anos de pensamento na CEPAL*, Rio de Janeiro: Editora Record.
- (1949b): «Problemas teóricos e práticos do crescimento econômico», en R. Bielschowsky (org.), *Cinqüenta anos de pensamento na CEPAL*, Rio de Janeiro: Editora Record.
- (1951): *Estudio Económico de América Latina 1949*, Nueva York, Santiago de Chile: CEPAL.
- PROMÉXICO (2011): Diseñado en México Mapa de ruta de diseño, ingeniería y manufactura avanzada, México DF: ProMéxico.
- (2014): *Industria Automotriz*, México DF: ProMéxico, diciembre.
- (2015): *México: es un excelente caso de negocios*, México DF: Proméxico, marzo.
- REINERT, E. S. (2008): *How rich countries got rich and why poor countries stay poor*, New York: Public Affairs.
- RICYT (2015): Indicadores de CTI, Buenos Aires: RICYT.
- RODRÍK, D. (2004): «Industrial policy for the twenty-first century», Working Paper Series rwp04-047, Harvard University, John F. Kennedy School of Government.
- (2006): «Goodbye Washington Consensus Hello Washington Confusion? A review of the World Bank's Economic Growth in the 1990s: Learning from a decade of reform», *Journal of Economic Literature*, XLIV (Dec.).
- SÁBATO, J.A., y BOTANA, N. (1968): La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina, en Sábato, J.A. (ed.) *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*, Buenos Aires: Paidós.
- SAGASTI, F. (1978): *Ciencia y tecnología para el desarrollo: informe comparativo central del proyecto sobre instrumentos de política científica y tecnológica (STPI)*. Bogotá: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID).

- (2011): *Ciencia, tecnología, innovación: políticas para América Latina*, Lima: Fondo de Cultura Económica.
- SAVIOTTI, P. (1996): *Technological Evolution, Variety and the Economy*, Cheltenham: Edgar Elgar.
- (1997): «Innovation systems and evolutionary theories», en Edquist, C. (ed.) *Systems of Innovation: Technologies, institutions and organizations*, Londres: Pinter Publishing.
- SAVIOTTI, P. y PYKA, A. (2004): «Economic development by the creation of new sectors», *Journal of Evolutionary Economics*, 14.
- (2011): «Generalized Barriers to Entry and Economic Development», en Pika, A. y M.G. Derengowski Fonseca (eds), *Catching Up, Spillovers and Innovation Networks in a Schumpeterian Perspective*, Londres: Springer.
- (2013): «From necessities to imaginary worlds: Structural change, product quality and economic development», *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 80.
- SCHUMPETER, J. (1934): *The Theory of Economic Development*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- (1939): *Business Cycles: A theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process*, New York: McGraw Hill.
- UNCTAD (2013): *World Investment Report: Global Value Chains: investment and trade for development*, UCTAD: Ginebra.
- UNESCO (2015a): UIS.Stat, UNESCO.
- (2015b): *UNESCO Science Report. Towards 2030*, París: UNESCO.
- VERA-CRUZ, A.O. (2006): «Firms' culture and technological behaviour: the case of two breweries in Mexico», *International Journal of Technology Management*, Vol 36 (1/2/3).
- WILLIAMSON, J. (1990): «What Washington means by policy reform», en Williamson, J. (ed), *Latin American Adjustment: How Much Has Happened?*, Washington, DC: Institute for International Economics.
- ZURBRIGGEN, C. y M. SIERRA (2015): «Redes, innovación y trazabilidad en el sector cárnico uruguayo», Santiago de Chile: CIEPLAN.

Looking for a virtuous pattern of growth. Some insights for discussion

Este artículo busca arrojar un poco más de luz en el actual debate «manufacturas frente a servicios» y su papel en el crecimiento económico, tomando como punto de partida la Comunicación de la CE *Por un Renacimiento Industrial Europeo*. Se presentan dos criterios para evaluar las razones que justifican el apoyo a determinados sectores económicos (ya sea manufacturas o servicios): 1. la capacidad de generar empleo y 2. la capacidad de presentar un crecimiento positivo de la productividad. El artículo evalúa las manufacturas y los servicios en función de estos dos criterios, utilizando la base de datos PREDICT, caracterizada por su elevada desagregación sectorial. La conclusión a la que se llega es que los sectores de servicios cumplen en general con los dos criterios mencionados, mientras las manufacturas no lo hacen. También se pone de manifiesto la importancia de los sectores TIC y los intensivos en I+D, tanto manufactureros como de servicios.

Artikulu hau «fabrikazioa zerbitzuen kontra» egungo eztabaidari buruzkoa da, hazkunde ekonomiko berriztatua nola lortu gaiaren baitan, eta abiapuntu gisa EBko komunikazio hau hartu da: Europako Berpizkunde Industrial. Sektore ekonomikoei (bai fabrikaziokoei bai zerbitzukoiei) laguntzeko arrazoia ebaluatzeko bi irizpide aurkezten ditugu: 1. Enplegua sortzeko gaitasuna eta 2. Ekoizpen-hazkundearen adierazle positibo bat erakusteko gaitasuna. PREDICT datu-basea erabiltzen da bereizketa-maila esanguratsuekin, bi sektore horiek irizpide horiekiko ebaluatu daitezkeen. Artikuluaren ondorioa da zerbitzu-sektoreek aipaturako bi irizpideak betetzen dituztela; fabrikazio-sektoreek, ordea, ez dituzte betetzen. Era berean, IKT eta IKT ez diren I+G intentsiboen jardueretan oinarritutako zerbitzu- eta fabrikazio-azpisektoreek duten garrantzia azpimarratzen da.

This paper addresses the current «manufacturing *versus* services» debate in relation to the question of how to unlock renewed economic growth, taking as point of departure the EC Communication *For a European Industrial Renaissance*. We present two criteria with which to evaluate the grounds for supporting economic sectors (either manufacturing or services): 1 The capacity to generate employment and 2 The ability to display a positive rate of productivity growth. The highly disaggregated PREDICT database is used in order to evaluate both sectors on these criteria. Our paper concludes that service sectors fulfil both of the above-mentioned criteria, whereas manufacturing sectors do not. The importance of service and manufacturing sub-sectors rooted in ICT and non-ICT R&D-intensive activities is also highlighted.

Table of contents

1. Introduction
2. Manufacturing and services (1995-2014). An overview
3. Further evidence from the 2006-2013 period
4. Concluding remarks

Bibliographic references

Palabras clave: Reindustrialización, manufacturas, servicios, TIC.

Key words: Reindustrialization, manufacturing, services, ICT.

JEL codes: O30, O47, O50.

1. INTRODUCTION

The European Commission Communication (2014), *For a European Industrial Renaissance*, clarifies the position of the EC on the issue of «how to unlock renewed economic growth?», when it states: «Europe urgently needs to strengthen the basis for post-crisis sustainable growth and modernization. To that end, it must send a clear signal of its commitment to reindustrialization, the modernization of Europe's industrial base and the promotion of a competitive framework for EU industry» (pg. 22). After listing a set of measures to achieve this goal, it concludes by defining a very precise target: «Finally, the objective of revitalization of the EU economy calls for the endorsement of the reindustrialization efforts in line with the Commission's aspiration of raising the contribution of industry to GDP to as much as 20% by 2020» (pg. 23).

The size of the industry (or manufacturing) sector is subject to much discussion due to the process of vertical disintegration of activities, as well as the globalization

This paper expands the previous results obtained during the development of the PREDICT databases, especially Mas (2016). It has also benefited from the on-going results obtained in the current DICTA study. The authors gratefully thank the highly productive collaboration with the IPTS/JRC team of the EC. Special thanks are due to Marc Bodganowicz, Andrea de Panizza, Giuditta di Prato, Ibrahim-Khouililul Rohman from IPTS/JRC and Juan Fernández de Guevara from Ivie who have definitively contributed to the quality of the two projects upon which this paper is framed.

of the production process favoured by the development of new technologies. According to the so-called «value chain approach», industrial activities also include the services that are used in manufacturing activities for the provision of final manufactured goods. However, even when this perspective is adopted, «a process of «deindustrialization» can be observed in the EU as a whole, since applying a «value chain approach» reveals a decline in the combined manufacturing and related services share of GDP from 25.7% in 1995 to 22% in 2011.

There are a number of reasons for this trend, including overall shifts in demand, significant improvements in productivity, companies externalizing business services to outside Europe, off-shoring of core manufacturing activities (notable in Asian countries) and changes in relative prices in favour of services – cfr. Baumol’s cost disease¹ (ECSIP, 2014, p. 9).

In the present paper we will not follow the «value chain approach», but the National Accounts (NA) approach. That implies that we will consider the definition of manufacturing and service sectors according to the NA classifications as published by National Statistical Offices, and gathered by EUROSTAT in the case of the EU countries. Our aim is to contribute to the manufacturing /services debate on the basis of a NA data analysis.

We will use these datasets to evaluate the role that is played by manufacturing and service sectors in economic growth according to two criteria. The first criterion is the contribution of manufacturing and service sectors to aggregate employment growth. One of the main problems facing the EU is the difficulty to generate enough employment quantity-wise and quality-wise in order to maintain welfare levels and the standard of living for current and future generations. This problem is especially acute in those countries who have suffered most from the austerity measures during the recent crisis. Our second criterion is the performance of each sector in terms of productivity growth. Productivity growth is a prerequisite for long term income growth per capita, which serves as an important yardstick for welfare. As Paul Krugman (1994) stated «Productivity isn’t everything, but in the long run it is almost everything».

On that basis, we posit that a sector follows a *virtuous* path when it complies with both criteria of creating employment and achieving labour productivity growth. When these two conditions hold, then we will conclude that the presence of such a sector deserves to be reinforced within the overall structure of economies. This will be our focus, although we admit that further criteria could be considered within the context of the manufacturing versus services debate, such as: the opening to foreign markets through trade and its implication on the internationalization of firms; the contribution to improve the general competitiveness of the economy; or

¹ Baumol’s cost disease refers to a rise of salaries in jobs that have not experienced increases in labour productivity, but whose salaries rise in response to rising salaries in other jobs that did witness labour productivity growth.

the creation and diffusion of technological knowledge through R&D and Innovation on behalf of the respective sectors. However, it is also true that the majority, if not all, of the potential alternative criteria end up being overshadowed by the increase in productivity growth criterion.

By following these criteria, we do not restrict the analysis to the manufacture and service aggregates on a whole, but instead we use a highly disaggregated database which puts special emphasis on *ICT sub-sectors* –according to the OECD (2007) ICT definition- and a group of *Non-ICT R&D-intensive sub-sectors*. This database has been produced within the PREDICT² (*Prospective Insights on R&D in ICT*) project and is currently expanded and updated by the DICTA (*Data for European ICT Industries Analysis*) study. The Information Society Unit of the *Institute for Prospective Technological Studies* (JRC-IPTS) and the *Valencian Institute of Economic Research* (Ivie) have respectively contributed from 2006 and 2013 to the development of the PREDICT database. The PREDICT database is managed by JRC-IPTS for the Directorate General for Communications Networks, Content and Technology (DG CONNECT) of the European Commission. So far the database covers the period 2006-2013, although a back casting to 2000 is due to be released in 2016. The information covers the 28 countries integrating the actual EU, plus a set of developed and developing countries: US, Japan, Korea, Taiwan, China, India, Brazil, Switzerland, Norway, Australia, Canada and Russia.

The present paper is structured into four sections. After the current introduction, section 2 provides an overview of the evolution of manufacturing and service sectors during the 1995-2014 period from an aggregate perspective. It uses different sources in order to highlight the behaviour of these sectors during the complete economic cycle which started in the mid-nineties in the last century, through to the most recent economic recovery that started in the EU in 2013. Section 3 focuses on the most recent period, 2006-2013, making use of the PREDICT database. It takes a more disaggregated view on sectoral evolutions during these years, and puts a separate view on a set of *ICT sub-sectors* and *Non-ICT R&D-intensive sub-sectors* from both the manufacturing and services realm. The subsequent results that are presented in section 3 confirm, among others, the superiority of the US economy over the EU in terms of both criteria. Finally, section 4 summarizes the main conclusions.

2. MANUFACTURING AND SERVICES (1995-2014). AN OVERVIEW

This section reviews the performance of the manufacturing and service sectors in all the countries included in our sample for the period 1995-2014. Those years cover a period that spans the years between the economic upturn from the mid-nineties, over

² PREDICT database is available at: <http://is.jrc.ec.europa.eu/pages/ISG/PREDICT/PREDICT2015/2015database.html>.

the crisis period that started in 2007/2008 and the most recent economic recovery, which started -at least for a number of European countries- in 2013. To make our findings more relevant for «manufacturing *versus* services» debate, we analyze data both at the level of EU28, and separately for the EU15 and the New Member States (hereafter: NMS). As far as available data allows to maintain this three-fold focus, we keep up this distinction throughout the paper. As indicated before, we also include data on a number of non-European countries that serve as external points of reference.

Table 1 (pages 92 and 93) offers start and end-of-period information for the manufacturing and service sector on two variables: Gross Value Added (hereafter: GVA) and employment. The employment variable is measured in terms of persons employed. While tends to be considered a less adequate measure than number of hours worked, due to the lack of statistical information (especially for the beginning of the period of analysis), we had to compromise on this. As highlights from the way GVA in the manufacturing sector evolved, we can point at the following.

First, the annual growth rate for the EU28, EU15 and the New Member States (NMS) was positive, but much higher in the NMS (4.95%) than in the EU15 (1.1%). Almost all EU countries experienced a positive GVA growth rate. The only exceptions were Cyprus (-1.8%), Greece (-0.8%), Italy (-0.4%) and Luxembourg (-0.1%). On the opposite side of the spectrum, the fastest growing countries belonged to the NMS group. Slovakia (6.9%), Poland (6.6%), Lithuania (6.1%), the Czech Republic (5.5%) and Estonia (5.4%) showed the highest rates.

Second, the loss of weight of GVA manufacturing over total GVA was a general phenomenon. At the level of the EU15, the share of manufacturing over total GVA dropped from 19.6% in 1995 to 15.1% in 2014, while for the NMS this decline was of a minor magnitude, going from 20.9% to 20.3%, notably thanks to a positive evolution in the Czech Republic, Hungary, Bulgaria, Lithuania and Poland. Within the EU15 only Germany maintained its manufacturing share around 22.5% throughout the period of analysis.

Thirdly, for the remaining -i.e., non-European- countries it is interesting to notice that all of them experienced a positive annual GVA growth rate, especially China (10.0%), India (6.1%) and Korea (6.4%). It is also worth mentioning that the US (2.3%) showed a more dynamic behaviour than the EU28 (1.6%) with regard to the evolution of manufacturing GVA. However, this did not impede that the US also witnessed a declining share of manufacturing over total GVA from 16.8% in 1995 to 12.0% in 2014. The US economy is, therefore, a more services-reliant economy than the EU economy.

Finally, the countries with the highest share of manufacturing in terms of GVA in 2014, were: Korea (31.0%), China (29.9%) and Taiwan (29.0%). These figures stand in sharp contrast with the low shares shown by Australia (6.8%), Norway (7.8%) and Canada (10.4%).

When looking at the service sector data, it can be observed that GVA sector growth was particularly strong among EU15 countries, which also explains why service sector GVA in the EU28 on a whole grew at a higher rate than that of manufacturing (2.0% vs. 1.6%). In the NMS the opposite was the case (2.7% vs. 4.9%). This result highlights the importance of manufacturing for the NMS, whereas the service sector is the most dynamic sector in the EU15. The higher GVA dynamism on behalf of service sectors is also characteristic for the non-EU countries we looked into, with the exception of Switzerland, Japan, Korea and Taiwan.

In addition, service sector GVA increased its share in the total GVA in all countries, with the sole exception of Norway. EU28 services' share rose from 66.8% to 73.3% between 1995 and 2014, more than 6 percent points (hereafter: pp). For the NMS this increase was even greater, as in some countries the share of the service sector in the total GVA increased by more of 10 pp. (Cyprus, Latvia, Malta, Romania, etc.). The increase of the service sector share in the total GVA was more moderate in the case of the non-European countries, with the exception of China and India. In these two economies the weight of the service sector over the total GVA also grew with more than 10 pp. Thus, service GVA presents not only more dynamism, but also a general increase in its importance over total GVA within the sample of countries selected.

The employment data for the manufacturing sector reveal rather different trends than what one derives from the GVA data. First of all, all EU28 countries (with the exception³ of Luxembourg) experienced negative annual rates, albeit in different degrees, with the UK showing a particularly negative tendency (-2.6%). The overall annual decline in the EU28 and EU15 amounted to -1.1%, and to -1.0% for the NMS. Within the group of non-EU countries, China (1.7%), India (1.2%) and Taiwan (1.1%) were the only ones displaying positive annual rates of manufacturing labour growth. Second, the share of manufacturing employment on total employment fell in all countries with the sole exception of China and Taiwan. In the US, it lost 5 percentage points (pp), from 15.3% in 1995 to 10.2%, a drop of a similar magnitude to that in the EU28, where it also fell 5 pp from 19.0% to 14.0%. In the case of the EU28, the decline was led primarily by the EU15 countries, as the drop experienced by the NMS was less important (around 3 pp). Moreover, these countries kept a higher share of employment in manufacturing compared to the EU15 countries, with particularly the Czech Republic (26.1%), Slovakia (21.6%) and Slovenia (20.3%) leading the way in manufacturing employment. Among the non-EU countries, Taiwan (27.3%) followed by China (18.7%), were the ones with the highest share of employment in manufacturing.

³ As for all small EU countries, data on Luxembourg has to be taken with caution.

Table 1. SHARE OVER TOTAL GVA / EMPLOYMENT AND ANNUAL GROWTH RATES OF MANUFACTURING AND SERVICES. 1995-2014

SERVICES. 1995-2014																(percentage)
	Share of total GVA				GVA annual growth rates 1995-2014				Share of total employment				Employment annual growth rates 1995-2014		Services	
	Manufacturing		Services		Manufacturing		Services		Manufacturing		Services					
	1995	2014	1995	2014	1995	2014	1995	2014	1995	2014	1995	2014	1995	2014		
Austria	20.0	18.4	65.4	70.6	2.3		2.0		18.7	14.7	63.8	72.5	-0.3		1.6	
Belgium	20.4	13.8	69.6	77.2	1.8		1.7		17.5	11.2	72.9	80.4	-1.5		1.4	
Bulgaria	14.0	14.7	61.0	67.6	2.7		1.8		22.6	17.1	46.1	55.6	-1.6		0.8	
Croatia	20.5	14.3	60.5	69.8	1.2		2.4		-	17.1	-	63.6	-		-	
Cyprus	10.5	5.0	73.1	86.9	-1.8		3.1		14.7	7.7	67.0	80.2	-2.3		2.0	
Czech Republic	23.7	26.6	56.7	59.3	5.5		1.8		26.5	26.1	54.5	59.9	-0.1		0.5	
Denmark	17.0	13.5	71.2	75.6	0.8		1.6		16.5	10.3	72.2	80.1	-2.2		0.9	
Estonia	19.8	15.7	62.4	68.4	5.4		4.0		24.7	18.4	55.6	67.4	-1.8		0.8	
Finland	25.4	16.7	62.0	70.6	2.6		1.8		19.3	13.7	65.6	73.1	-0.8		1.6	
France	16.2	11.2	72.7	78.9	1.4		1.8		15.0	9.9	73.1	79.6	-1.5		1.2	
Germany	22.8	22.6	66.0	69.0	1.7		1.5		21.2	17.5	65.8	73.9	-0.4		1.2	
Greece	12.1	9.4	70.3	80.4	-0.8		1.3		11.2	8.4	62.3	73.9	-1.8		0.6	
Hungary	21.5	23.5	61.0	64.4	3.7		1.9		22.0	19.2	54.0	65.9	-0.4		1.3	
Ireland	23.0	19.7	61.5	72.8	4.8		4.5		-	11.1	63.1	76.0	-1.8		2.6	
Italy	20.9	15.4	67.6	74.3	-0.4		0.8		21.2	16.2	65.1	72.4	-0.9		1.1	
Latvia	20.0	12.2	60.8	73.4	2.7		4.6		-	13.7	54.9	68.8	-1.9		0.7	
Lithuania	18.7	19.3	57.4	66.0	6.1		4.3		17.3	15.1	55.0	66.1	-1.3		0.3	
Luxembourg	13.3	4.9	76.7	87.8	-0.1		3.8		-	8.1	70.3	79.3	0.3		3.8	
Malta	20.7	10.0	68.0	82.8	-		-		24.5	12.0	65.0	78.9	-2.4		2.4	

.../...

.../...

Netherlands	172	12.1	69.6	77.0	1.5	2.3	12.9	8.8	76.2	82.9	-1.0	1.4
Poland	18.2	18.6	56.5	64.6	6.6	3.4	-	19.1	45.2	58.3	-0.3	1.7
Portugal	18.1	13.3	66.4	76.1	1.0	1.7	22.2	15.4	52.6	65.9	-2.0	1.2
Romania	25.2	23.0	42.5	58.4	2.3	2.7	21.2	18.1	26.9	42.0	-2.4	0.8
Slovakia	25.7	20.9	57.5	62.0	6.9	2.2	26.2	21.6	54.1	65.6	-0.8	1.3
Slovenia	25.3	23.1	61.0	64.7	3.1	2.6	30.0	20.3	47.0	62.4	-2.0	1.5
Spain	17.6	13.2	65.1	75.1	0.9	2.7	17.2	11.1	65.3	78.2	-0.9	2.3
Sweden	22.8	16.4	65.9	72.6	3.2	2.3	17.5	12.3	72.6	77.1	-1.2	1.0
United Kingdom	18.8	10.6	68.5	78.4	0.0	2.7	15.8	8.1	74.5	83.0	-2.6	1.5
EU28	19.7	15.5	66.8	73.3	1.6	2.0	19.0	14.0	63.0	73.2	-1.1	1.3
EU15	19.6	15.1	68.0	74.8	1.1	1.9	18.0	12.7	68.6	77.1	-1.1	1.4
New Member States (NMS)	20.9	20.3	55.6	63.3	4.9	2.7	22.3	19.4	43.8	57.1	-1.0	1.2
Norway	12.5	7.8	63.8	60.1	1.6	2.8	12.9	9.2	74.6	76.9	-0.4	1.5
Switzerland	19.8	19.0	71.3	73.0	2.3	1.8	-	14.0	-	74.3	-	-
Australia	14.0	6.8	67.8	70.2	0.8	3.4	14.2	8.7	72.1	76.3	-0.8	2.1
Canada	17.4	10.4	67.9	70.5	0.7	4.2	14.0	9.6	74.6	78.2	-0.6	1.8
China	34.8	29.9	32.9	46.1	10.0	10.1	15.7	18.7	24.8	38.1	1.7	3.1
India	17.4	12.9	46.2	57.0	6.1	8.1	12.4	11.4	21.1	26.3	1.2	2.9
Japan	23.5	20.4	63.7	70.4	1.4	0.8	20.4	15.1	61.2	71.3	-1.9	0.6
Korea	27.8	31.0	54.6	59.3	6.4	4.1	22.7	16.9	55.6	70.0	-0.4	2.4
Taiwan	27.4	29.0	61.0	64.8	5.9	3.6	27.1	27.3	50.7	59.6	1.1	2.0
US	16.8	12.0	74.7	78.5	2.3	2.5	15.3	10.2	73.8	79.8	-1.3	1.3

Note: Latest available data on GVA for Australia, Canada, China, India, Japan, Korea, Romania and Taiwan corresponds to 2013. Latest available data on employment for Canada, China, India, Japan and Taiwan corresponds to 2013. Malta is not included in EU28 and NMS GVA rates of growth. Croatia is not included in EU28 and NMS employment rates of growth.
Source: ABS, APO, BEA, Canada Statistics, Eurostat, ILO, OECD and own elaboration.

Table 2. **MANUFACTURING AND SERVICES LABOUR PRODUCTIVITY. 1995-2014**

(Euros PPS per person and percentages)

	1995			2014			Annual growth 1995-2014			Contribution to labour productivity growth (pp.)	
	Total	Manufacturing	Services	Total	Manufacturing	Services	Total	Manufacturing	Services	Manufacturing	Services
Austria	46,536	47,594	49,328	55,578	79,044	53,292	0.93	2.67	0.41	0.51	0.28
Belgium	53,580	50,709	55,330	63,321	93,862	58,624	0.88	3.24	0.30	0.55	0.22
Bulgaria	13,618	8,100	19,950	20,232	18,211	23,850	2.08	4.26	0.94	0.61	0.60
Croatia	21,543	-	-	30,616	25,646	34,525	1.85	-	-	-	-
Cyprus	35,890	27,161	37,741	42,774	29,623	46,238	0.92	0.46	1.07	0.04	0.85
Czech Republic	25,730	17,188	29,857	39,715	49,262	38,215	2.28	5.54	1.30	1.39	0.75
Denmark	41,215	40,272	40,151	48,780	70,896	45,743	0.89	2.98	0.69	0.45	0.50
Estonia	13,932	7,980	17,135	32,315	31,266	31,394	4.43	7.19	3.19	1.28	2.08
Finland	41,380	40,102	43,609	50,402	76,083	45,732	1.04	3.37	0.25	0.71	0.17
France	48,613	41,556	50,962	57,181	72,320	56,892	0.85	2.92	0.58	0.40	0.44
Germany	45,959	47,923	46,953	53,230	70,407	49,835	0.77	2.02	0.31	0.46	0.21
Greece	35,142	32,925	41,649	42,889	39,311	46,919	1.05	0.93	0.63	0.10	0.47
Hungary	21,651	16,337	27,966	31,262	35,990	30,967	1.93	4.16	0.54	0.94	0.34
Ireland	53,681	57,920	56,677	73,085	133,973	67,997	1.93	5.24	1.14	1.12	0.76
Italy	51,479	46,081	55,398	50,714	50,736	52,364	-0.08	0.51	-0.30	0.09	-0.21
Latvia	12,598	9,880	15,948	30,915	23,796	33,990	4.72	4.63	3.98	0.74	2.67
Lithuania	13,750	12,387	15,863	34,905	50,825	33,396	4.90	7.43	3.92	1.41	2.42
Luxembourg	71,357	52,071	81,119	72,404	48,272	80,091	0.08	-0.40	-0.07	-0.04	-0.06
Malta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

.../...

.../...

Netherlands	47,377	52,354	44,266	57,064	85,063	52,840	0.98	2.55	0.93	0.37	0.68
Poland	17,758	12,268	26,184	34,727	45,713	36,282	3.53	6.92	1.72	1.27	1.04
Portugal	29,684	19,476	39,045	37,096	33,938	43,362	1.17	2.92	0.55	0.46	0.39
Romania	10,709	11,569	20,316	21,867	28,402	29,044	3.76	4.73	1.88	1.14	0.95
Slovakia	23,456	12,681	30,073	41,599	54,677	35,717	3.02	7.69	0.91	1.79	0.54
Slovenia	25,864	18,099	35,547	41,805	48,102	43,721	2.53	5.14	1.09	1.24	0.68
Spain	46,342	43,223	46,584	52,382	61,787	49,883	0.64	1.88	0.36	0.29	0.25
Sweden	40,415	36,453	41,090	55,516	83,540	51,907	1.67	4.36	1.23	0.86	0.85
United Kingdom	45,340	44,233	42,876	56,479	71,832	54,324	1.16	2.55	1.25	0.38	0.91
EU28	39,781	36,050	44,065	49,715	60,099	49,728	1.17	2.69	0.64	0.48	0.45
EU15	46,343	44,330	47,557	54,023	67,347	52,530	0.81	2.20	0.52	0.38	0.37
NMS	17,127	12,924	25,142	31,739	40,329	33,924	3.25	5.99	1.58	1.24	0.94
Norway	60,146	46,687	43,079	67,149	69,112	55,381	0.58	2.06	1.32	0.21	0.82
Switzerland	48,997	-	-	56,818	81,720	55,347	0.78	-	-	-	-
Australia	46,719	43,165	43,383	60,015	57,898	54,354	1.39	1.63	1.25	0.17	0.86
Canada	48,373	50,842	33,340	57,079	63,697	51,194	0.92	1.25	2.38	0.17	1.65
China	3,293	6,055	4,857	15,227	27,162	17,095	8.51	8.34	6.99	2.70	2.76
India	3,887	5,144	8,312	9,480	12,539	21,518	4.95	4.95	5.28	0.75	2.73
Japan	44,980	44,925	49,490	53,251	81,443	51,283	0.94	3.31	0.20	0.73	0.13
Korea	26,107	26,161	28,700	47,262	92,118	39,128	3.30	6.99	1.72	2.06	0.98
Taiwan	37,775	35,769	47,903	64,327	84,849	64,784	2.96	4.80	1.68	1.35	1.05
US	62,119	51,895	64,623	83,375	102,287	81,621	1.55	3.57	1.23	0.51	0.94

Note: Latest available year for Australia, Canada, China, India, Japan, Korea and Taiwan corresponds to 2013. EU28 and NMS do not include Croatia and Malta. The contributions to labour productivity of manufacturing and services do not add up the labour productivity growth due to the contribution of the other remaining activity sectors and the reallocation effect.

Source: ABS, APO, BEA, Canada Statistics, Eurostat, ILO, OECD and own elaboration.

The employment evolution in the service sector was the opposite of what was observed for the manufacturing sector. All countries, without exception, experienced positive annual growth rates with regard to service sector employment. In the EU28 it amounted to 1.3%, similar to in the EU15 (1.4%) and higher than in the NMS. It is interesting to highlight that the highest rates of annual growth in the service sector corresponded to China (3.1%) and India (2.9%). Also the share of the service sector in total employment followed an opposite trajectory than the manufacturing sector. This share grew in all countries without exception, especially in the NMS group thanks in part to their lower initial levels. Within the non-EU countries, the most significant gains occurred in China, India and Korea. Moreover, it is worth pointing out that the most developed countries present a higher share of employment in the service sector (about 80%): Denmark (80.1%), Netherlands (82.9%), UK (83.0%), France (79.6%), the US (79.8%), Canada (78.2%), etc.

The above facts can be summarized under three headlines. First, the loss of weight of manufacturing activity on total economic activity is (almost) a general phenomenon, as it is reflected both in terms of its share in overall GVA and employment. However, while GVA in manufacturing continued to increase in most of the countries (albeit at a lower rate than total GVA), the destruction of manufacturing employment in absolute terms is a generalized fact. Second, the service sector presented positive growth rates in all countries without exception, both in terms of GVA and employment. And third, there is a general tendency for manufacturing activities to abandon the most developed countries. The NMS in Europe and the Asian countries are becoming the factories for the world, as an expression of the changing positions that respective countries play in global value chains.

Obviously, the way that (manufacturing and service sector) GVA and employment evolve have consequences on labour productivity performances. Table 2 provides an overview of evolutions with regard to this variable for the period 1995-2014, distinguishing again between manufacturing and service sectors. The most important observations that follow from this table are the following.

Firstly, there are noticeable differences in labour productivity between countries. In 2014 total labour productivity amounted to 83,375 €PPS⁴ per person in the US; in the EU28 it was 60% of that figure (49,715 €PPS) while China and India stayed below 16,000 €PPS. Even among EU countries, there are considerable differences ranging from 20,232 €PPS in Bulgaria to 73,085 €PPS in the case of Ireland. In fact, within Europe, EU15 countries show a labour productivity that is more than 70% above the NMS average.

⁴ PPS stands for Purchasing Power Standard, an artificial currency unit used to express magnitudes of different countries into a common price framework. PPP figures are obtained adjusting national currency figures using PPPs, are the currency conversion rates that equalize the purchasing power of different currencies by eliminating the differences in price levels between countries. In their simplest form, PPPs are relative prices that show the ratio of the prices in national currencies of the same good or service in different countries.

Secondly, the superiority of labour productivity in the manufacturing sector cannot be considered to be a fact across the board in all countries and over time. In 1995, for instance, labour productivity in services was higher than in manufacturing in EU28, EU15, the NMS, Australia, India, Japan, Korea, Taiwan and the US. However, in 2014 (and as a consequence, among other factors, of manufacturing's higher rate of job destruction together with ongoing process of off-shoring of lower added value activities) labour productivity in manufacturing was higher in all countries with the sole exception of India among the non-European countries, and Bulgaria, Croatia, Cyprus, Estonia, Greece, Italy, Latvia, Luxembourg, Portugal and Romania among the EU countries.

Thirdly, even though the annual growth rate of labour productivity in manufacturing was higher than in services in almost all countries (Canada, India, Cyprus and Luxembourg being the exceptions), the contribution to aggregate productivity growth of services was, in general, higher if we look at the non-European countries, excluding Japan, Korea and Taiwan. The former is a consequence of the lower growth rates of services productivity together with its higher share in the GVA aggregate. However, in the EU28 both contributions to productivity growth were almost similar (0.48 pp for manufacturing and 0.45 pp for services), as in the majority of EU Member States (19 out of 28 countries) the manufacturing sector had a higher contribution than services to productivity growth. Only in Cyprus, Denmark, Estonia, France, Greece, Latvia, Lithuania, Netherlands and the UK the contribution of the service sector to overall productivity growth was higher.

As a consequence, it turns out that productivity growth relies more on the manufacturing sector in the case of EU countries for the timeframe considered⁵. This is not the case for the non-EU countries, as in most of them (except for Japan, Korea and Taiwan) the contribution of the service sector to the aggregated productivity growth is higher than that of manufacturing in almost all countries. Thus, these countries present in general higher levels of productivity than the EU28 and they rely more on the service sector.

The above-mentioned results can be summarized by the following assertion: manufacturing sectors are not more productive than services in all cases or everywhere. In fact, in some countries services have a higher impact than manufacturing in aggregate productivity, this result being particularly clear for countries with higher aggregated productivity levels, such as the US, Norway and Australia.

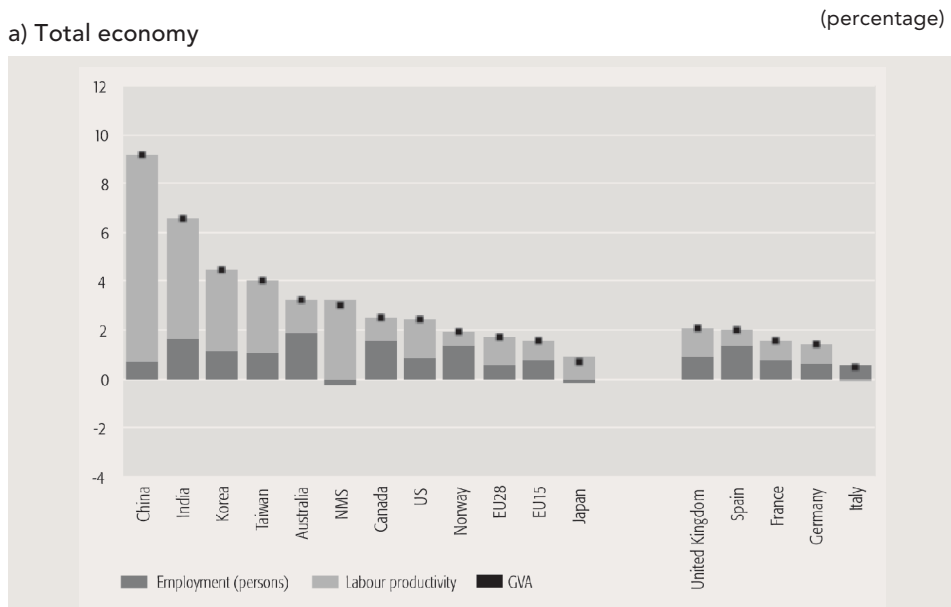
As mentioned at the outset, the present paper assesses the *virtuous* contribution of the manufacturing and service sector to economic growth on the basis of two criteria: 1. capacity to generate employment and 2. ability to display a positive rate of productivity. The information provided in Figure 1 breaks the GVA annual growth rate for the period 1995-2014 down into the respective contributions of those two variables. Panel a) refers to the total economy. On the left-hand side, it shows the

⁵ The reallocation of manufacturing activities to some NMS countries as well as intense job losses in manufacturing during the crisis could partly explain this result (see Timmer *et al.*, 2013; and Marin, 2006).

values for the three EU ensembles (EU28, EU15 and NMS) together with the set of non-European countries included in the sample. The right-hand side provides the information for the five biggest EU15 countries. As can be observed, there are striking differences between the respective countries and groups of countries. In China, India, Korea, and the NMS, GVA growth stemmed mainly from labour productivity growth. In the US and the EU28 labour productivity was the main driver for GVA growth. The EU15, however, saw how both sources contributed almost equally to GVA growth. Looking more closely to the right-hand side of the table, one sees that while in the UK labour productivity had a higher contribution, the opposite was true for Spain and Italy.

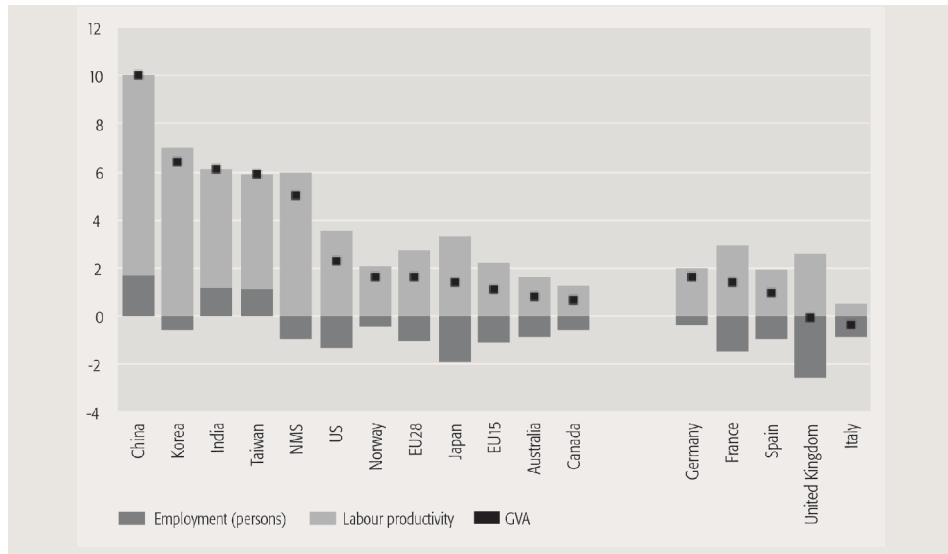
Panels b) and c) provide insights at sector level into manufacturing and services, showing to what extent productivity and employment variations explain the evolution of sectoral GVA. Panel b) shows how GVA growth among manufacturing sectors is largely due to positive evolutions in terms of labour productivity and negative evolutions in terms of job creation. Only in China, India and Taiwan did employment show a positive contribution to GVA growth. Panel c), referring to services, provides a different picture: there one sees how both sources contribute positively to GVA growth in all countries, except for Italy. What stands out, is that only in China, India, Canada and the NMS was GVA growth more due to productivity growth than it was due to employment growth, while in the US, Taiwan and the UK both sources were equally responsible for the GVA growth in these three countries.

Figure 1. **CONTRIBUTIONS OF EMPLOYMENT AND LABOUR PRODUCTIVITY TO TOTAL, MANUFACTURING AND SERVICES GVA GROWTH IN EU AND NON-EU COUNTRIES. 1995-2014**

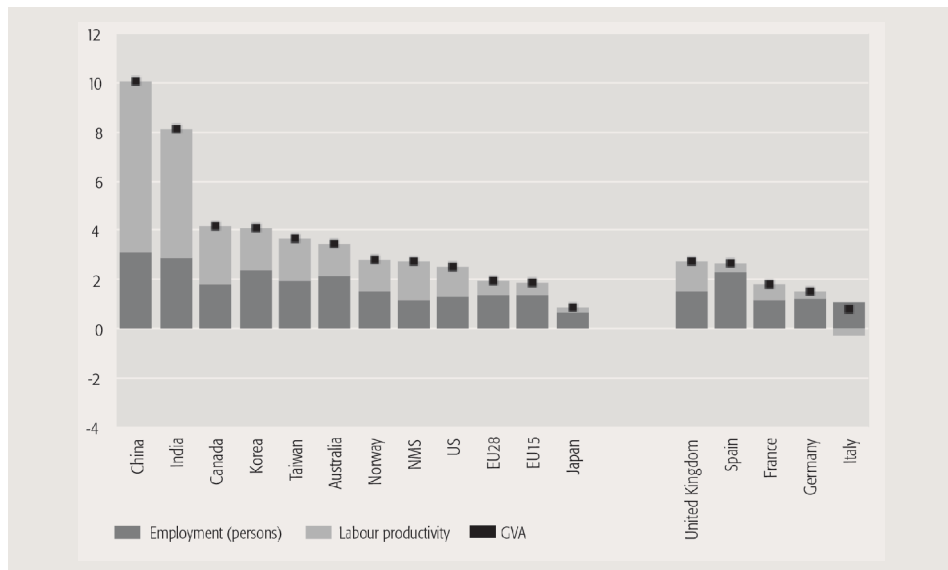


.../...

b) Manufacturing



c) Services



Note: 1995-2013 for Australia, Canada, China, India, Japan, Korea and Taiwan. EU28 and NMS do not include Croatia and Malta.

Source: ABS, APO, BEA, Canada Statistics, Eurostat, ILO, OECD and own elaboration.

Consequently, if we posit that a *virtuous* contribution to economic growth should be underpinned simultaneously by a positive evolution of productivity and employment creation, and we look at how the manufacturing and service sectors performed on those two criteria, it is clear that service sectors complied more with the indicated premise during the period 1995-2014.

3. FURTHER EVIDENCE FROM THE 2006-2013 PERIOD

After presenting results at aggregated (sectoral) levels based on a period of 20 years of time in the previous section, it is worth analyzing more deeply what is happening within manufacturing and service sectors, particularly regarding the behaviour of labour productivity per sector. PREDICT database contains a wealth of information which enables us to gain further insight into this issue thanks to its very detailed sectoral breakdown.

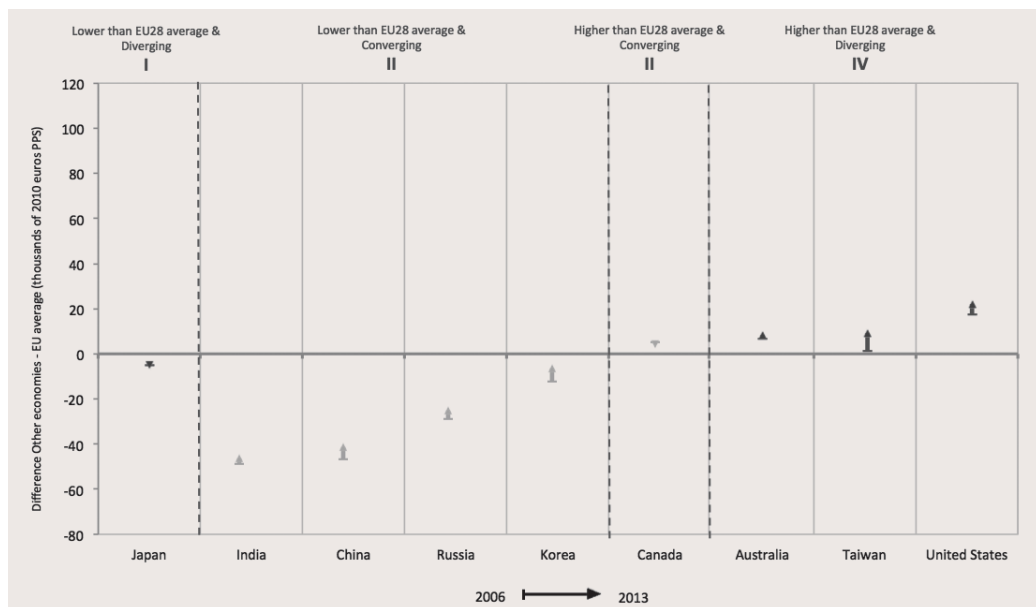
3.1. Dynamics of productivity differences

Thereupon, Figure 2 provides a complementary view of the dynamics for the EU28 countries as compared to a set of non-European countries, but in this case for a more limited period of time, i.e., the years 2006-2013, for which PREDICT data is available. The figures plot the differences between the non-EU countries and the EU28 average in terms of labour productivity in the initial and final year of the 2006-2013 period. Panel a) refers to the differences in labour productivity at the level of the economy as a whole, while panels b) and c) draw up similar comparisons at the level of manufacturing and service sectors. In the figure the zero line indicates

Figure 2. **DYNAMICS OF PRODUCTIVITY DIFFERENCES OF OTHER ECONOMIES VS. THE EU28 AVERAGE. 2006 AND 2013**

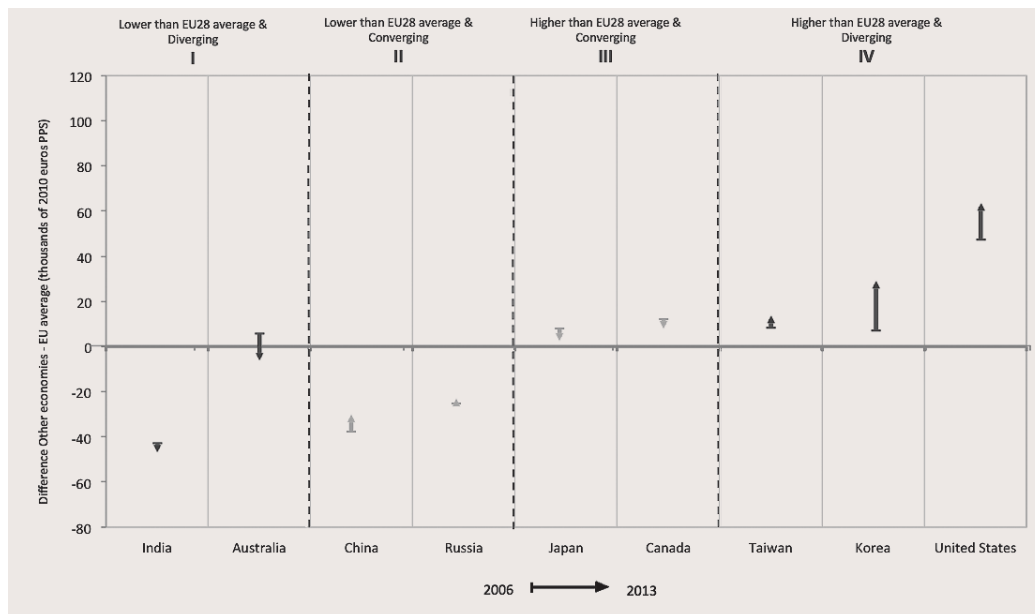
a) Total economy

(Thousands of 2010 Euros PPS)

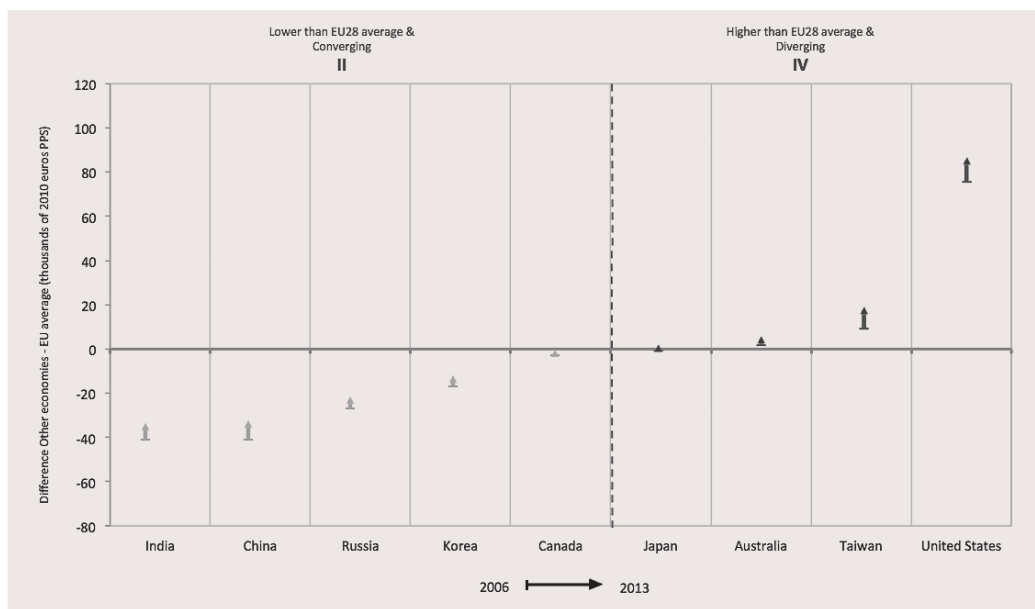


.../...

b) Manufacturing



c) Services



Note: EU28 aggregated labour productivity in 2006 = 56.4; in 2013 = 58.2. EU28 manufacturing labour productivity in 2006 = 53.7; in 2013 = 57. EU28 services labour productivity in 2006 = 52; in 2013 = 52.8. Latest available data for Canada and Japan corresponds to 2012.

Source: PREDICT database elaborated by Ivie and JRC-IPTS.

the value of the EU28 average, while the arrowhead indicates the deviation from that value for each country in the final year (2013), and the bottom shows its deviation in the initial year, 2006. In principle, each panel is divided into four areas.⁶ The distinction between these four areas is based on two criteria: 1. the productivity level, which can be higher or lower than the EU28 average (above or below zero on the y-axis), and the dynamics followed: converging or diverging to the EU28 average, depending on whether the differences with the EU28 average have decreased or increased in the analyzed period (that is, if the countries' arrows are moving towards or away from zero). Thus, the four areas that can be distinguished are (from left to right): I. *Lower productivity than EU28 average and diverging*; II. *Lower productivity than EU28 average and converging*; III. *Higher productivity than EU28 average and converging*; and IV. *Higher productivity than EU28 average and diverging*.

In panel a) there are three countries that belong to the group of countries that go under the label of *Higher productivity than EU28 average and diverging*. These are Australia, Taiwan, and the US. Particularly the US had a productivity level that was higher than the EU28 in 2006. While the US and Taiwan increased this gap in 2013, the gain of Australia over the EU28 had only expanded marginally in 2013. Most countries in panel a) fall into the group *Lower productivity than EU28 average and converging*, which includes India, China, Russia and Korea. Finally, the positions of Canada and Japan almost remained constant in relation to the EU28. The evolution of the productivity level in these two countries was similar to that of the EU28 but while Canada's productivity level was above EU28 average, for Japan it was below this value.

Based on the same parameters and measurement point, albeit exclusively with regard to manufacturing sectors, panel b) shows how two Asian countries, Taiwan and Korea (particularly the latter), while belonging to group IV (*Higher productivity than EU28 average and diverging*), gained positions during the 2006-2013 period. However, within the group of countries with a higher labour productivity level than the EU28, it was especially the US that expanded its lead over the EU28 when comparing 2013 to 2006. Meanwhile, India and Australia (belonging to the *Lower productivity than EU28 and diverging*-group) presented a deteriorating performance compared to the EU28 from 2006 to 2013. The same happened in the case of Japan and Canada, although these two countries were above the EU28 productivity average (*Higher productivity than EU28 average and converging*), which allowed the EU28 to improve its position. On the other hand, China and Russia approached the EU28 average during this period, with both of them starting off from a lower labour productivity level (*Lower productivity than EU28 average and converging*-group).

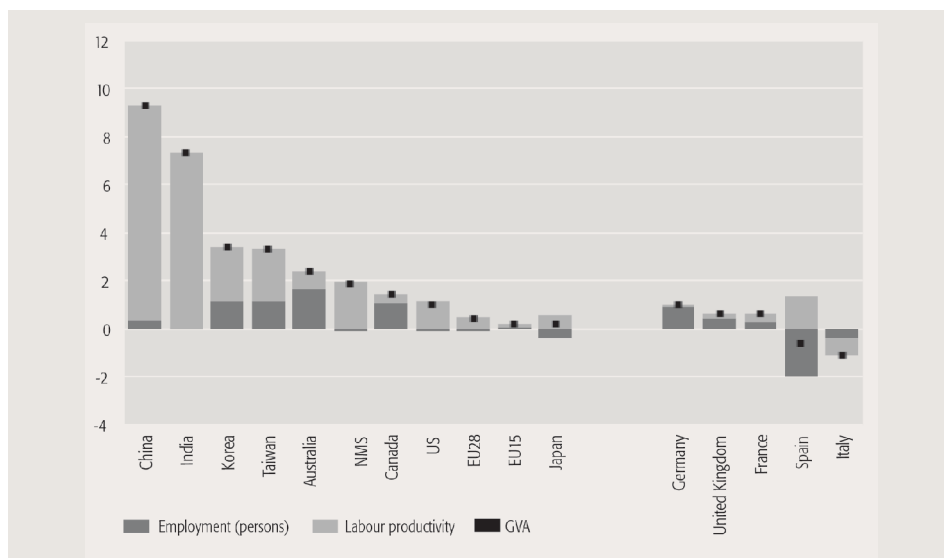
In a similar way as panel b), panel c) visualizes labour productivity evolutions at the service sectoral front. It highlights the increasing labour productivity gap in services between the US and the EU28, which was already very significant in 2006. In

⁶ Take note that for one or more areas there are no observations.

that year, labour productivity in the US service sector was 145.6% higher than in the EU28, while in 2013 the gap increased to 161.3%. At the other end, India, China, Russia, Korea and Canada approached EU28 levels over time, thus showing a convergence towards the EU28 (belonging to group II). Overall, the service data indicate that the non-EU countries included in the sample performed better than the EU28 during the 2006-2013 period.

A similar conclusion can be drawn when we look at productivity evolutions at the level of the entirety of economic activities (shown in figure 2a). Only in Australia, Canada and Japan did the overall productivity rate grow at a similar pace as it did for the EU28.

Figure 3. **EMPLOYMENT AND LABOUR PRODUCTIVITY CONTRIBUTIONS TO TOTAL GVA GROWTH IN EU AND NON-EU COUNTRIES. 2006-2013** (percentage)



Note: 2006-2012 for Canada and Japan.

Source: PREDICT database elaborated by Ivie and JRC-IPTS.

3.2. Productivity growth at sectoral disaggregation level

Figure 3 assesses further how the entire set of economic activities in different (groups of) countries behave in terms of GVA growth, of labour productivity growth and employment creation growth between 2006 and 2013. We can observe striking differences between China and India, as well as Korea and Taiwan (albeit to a lesser extent), and the remaining countries, especially the EU15. The first two countries presented GVA annual growth rates of more than 7%, based almost exclu-

sively on labour productivity growth. Although the US and the NMS had lower rates of GVA growth, it was also based on the same driver. In fact, except for Australia and Canada, the labour productivity performance is the main basis for the GVA growth in the non-EU countries and the EU aggregations.

Of the five big EU15 countries considered, the performance was very modest for Germany, the UK and France, while Spain and Italy showed negative GVA rates of growth. However, it is interesting to notice that while Spain experienced increases in labour productivity and job destruction simultaneously, in the case of Italy both sources contributed negatively to GVA growth (contributed positively to GVA decrease).

Figure 4 broadens the perspective given in Figure 3 by making use of the sectoral disaggregations provided by the PREDICT database presented in Table 3. According to this table, the total GVA⁷ of manufacturing and service sectors can be classified in three groups: 1. ICT⁸; 2. Non ICT but R&D intensive; and 3. Other. Figure 4a) offers the information for manufacturing sectors and 4b) for services.⁹

Figure 4a) shows some facts worth highlighting. First, panel 4a.1) confirms the general profile already shown in Figure 1.b) for period 1995-2014 of a GVA growth in manufacturing based fundamentally on labour productivity accompanied by job destruction. This second characteristic was more pronounced in the period 2006-2013 as a consequence of the economic crisis. Second, contrary to what could be expected, panel 4a.2) shows a very sharp decrease in employment in the ICT manufacturing sector, together with a relatively low labour productivity growth in some countries (such as the US, Canada and the NMS) and negative in others (EU28 and EU15 –including Germany and France but not the UK or Spain–, India or Japan). Third, the group of manufacturing sub-sectors which has fared better is the one labelled as *Non ICT manufacturing R&D intensive* sub-sectors in table 3. It is interesting to notice that in most countries labour productivity growth was positive, and that job variation was either positive or, if negative, of a lower intensity than in the case of ICT manufacturing sub-sectors. And fourth, and as was to be expected, the group corresponding to *Other manufacturing sub-sectors* showed a mixed pattern

⁷ The PREDICT database considers the following variables, with the same level of sectoral disaggregation as the one presented in table 3: GVA, Employment (number of workers); labour productivity (in terms of employed workers); Business R&D expenditure; Business R&D Personnel; and Business R&D Researchers.

⁸ The ICT group follows the OECD (2007) definition.

⁹ The selection of these sectoral groups is due to the important role assigned to ICT industries in terms of productivity performance in the last years and the necessity of distinguishing, within the non-ICT sectors, between intensive and non-intensive knowledge sectors. The basis to elaborate this distinction are the available Eurostat classifications of sectors by level of knowledge intensity (High-Tech industries, KIS (knowledge intensive services) and KIA (knowledge intensive activities)) combined with R&D intensity data by sector.

but with a landscape dominated by job destruction and relatively low rates of productivity growth, with the usual exception of China and Korea.

Table 3. SECTORAL CLASSIFICATION

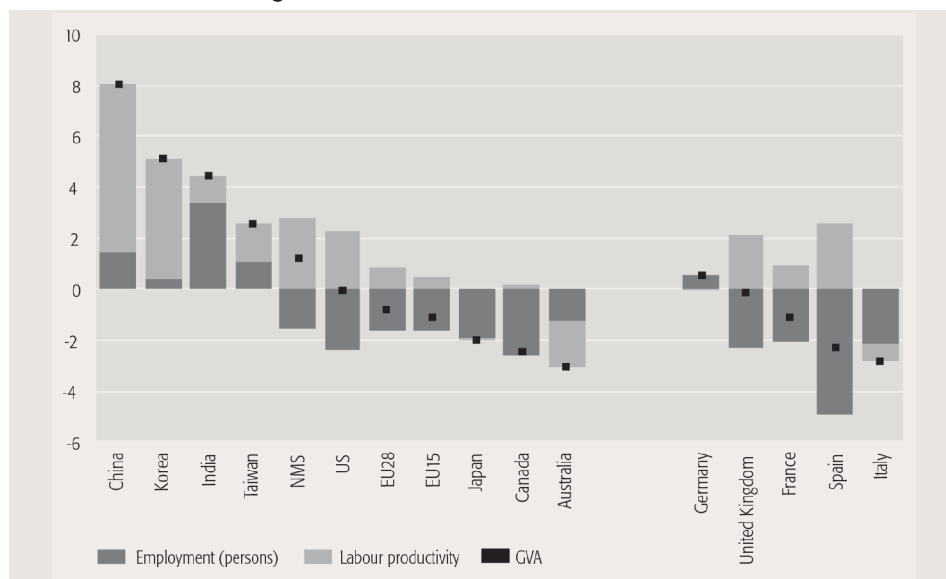
Sectors	NACE Rev. 2
Total Manufacturing	05-33
ICT Manufacturing	
Manufacture of electronic components and boards	261
Manufacture of computers and peripheral equipment	262
Manufacture of communication equipment	263
Manufacture of consumer electronics	264
Non-ICT manufacturing R&D intensive	
Manufacture of chemicals and chemical products	20
Manufacture of pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products	21
Manufacture of machinery and equipment	27-28
Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers	29
Manufacture of other transport equipment	30
Other manufacturing	n.e.c.
Total services	45-99
ICT Services	
Telecommunications	61
Computer and related activities	5820, 62, 631, 951
Non-ICT Services R&D intensive	
Transportation and storage	49-53
Information and communication (except ICT services)	58-63
Financial and insurance activities	64-66
Professional, scientific and technical activities	69-75
Administration and support service activities	76-82
Education	85
Human health and social work activities	86-88
Other services	n.e.c.

Source: Own elaboration.

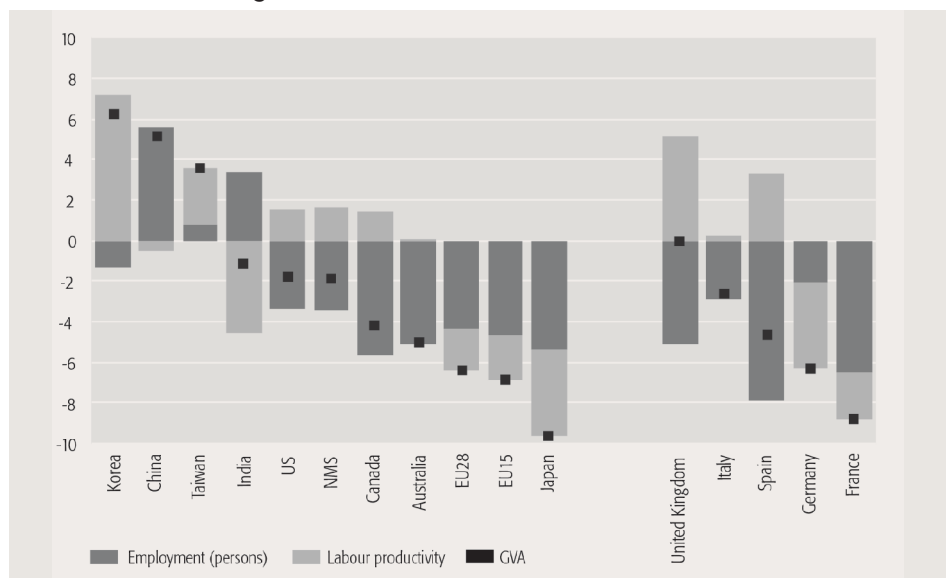
Figure 4.(a) **MANUFACTURING SECTOR: EMPLOYMENT AND LABOUR PRODUCTIVITY CONTRIBUTIONS TO GVA GROWTH BY SUB-SECTOR TYPE IN EU AND NON-EU COUNTRIES. 2006-2013**

(percentage)

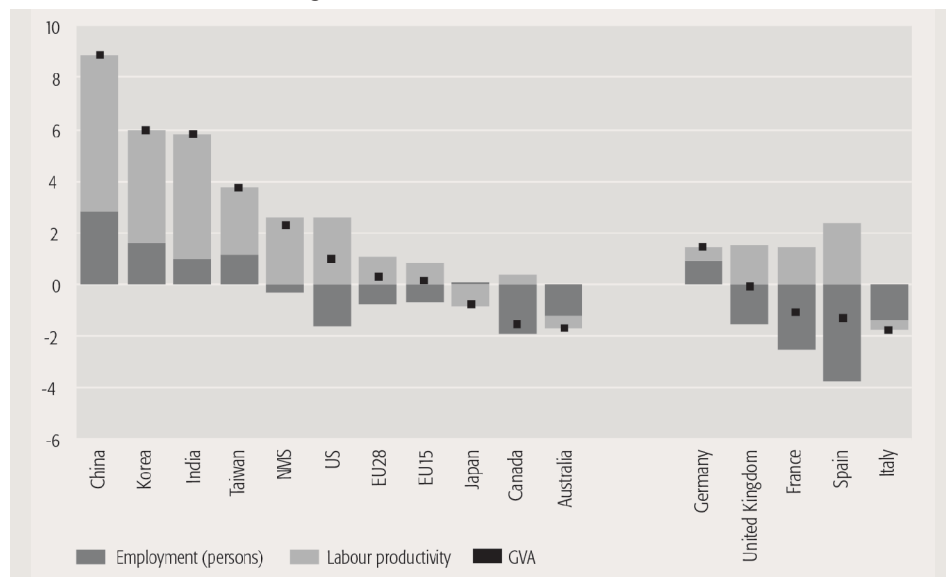
a.1. Total manufacturing



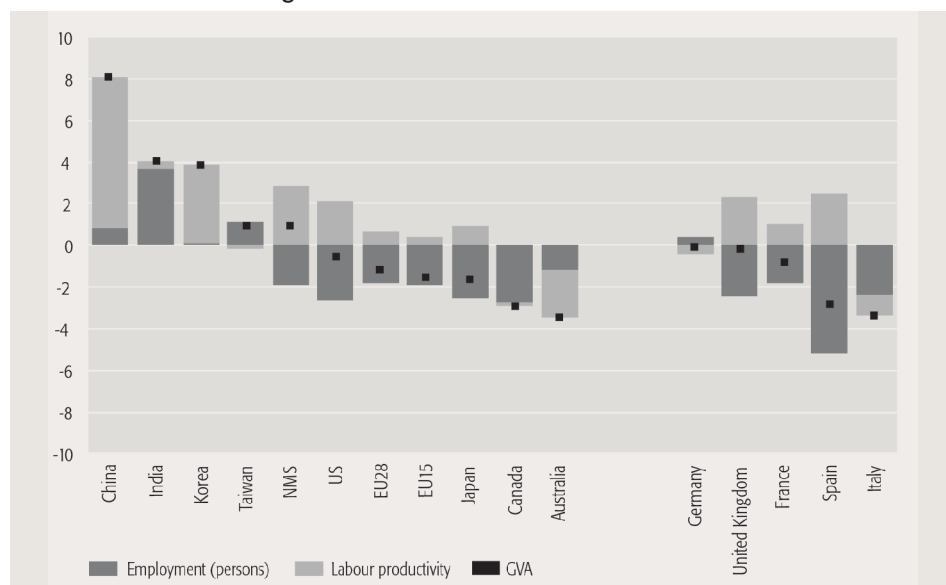
a.2. ICT manufacturing



a.3. Non ICT manufacturing



a.4. Other manufacturing



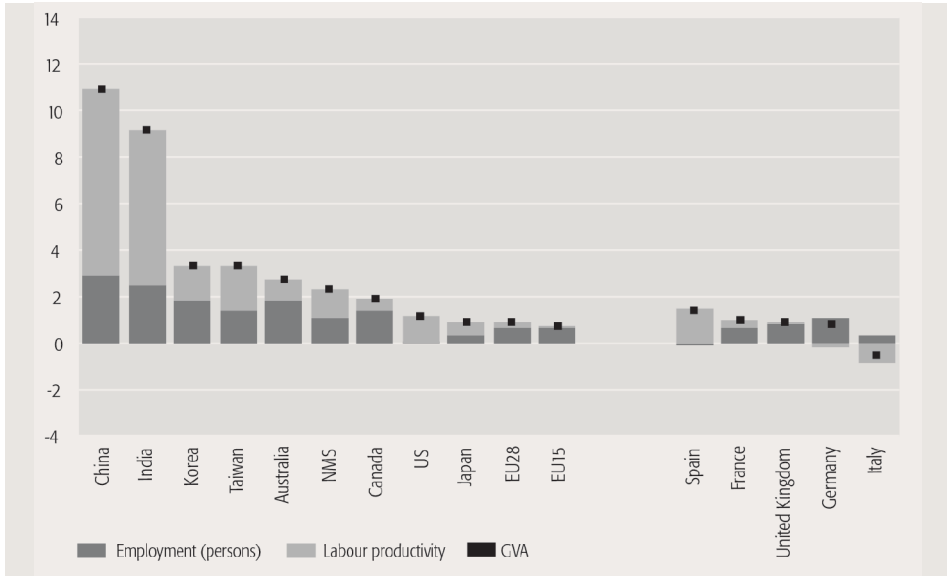
Note: 2006-2012 for Canada and Japan.

Source: PREDICT database elaborated by Ivie and JRC-IPTS.

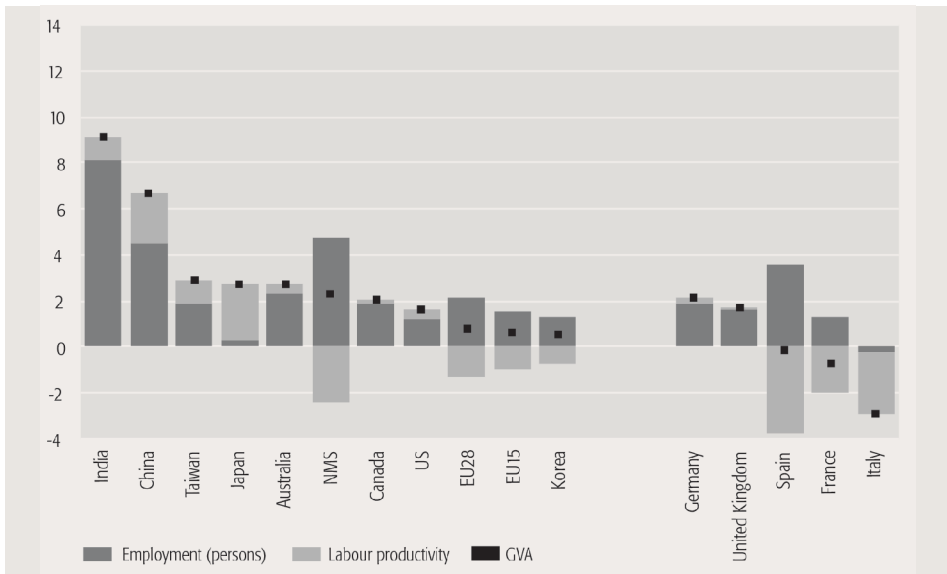
Figure 4.(b) **SERVICE SECTOR: EMPLOYMENT AND LABOUR PRODUCTIVITY CONTRIBUTIONS TO GVA GROWTH BY SUB-SECTOR TYPE IN EU AND NON-EU COUNTRIES. 2006-2013**

(percentage)

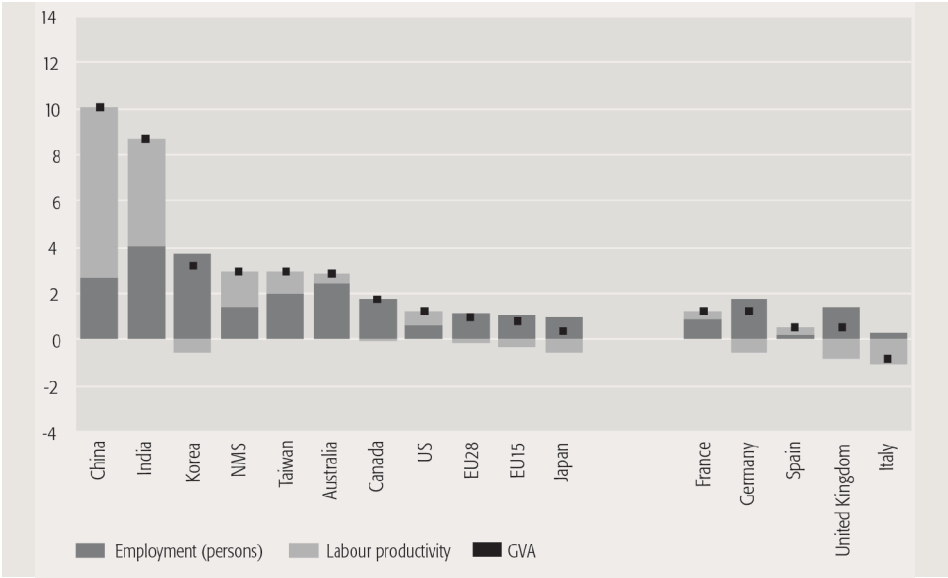
b.1. Total services



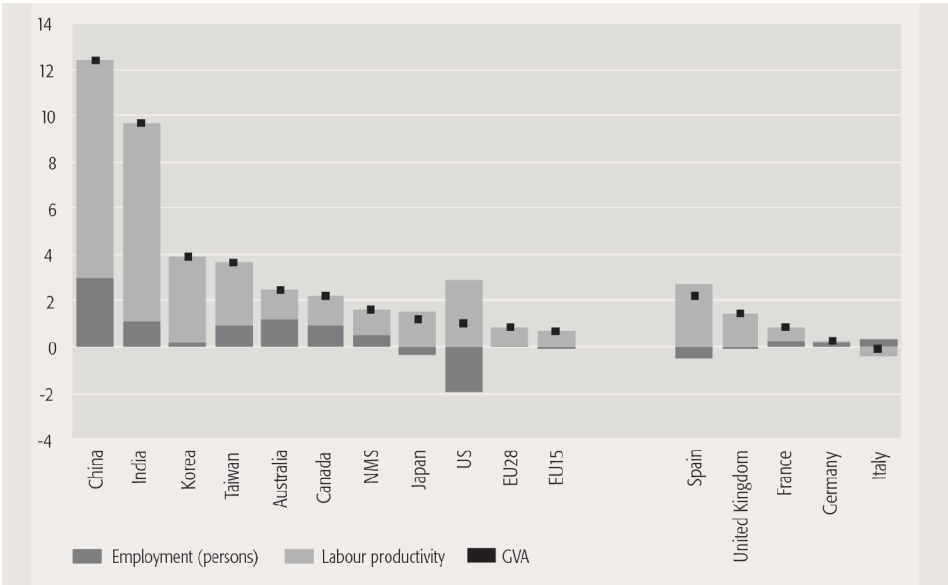
b.2. ICT services



b.3. Non ICT services R&D intensive



b.4. Other services



Note: 2006-2012 for Canada and Japan.
Source: PREDICT database elaborated by Ivie and JRC-IPTS.

A rather opposite view is provided by figure 4.b), showing similar information but referring to service sub-sectors. Panel 4b.1) for total services reinforces the view already offered by figure 1c) for the period 1995-2014 of positive job creation together with positive, albeit slow, labour productivity growth, with the exceptions of China and India where it was very intense. Panel 4b.2) illustrates again the same view but now refers to the ICT services sector. Job creation was the rule in all countries but Italy. However, labour productivity had a negative contribution to GVA in the EU (both in the EU15 and the NMS, and thus also in the EU28), where it was particularly intense in Spain, but also worth mentioning in France and Italy. The group denominated *Non ICT services R&D intensive* (panel 4b.3)) showed a virtuous behaviour, as had already happened within the same typology for manufacturing. In this case, although labour productivity contributions were negative in Korea, Japan, EU15 and three of the five biggest European countries (Germany, the UK and Italy), they were not comparable to those observed for ICT service sub-sectors. Finally, and contrary to the *Other manufacturing* group shown in figure 4a.4), the *Other services* group (panel 4b.4)) also presented a virtuous behaviour with a higher contribution of labour productivity growth than of job creation.

3.3. Productivity growth and the ICT sector

The upsurge of aggregate labour productivity in the US by the mid-nineties in the last century, as opposed to the more sluggish rate in the EU, was attributed to the ICT revolution whose results started to appear in the statistics a few years after Solow's (1987) much cited remark: «You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics». What became known as *Solow's computer paradox* refers to the discrepancy between measures of investment in information technology and measures of output at the national level. Since then a great deal of effort was put into improving the measurement of the contribution made by capital services in general, and ICT assets in particular, to productivity growth. The work of Jorgenson, Ho and Stiroh (2005), Jorgenson, Landefeld and Nordhaus (2006) and the two OECD Manuals: *Measuring Productivity* (2001) and *Measuring Capital* (2009) have been fundamental in improving our understanding of the role played by ICT in economic growth.

The primary impact of ICT on productivity growth was signalled in ICT producing sub-sectors *via* technological progress captured by the Multifactor Productivity (MFP) term (see Biagi [2013] for a review). This positive effect spreads to the remaining sectors with a larger impact on those which use ICT assets more intensively. This *spillover* effect is due not only to its direct impact on labour and capital productivity but also due to MFP. Generally speaking, ICT has generated three different types of decisive contributions to: *i*) the economic globalization phenomena; *ii*) the vertical disintegration of the production process; and *iii*) the organizational changes within firms.

ICT assets have broadened the milieu relevant for their users, both for firms and the population at large, who now have access to a (practically) universal knowledge. For this reason, there has been an increase in the competitive pressure on productivity and the need for excellence in the process of production. ICT allows firms to become more productive, but it also puts pressure on the less efficient ones to leave the market. As a consequence, the more productive firms gain market share, raising the average labour productivity. From a political standpoint, the main message is that the increase in size of the most efficient firms should be favoured, while the less productive ones should leave the market.

The effect of ICT on productivity growth operates through the three *classical* channels: *i) labour quality*, since ICT allows this aspect to be improved through education and professional training; *ii) technological progress* embedded in *capital assets*, with the additional advantage of the sustained fall in their prices, especially hardware; and *iii) Multifactor Productivity (MFP)*, since it allows the organization and management of firms to be improved, including favouring innovation, the development of new services, the adjustment of products to meet the firm's needs, new designs and the speed of reaction to changing market conditions, etc.

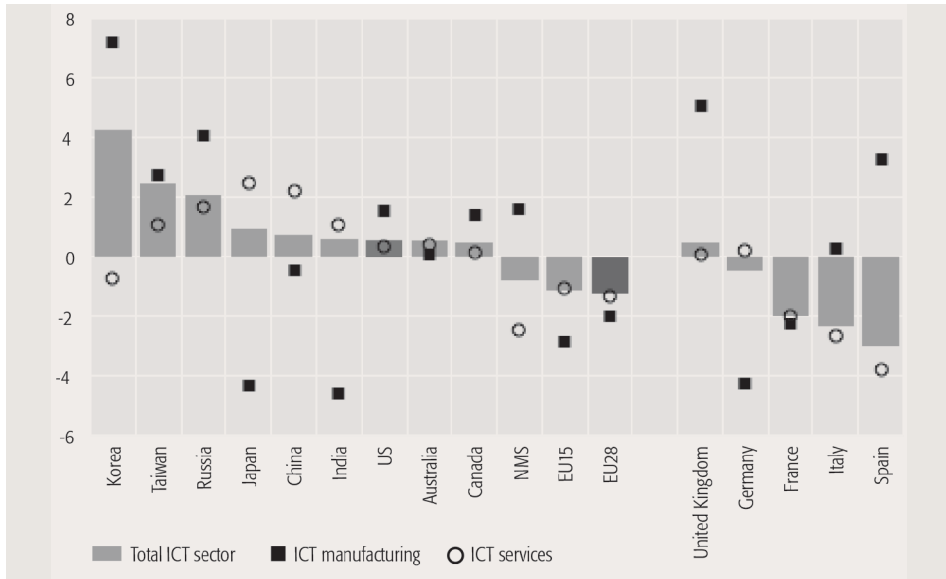
From the sectoral perspective, we may distinguish between sectors that produce ICT goods and services to sell and the remaining ones that use ICT goods and services as assets for the sake of their own value creation processes. Figure 4 has shown the performance of ICT manufacturing sub-sectors (panel 4a.2) and ICT service sub-sectors (panel 4b.2) from the double perspective of job creation and productivity growth. From the first perspective, the main conclusion was that while ICT manufacturing sub-sectors reduced the number of workers, ICT service sub-sectors increased them. These developments could stem from, at least partly, the vertical disintegration process to which we referred above. At the same time, the increase in the number of workers in the ICT manufacturing sub-sectors in China and India is an example of the globalization process.

Figure 5 offers an alternative representation of the evolution of the second component (labour productivity) in the ICT sector. It shows the annual rates of productivity growth in the ICT sector in a decreasing order for the period 2006-2013. It also shows the different performance of ICT manufacturing and service sub-sectors. The most noticeable facts are the following. First, the highest rates of productivity growth corresponded to the Asian countries, with Korea taking the leading role. Second, of the set of countries included in the sample, only the EU and its aggregates (EU28, EU15 and NMS) presented negative rates of growth. Within the five big EU15 countries, only the UK showed a positive rate of growth. Meanwhile Spain, Italy and France showed negative, and not negligible, rates of variation. Third, a general pattern cannot be found for manufacturing and service sectors. For some countries within the same region, ICT sub-sector productivity growth can be driven by manufacturing while for others services take the lead. On

the other hand, while in some countries, such as Taiwan, Russia and the US, both manufacturing and services presented positive rates of growth, in other countries, such as Korea, Japan, India and the NMS, the two sectors contributed with different signs. Thus, further research is needed.

Figure 5. **ANNUAL GROWTH RATE OF ICT LABOUR PRODUCTIVITY IN EU AND NON-EU COUNTRIES. 2006-2013**

(percentage)



Note: 2006-2012 for Canada and Japan.

Source: PREDICT database elaborated by Ivie and JRC-IPTS.

However, what seems indisputable is that along the period 2006-2013 labour productivity growth in the EU28 ICT sector was lower than in all the countries included in the sample, which had already happened with the total economy, as shown by figure 2.a. Figure 6 illustrates that in 2006 only the US had a higher labour productivity in the ICT sector than the EU28. In the following years, up to 2013, the gap increased due to the superior performance of the US. Three other countries, which in 2006 had a lower labour productivity level than the EU28, had already surpassed it in 2013: Taiwan, Korea and Australia. And the remaining five have all experienced a convergence process to the EU28 average.

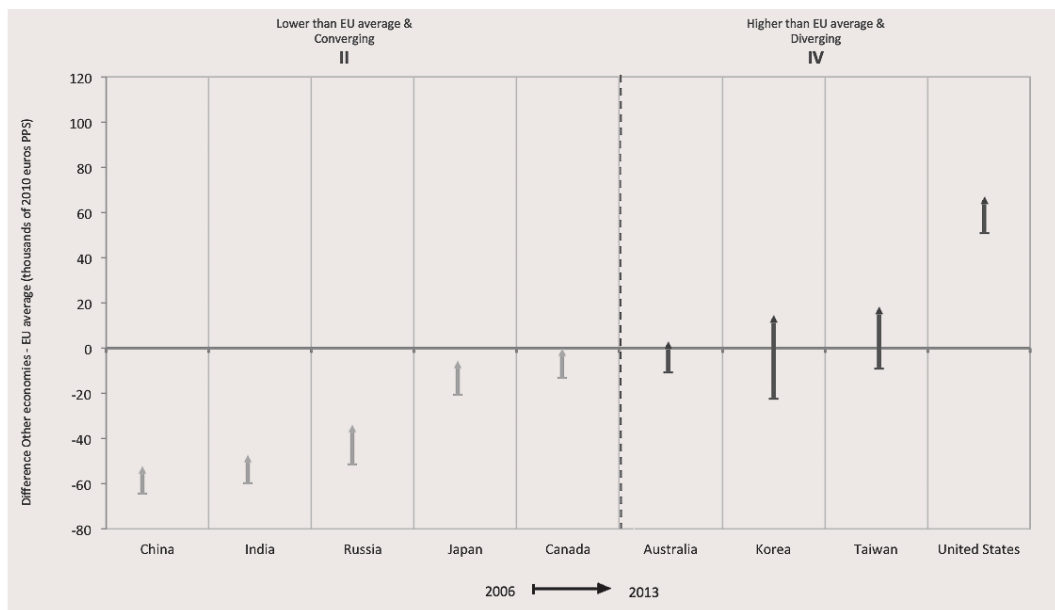
The information provided so far has highlighted two relevant facts. First, the superiority of the US economy in almost all aspects analysed. And second, the clear understanding that the *Non-ICT R&D intensive* sub-sectors have performed better than the *ICT sub-sectors*. Figure 7 offers interesting information using a similar presentation

to figures 2 and 6. The reference continues to be the EU28 average, but the comparison is made now with respect to the US belonging to the two groups just mentioned.

Figure 6. **DYNAMICS OF THE ICT SECTOR PRODUCTIVITY DIFFERENCES OF OTHER ECONOMIES VS. THE EU28 AVERAGE. 2006 AND 2013**

(Thousands of 2010 Euros PPS)

113



Note: EU Labour productivity in 2006 = 98.4; EU Labour productivity in 2013 = 89.6. Latest available data for Canada and Japan corresponds to 2012.

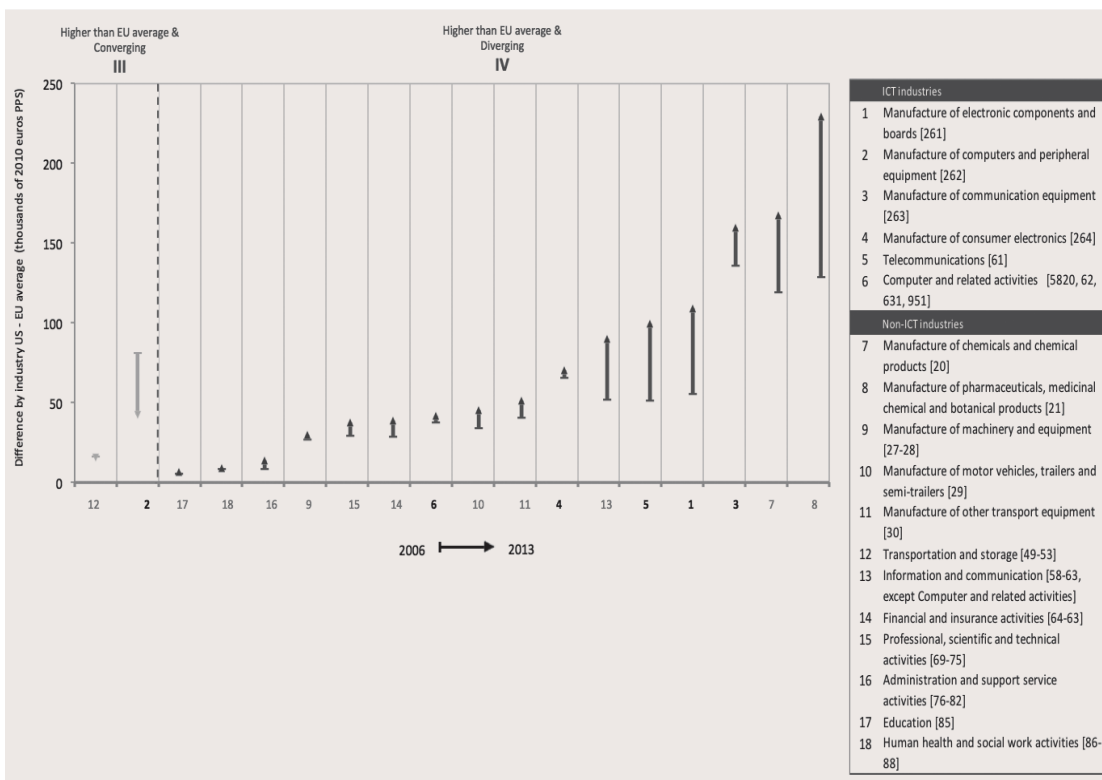
Source: PREDICT database elaborated by Ivie and JRC-IPTS.

The first noticeable fact is that the superiority of the US with respect to the EU28, in terms of labour productivity growth, applies to the eighteen sub-sectors analysed without exception both in 2006 and in 2013 (all the arrows are located above the zero line which reflects the EU28 average). Second, in only two sub-sectors, one of which belongs to the *ICT group* (*Manufacture of computers and peripheral equipment*) and the other to the *Non-ICT R&D intensive group* (*Transportation and Storage*), the productivity in the EU28 has grown at a higher rate than in the US. Thus, those two sub-sectors were the only ones (particularly the first) converging to the EU28 average. Third, the most striking fact is, however, the US superiority in two *Non-ICT R&D intensive sub-sectors*: *Manufacture of pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products*, and *Manufacture of chemicals and chemical products*. In 2006 the productivity in the US of the first sub-sector was 76% higher than in the EU28. In 2013 the gap had increased to 136%.

Figure 7.

DYNAMICS OF US-EU28 PRODUCTIVITY DIFFERENCES BY SUB-SECTOR. 2006 AND 2013

(Thousands of 2010 Euros PPS)



Note: ICT sectors marked in bold. The codification of sector can be found in the box to the left (NACE Rev.2 codes in brackets).

Source: PREDICT database elaborated by Ivie and JRC-IPTS.

These results seem to indicate that the benefits of ICT technologies, which were initially concentrated in the ICT manufacturing sector, have spilled over to other sub-sectors which use them intensively, in combination with also an intensive use of R&D. These *spillover* effects have been particularly intense in the US, favouring the increase of its labour productivity at a much higher rate than in the EU28.

4. CONCLUDING REMARKS

This paper contributes to the current reindustrialization debate by offering empirical evidence on the performance of manufacturing and service sectors. The analysis has been carried out within an international context, considering the 28 countries belonging to the EU28 and nine other developed and developing countries. It makes use of the PREDICT database elaborated by Ivie-IPTS (JRC).

The main features of the database are the high level of sectoral disaggregation, as well as the emphasis on ICT producing activities and on R&D expenditures made by the business sector. Our paper proposes a double criterion for evaluating the role played by both types of activities in economic growth: 1. The capacity of a given sector to contribute to aggregate employment creation; and 2. The evolution of labour productivity within a given sector. According to this double criterion, we propose that a given sector deserves support if it shows simultaneously positive employment and labour productivity growth. The main contributions of the paper are the following.

If we refer to the last complete cycle of 1995-2014, we can conclude that: 1. Data confirms that the loss of weight of the manufacturing sector is a (practically) general phenomenon both in terms of GVA and employment. However, while GVA showed positive rates of growth, employment destruction was (almost) the general rule. On the contrary, the service sector presented positive growth rates in all countries without exception, both in terms of GVA and of employment. From a geographical point of view, there is general tendency for manufacturing activities to abandon the most developed countries for developing countries, taking advantage of the «global value chains»¹⁰. 2. Manufacturing activities are not more productive than services always and everywhere. In fact services have a higher contribution to aggregate productive growth in the most developed countries. 3. If we make use of the proposed double criterion for the period 1995-2014, we might conclude that in (almost) all countries the service sector fulfils both criteria with very few exceptions (i.e. Italy). On the contrary, for the manufacturing sector only China, India and Taiwan showed a virtuous pattern of growth.

If we focus on the most recent period, covered by the PREDICT database, 2006-2013, we may conclude that the performance of the EU28 can only be labelled as modest in terms of productivity growth. For the total economy, seven out of nine countries included in the sample experienced a higher rate of productivity growth than the EU28, while for the remaining two (Japan and Canada) it was similar. For manufacturing activities, the EU28 performed better than four countries (India, Australia, Japan and Canada), while in services the nine countries performed better than the EU28. The US is the indisputable leader in terms of productivity growth.

The PREDICT database allows us to classify the sectors into three sub-groups for both manufacturing and services: i) ICT; ii) Non-ICT R&D intensive; and iii) Other. From the perspective of the proposed double criterion, the main results are the following: 1. With respect to manufacturing sector, the job destruction was generalized in (almost) all countries. This process was especially intense in ICT manufacturing sub-group; only China, Taiwan and India created employment during those years. Something similar could be said about the group «Other» under the

¹⁰ See Stehrer *et al* (2015), Di Mauro *et al* (2013) and De Backer and Miroudot (2013).

manufacturing sector. The group labelled Non-ICT R&D intensive has shown the best performance according to the double virtuous criterion. 2. With respect to the service sector, the results are quite different. The ICT service sub-group created employment in all countries but it was accompanied by negative labour productivity growth rates in the EU countries, especially in the NMS. However, the fulfilment of the double virtuous criterion was (almost general) for the service sub-group Non-ICT R&D intensive and also for sub-group «Other».

Thus, the ICT manufacturing sub-group did not fulfill the double criterion due to the process of job destruction. In the case of ICT service sub-group only the EU28 (and also the EU15 and the NMS) did not fulfil the second criterion since they experienced negative labour productivity growth. Furthermore, the nine non-EU countries experienced higher productivity growth in the ICT sector than the EU28. However, one of the most striking facts revealed by the data is that the US superiority in terms of labour productivity is concentrated in six sub-sectors: three belonging to Non-ICT R&D intensive group: Manufacture of pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products; Manufacture of chemicals and chemical products; and Information and communication, except computer and related activities. And another three to ICT group: Manufacture of communication equipment; Manufacture of electronic components and boards; and Telecommunications. The gap is especially noticeable in the first two sub-sectors.

All in all we may conclude that the EU has two main problems: high unemployment rates -especially in the peripheral countries such as Spain- and a weak performance in terms of labour productivity growth, which has become more acute in the last few years of the crisis. From our point of view, the proposed reindustrialization is not going to solve either one of these problems if we take into account that only some Asian countries (China, India and Taiwan) are creating jobs in manufacturing, and that it is not guaranteed that labour productivity growth is higher in manufacturing than in service sectors. For the EU, the disappointing behaviour of this variable affects both manufacturing and service activities. Thus, the target should not be reindustrialization but rather the general improvement in the functioning of the economy in terms of productivity.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- ABS (AUSTRALIAN BUREAU OF STATISTICS) (2015): Australian National Accounts. Available on Internet: <http://www.abs.gov.au/AusStats/ABS@nsf/MF/5204.0>. (Data query: December 2015).
- APO (ASSIAN PRODUCTIVITY ORGANIZATION) (2015): Productivity Databook 2015, Asian Productivity Organization, Tokio.
- BEA (BUREAU OF ECONOMIC ANALYSIS) (2015): National Accounts. Available on Internet: http://www.bea.gov/industry/gdpbyind_data.htm. (Data query: December 2015).
- BIAGI, F. (2013): «ICT and Productivity: A Review of the Literature», Digital Economy Working Paper 2013/09, JRC Technical Reports.
- DE BACKER, K. AND MIROUDOT, S. (2013): «Mapping Global Value Chains», OECD Trade Policy Papers, No. 159, OECD Publishing, Paris.
- ECSIP (2014): *Study on the relation between industry and services in terms of productivity and value creation. Final Report*. Study for the Directorate-General for Enterprise and Industry. Vienna, 30th October.
- DI MAURO, F. PLAMPER, H. AND STEHRER, R. (2013): «Global Value Chains: A Case for Europe to Cheer Up» Compnet Policy Brief 03/2013, European Central Bank, August 2013.
- EUROPEAN COMMISSION (2014): *For a European Industrial Renaissance*, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, SWD (2014) 14 final.
- EUROSTAT (2015): National Accounts. Luxembourg: Eurostat Database. Available on Internet: <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>. (Data query: December 2015).
- ILO (INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION) (2015): ILOSTAT Database. Available on Internet: <http://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/lang--en/index.htm>. (Data query: December 2015).
- JORGENSEN, D.W., HO, M.S. AND STIROH, K. (2005): Productivity. Volume 3: Information Technology and the American Growth Resurgence, Cambridge, MA: MIT Press.
- JORGENSEN, D.W., LANDEFELD, J.S. AND NORDHAUS, W.D. (2006): A New Architecture for the US National Accounts. National Bureau of Economic Research Studies in Income and Wealth. University of Chicago Press.
- KRUGMAN, P.R. (1994): «The Age of diminished expectations», 4th revised and updated edition, Cambridge, MA: MIT Press.
- MARIN, D. (2006): «A new international division of labor in Europe: outsourcing and offshoring to Eastern Europe», Journal of the European Economic Association, 4(2-3).
- MAS, M. (2016): The EU Productivity Gap. The role of ICT and Intangible Assets. PREDICT Policy Brief, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, forthcoming.
- OCDE (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT) (2001): Measuring Productivity OECD Manual. Paris: OCDE.
- (2007): Information economy –sector definitions based on the international standard industry classification (ISIC 4). Paris.
- (2009): Measuring Capital OECD Manual. Paris: OCDE.
- (2015a): *STAN Database*. Paris: OCDE, StatExtracts. Available on Internet: http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=ANBERD_REV4 (Data query: December 2015).
- (2015b): *National Accounts*. Paris: OCDE, StatExtracts. Available on Internet: http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=SNA_TABLE6A (Data query: December 2015).
- SOLOW, R. (1987): «We'd better watch out», New York Times Book Review, July 12.
- STATISTICS CANADA (2015): Economic Accounts. Available on Internet: <http://www5.statcan.gc.ca/subject-sujet/theme-theme.action?pid=3764&lang=eng &more=0&MM>. (Data query: December 2015).
- STEHRE, R. AND STÖLLINGER, R. (2015): *The Central European Manufacturing Core: What is Driving Regional Production Sharing?* (No. 2014/15-02). FIW Research Reports. https://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/121234/1/fiw-rp_2014-15-02.pdf
- TIMMER, M.P., BART, L., STEHRER, R. AND GAAITZEN, J.V. (2013): «Fragmentation, Incomes and Jobs. An Analysis of European Competitiveness», *Economic Policy*, 28 (76).

Supporting Europe's new phase of re-industrialisation

En este artículo se aborda el papel fundamental que desempeñan las actividades de fabricación en la economía europea y las dificultades a las que Europa se enfrenta para mantener una fuerte base industrial. Desde hace ya varios años dicho papel está siendo objeto de un interés renovado y ha vuelto a ocupar los primeros puestos de la agenda política. Existen varias razones para ello. La primera es que la crisis sacó a la luz la vulnerabilidad de la industria europea con respecto a las tendencias actuales de aceleración y apertura de mercados. La segunda es que la crisis puso de manifiesto importantes desequilibrios económicos; en particular, los riesgos asociados a una elevada dependencia del sector financiero y de servicios. Con este telón de fondo, los responsables de formular políticas de la UE han comenzado a reconsiderar el papel de las actividades de fabricación y a reconocer como una cuestión preocupante el declive de la producción europea. En paralelo a esta forma de pensar, una nueva retórica se ha difundido por toda Europa. Por ejemplo, La Comisión Europea ha resaltado el papel central de las actividades de fabricación para apuntalar la recuperación del crecimiento y los puestos de trabajo, así como para acometer los retos planteados por la sociedad. Para poder hacer frente a dichos retos, este artículo propone tres opciones estratégicas: (1) la promoción de nuevos modelos de negocio; (2) la creación de ecosistemas industriales a través de la innovación sistémica; y (3) el apoyo a una auténtica cadena de valor europea que, en su conjunto, podría estimular una nueva fase de reindustrialización en Europa.

Artikulu honetan bi gai jorratzen dira: ekoizpen-jarduerak Europako ekonomian jokatzeko duten oinarritzeko rola, batetik, eta Europak oinarri industrial indartsu bati eusteko dituen zailtasunak, bestetik. Urte batzuk dira rol horrek berriz ere interesa pizten duela eta agenda politikoaren lehentasunetako bat bilakatu dela. Hainbat arrazoik azaltzen dute hori. Alde batetik, krisiak agerian utzi zuenez, Europako industria ahula da gaur egun nagusitzen ari diren azeleratzeko eta merkatuak irekitzeko joeren aurrean. Gainera, krisiak desoreka ekonomiko handiak azaleratu zituen; bereziki, finantza- eta zerbitzu-sektoreekiko gehiegizko mendeotasunaren arriskuak. Egoera horretan, EBko politikak ezartzeko arduradunak ekoizpen-jardueren rola birplanteatzen hasi dira, eta Europako ekoizpenaren gainbehera kezagarritzat jotzen hasi dira. Pentsaera berri horiekin batera, erretorika berri bat zabaldu da Europa guztian. Esate baterako, Europako Batzordeak zera nabarmendu du: ekoizpen-jarduerak ezinbesteko rola jokatu behar dutela hazkundera eta lanpostuen sorrera finkatzeko eta gizarteak planteatzen dituen erronkei heltzeko. Erronka horiei aurre egiteko, hiru aukera estrategiko proposatzen dira artikulu honetan: (1) negozio-eredu berriak sustatzea; (2) ekosistema industrialek sortzea sistemaren berrikuntzaren bitartez; eta (3) Europar balore-kate errealek bultzatzea, bere osotasunean Europaren berrindustrializazio-fase berriaren pizgarri izan litekeena.

This paper addresses the pivotal role that manufacturing activities play in the European economy and the difficulty that Europe faces to maintain a strong industrial base. That role has been subject to a resurgence of interest for already a number of years and has resurfaced at the top of the policy agenda. There are several reasons for this. First, the crisis brought out the vulnerability of the European industry into the open and accelerated on-going trends. Second, the crisis highlighted some major economic imbalances. In particular, the risks associated with a high reliance on the financial and service sectors. Against this backdrop, EU policy makers have started to re-consider the role of manufacturing activities and to recognise the decline of manufacturing production in Europe as a matter of concern. Along this line, a new rhetoric has spread all over Europe. For instance, the European Commission has highlighted the key role of manufacturing to underpin the recovery of growth and jobs and to address societal challenges. In order to cope with such challenges, this paper proposes three strategic choices: (1) the promotion of new business models; (2) the creation of industrial eco-systems through systemic innovation; and (3) the support for a genuine European value chain, which together could stimulate a new phase of re-industrialisation in Europe.

Table of contents

1. Introduction
2. European industries in the face of global challenges
3. Policy options for a new phase of re-industrialisation in Europe
4. Conclusion

Bibliographic references

Palabras clave: Industria manufacturera, reindustrialización, cadena de valor europea.

Keywords: Manufacturing industry, re-industrialisation, European value chain.

JEL codes: O14, O31.

1. INTRODUCTION

The role that manufacturing activities are playing in European economies has been subject to a resurgence of interest for already some years and has resurfaced at the top of the policy agenda in the aftermath of the economic and financial crisis of 2008-2009. There are several reasons for this. First, the crisis brought out European industry's vulnerability into the open and accelerated on-going trends, including the intensity of global competition and the inadequacy of several policies decided both at the European and national level. Second, the crisis shed light on some major economic imbalances. In particular, it highlighted the risks associated with a high reliance on the financial and service sectors, the steady decline of manufacturing activities in our economy as well as the urgent need to look for new sources of growth. Such observations were rapidly confirmed by the fact that the economic recovery proved more difficult in countries with a weak industrial base.

In this context, policy makers, including EU leaders, have started to re-consider the role of manufacturing activities in our advanced economies and to recognise the decline of manufacturing production in Europe as a matter of concern. Deindustrialisation is no longer perceived as a natural process of economic development. The mere focus on the service sector that was, until recently, seen as the way to go in many EU countries, has appeared as not being a sustainable choice in the long run. Along this

line, a new rhetoric has spread all over Europe, with the European Commission playing a central role in this. Several communications have been published in which the European Commission repeatedly affirmed the importance of a strong industrial base. For instance, the Commission highlighted in the 2010 Communication on an *'Integrated Industrial Policy for the Globalisation Era'*¹ the key role of manufacturing in underpinning the recovery of growth and jobs and addressing societal challenges such as climate change and ageing population. A list of priority actions was set, including horizontal measures in the different areas affecting European industry's competitiveness. The importance of a coordinated approach in EU policies, as well as the need for increased co-operation between Member States, was stressed. In its 2012 Communication entitled *'A stronger European Industry for Growth and Economic Recovery'*², the Commission called for a partnership between the EU, its Member States and industry at large, and decided to complement its horizontal approach with a more vertical one, giving emphasis on specific technologies. It announced intentions to focus investment and innovation on six priority action lines: advanced manufacturing technologies for clean production, key enabling technologies, bio-based products, sustainable industrial policy, construction and raw materials, clean vehicles and vessels, and smart grids. Finally, the Commission reiterated its message in its 2014 Communication *'For a European Industrial Renaissance'*³, which called on Member States to mainstream the support to industrial competitiveness in all policy areas and to raise the contribution of industry to GDP to as much as 20% by 2020⁴. With the new college of Commissioners starting its mandate at the end of 2014, the 20% target became less of a priority and the rhetoric on re-industrialising Europe slightly changed in nature. In line with initial statements, the new Commission decided to put more emphasis on improving and simplifying already existing EU laws instead of creating new legislation⁵. In addition, policy advocates have questioned whether the content of manufacturing activities is not more relevant than its exact volume. Thus, greater importance (at least in the public discourse) has been put on smart and clean industries as a way to create a comparative advantage *vis-à-vis* other regions of the world.

¹ European Commission (2014), «An Integrated Industrial Policy for the Globalisation Era - Putting Competitiveness and Sustainability at Centre Stage», COM (2014) 614.

² European Commission (2012), «A Stronger European Industry for Growth and Economic Recovery», COM (2012)582 final.

³ European Commission (2014), «For a European industrial renaissance», COM (2014)14/2.

⁴ Today's manufacturing contribution to GDP accounts for about 15%. It is worth noting that other countries do also have similar targets. In China, the GDP share of the industries considered as strategic is targeted to rise by 15 percentage points by 2020. In India, the share of manufacturing value added in GDP is targeted to rise from 16% to 25% by 2022. See Manyika J., Sinclair J., Dobbs R. *et al.* (2012), «Manufacturing the future: the next era of global growth and Innovation», McKinsey Global Institute.

⁵ See: <http://www.euractiv.com/sections/industrial-policy-europe/eus-revamped-industrial-policy-dogged-better-regulation-dispute>

All this shows that there is growing awareness on the role that manufacturing sectors play in our economy and the need to maintain a strong and diversified industrial base. However, many inconsistencies arise across Europe, and EU industrial policy is still far from being a fully fledged and integrated strategy. The new global environment, be it increased global competition with traditional and new competitors, growing global demand for resources and high volatility of commodity prices, changing consumption patterns, and the spread of technological innovations for manufacturing, will require structural changes and new strategic choices on behalf of stakeholders in manufacturing activities. Europe will have to make a number of clear decisions in the face of global competition and concentrate its efforts on actions, which can boost its competitiveness in the long run.

This paper⁶ aims to contribute to the current policy debate, by identifying the kind of choices that will have to be made in the current context. To start with, chapter two depicts some recent developments in the role and evolution of industry across Europe and highlights the main elements of concerns for Europe's future competitiveness. Chapter three takes a forward looking approach and presents a series of policy options focusing on three main areas for action to revamp industry in Europe and to make it better equipped to deal with today's global challenges. The paper is finished by a section with conclusions (chapter four).

2. EUROPEAN INDUSTRIES IN THE FACE OF GLOBAL CHALLENGES

Facts and figures leave no room for ambiguity: manufacturing is facing major challenges in Europe and the sector is losing ground in our economies. This chapter shows, through empirical evidence, the gradual decline of manufacturing and puts it into perspective by comparing EU manufacturing trends with the ones occurring in other economies. Current developments raise major concerns for Europe's future competitiveness. In addition, it is shown that significant divergences exist between Member States with regard to the performance of the manufacturing sector and its weight in the economy. Such divergences clearly highlight the important role that public policies play in providing the manufacturing industry with the right tools for its development.

2.1. The gradual deindustrialisation process in Europe

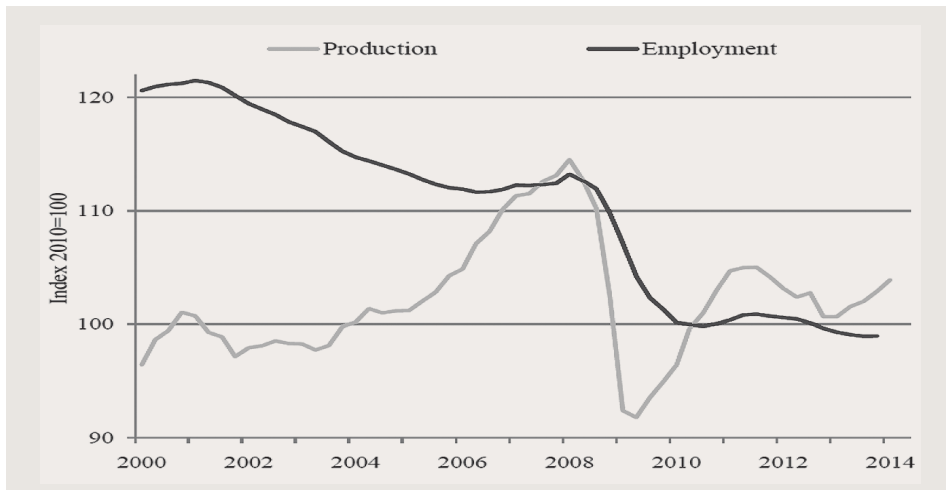
The decline of manufacturing in Europe is nothing new and all studies providing evidence on this issue convey the same message: Europe has been going through a process of deindustrialisation for several decades, and this process was

⁶ For a longer version of this paper, see: Dhéret C., Morosi M. with Frontini A., Hedberg A., and Pardo R. (2014), «Towards a New Industrial Policy for Europe», EPC Issue Paper n°78.

accelerated some years ago as a result of the financial and economic crisis. Manufacturing in Europe has been facing serious difficulties for a long time, which can be illustrated by the constant reduction of the manufacturing share in almost all macro-economic indicators.

Figure 1 displays the tremendous effect that the crisis has had on manufacturing activities and the slow recovery that has occurred since then. This shows that employment in manufacturing sectors has fallen sharply and continues to do so. Three and half million jobs⁷ have been lost in Europe's manufacturing since 2008.

Figure 1. **PRODUCTION AND EMPLOYMENT IN EU MANUFACTURING 2000-2014**



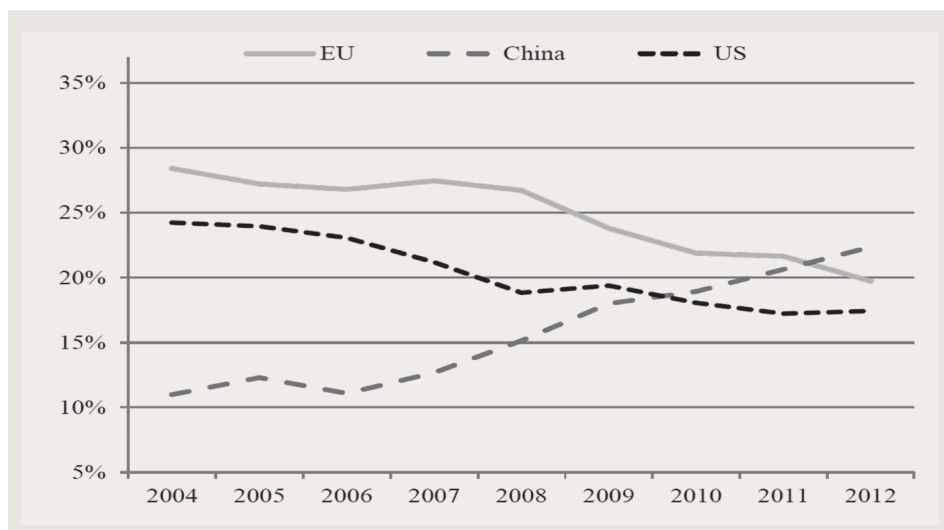
Source: European Commission (2014), «Helping Firms Grow, European Competitiveness Report 2014», European Commission Staff Working Document SWD (2014)277 final, p. 19. Data: Eurostat.

Downwards trends even go beyond production and employment. The share of manufacturing in GDP has fallen from 15.8% before the crisis to 15.1% in 2013⁸. While such trends reflect, to some extent, a structural shift to the service sector and the changing nature of manufacturing which is becoming increasingly knowledge-intensive and therefore less conducive to job creation, they also reveal profound weaknesses in European manufacturing. Furthermore, its strategic competitive position in the global economy is increasingly challenged by other economies, mainly the US and Asian countries.

⁷ European Commission (2014), «Progress in industrial competitiveness per EU country», Memo 14/526, September.

⁸ European Commission (2013), «European competitiveness report 2013, Towards knowledge-driven reindustrialisation», European Commission Staff Working Document SWD (2013)347 final.

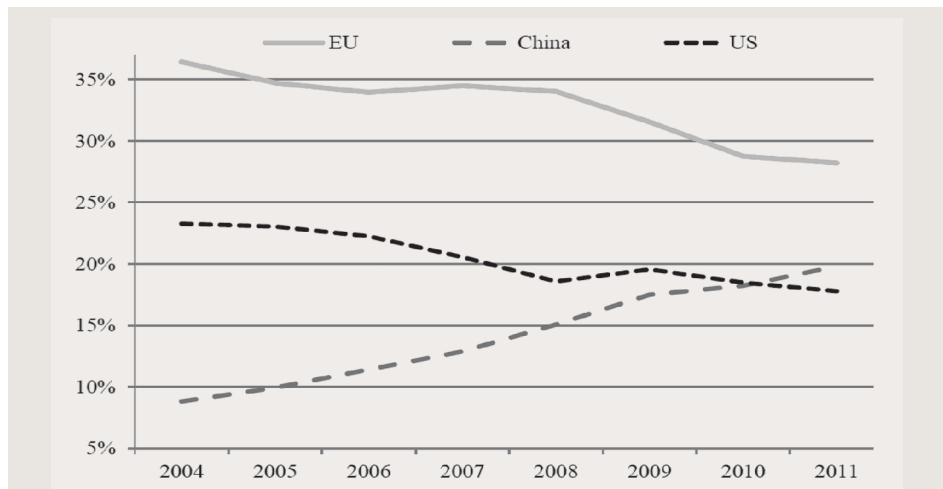
Figure 2. **EU, CHINESE AND US SHARES OF WORLD MANUFACTURING PRODUCTION VALUE, 2004-2012**



Source: European Commission (2014), «Helping Firms Grow, European Competitiveness Report 2014», European Commission Staff Working Document SWD (2014)277 final, p. 22. Data: EC calculation based on UN national accounts main aggregates database.

Such challenges are also well illustrated by the following figures. Figure 2 indicates that the EU share of world manufacturing production value has steadily declined since the start of the economic crisis, while it has been booming in China from 2006 onwards. A decline can also be observed in the US between 2006 and 2009. But it has since stabilised and US manufacturing now seems to have entered onto a path of recovery. When looking at Figure 3 and the distribution of the world manufacturing added value, the situation seems to be far less dramatic for Europe. Europe is still generating around 28% of world manufacturing added value and is well above the US and China. This is an important aspect to take into consideration when assessing the position of EU manufacturing in the global economy. Yet, trends are often more telling than absolute figures. The EU's share has been sharply decreasing since 2008, while the opposite trend is occurring in China. Looking at the ranking of individual countries in the global manufacturing gross value added (see Figure 4) confirms the evidence of a loss of European countries' competitiveness. On the contrary, emerging economies such as Brazil, India and China, which have traditionally played a secondary role in the global value chain, have now begun to catch up and are getting top positions in the ranking. All this shows that these countries have now entered the world of complex and innovative value chains, which were previously considered the preserve of developed economies.

Figure 3. EU, CHINESE AND US SHARES OF WORLD MANUFACTURING VALUE ADDED, 2004-2011



Source: European Commission (2014), «Helping Firms Grow, European Competitiveness Report 2014», European Commission Staff Working Document SWD (2014)277 final, p. 22. Data: EC calculation based on UN national accounts main aggregates database.

Figure 4. TOP MANUFACTURERS BY SHARE OF GLOBAL NOMINAL MANUFACTURING GROSS VALUE ADDED

Rank	1980	1990	2000	2010
1	United States	United States	United States	United States
2	Germany	Japan	Japan	China
3	Japan	Germany	Germany	Japan
4	United Kingdom	Italy	China	Germany
5	France	United Kingdom	United Kingdom	Italy
6	Italy	France	Italy	Brazil
7	China	China	France	South Korea
8	Brazil	Brazil	South Korea	France
9	Spain	Spain	Canada	United Kingdom
10	Canada	Canada	Mexico	India
11	Mexico	South Korea ¹	Spain	Russia ²
12	Australia	Mexico	Brazil	Mexico
13	Netherlands	Turkey	Taiwan	Indonesia ²
14	Argentina	India	India	Spain
15	India	Taiwan	Turkey	Canada

Source: Manyika J., Sinclair J., Dobbs R. et al. (2012), «Manufacturing the future: the next era of global growth and Innovation», McKinsey Global Institute. Data: Based on HIS Global Insight database sample of 75 economies, of which 28 are developed and 47 are developing; manufacturing here is calculated top down from the HIS Global insight aggregate; there might be discrepancy with bottom-up calculations elsewhere. Note: (1) South Korea ranked 25 in 1980. (2) In 2000 Indonesia ranked 20 and Russia 21.

The next section will show why a loss in manufacturing competitiveness is a matter of concern. It will also provide evidence on manufacturing's positive externalities on the whole economy.

2.2. Manufacturing matters!

Strong evidence has shown that manufacturing is essential and creates strategic links with other parts of the economy. In the 2013 Competitiveness report, the Commission indicates that an *«additional final demand in manufacturing generates around half as much additional final demand elsewhere in the economy»*. In addition, manufacturing represents the major source of investment in research and development (R&D) (62.3% in 2011)⁹, a key source of exports (80% of total EU exports)¹⁰ and a main driver for employment in other sectors, including services. In this respect, economists have demonstrated that each additional job in manufacturing creates between 0.5 to 2 jobs in other sectors. In other words, ceding capacities in manufacturing can have very detrimental effects on the economy as a whole. Moreover, it might result in the loss of R&D, exports, design capabilities, and innovation in the longer term¹¹.

The increased linkage between manufacturing activities and manufacturing-related services also needs to be seriously taken into consideration. Manufacturing firms are no longer limited to production activities as such. They increasingly develop pre- and after-sales services and provide customised solutions to customers. Today, the share of service-related jobs in manufacturing employment represents around 40%¹². Experts are therefore talking about the 'servitisation' of manufacturing as the service content in manufacturing final output has significantly increased over the last decades. Furthermore, it is becoming increasingly clear that it is not only the quality of the product that determines a firm's market share, but also the quality of the service (or solutions) attached to it.

In light of this, there is no doubt that production activities and services are complementing each other, or even more so, are depending on each other. This is something that needs to be taken seriously into account when designing policies as the development of high quality support services can play a pivotal role in maintaining manufacturing production and employment in Europe. Indeed, many services are closely linked to manufacturing activities and located where the local demand is. In

⁹ Eurostat data. This figure relates to the share of business enterprise sector's expenditure in total EU R&D expenditure.

¹⁰ Eurostat data.

¹¹ Warwick, K. (2013), «Beyond Industrial Policy – Emerging issues and trends», *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, Paris.

¹² Data based on the EU Labour Force Survey. See, Veugelers R. (2013), «Manufacturing Europe's growth», Volume XIII, *Bruegel blueprint series*, Bruegel, Brussels, p. 28.

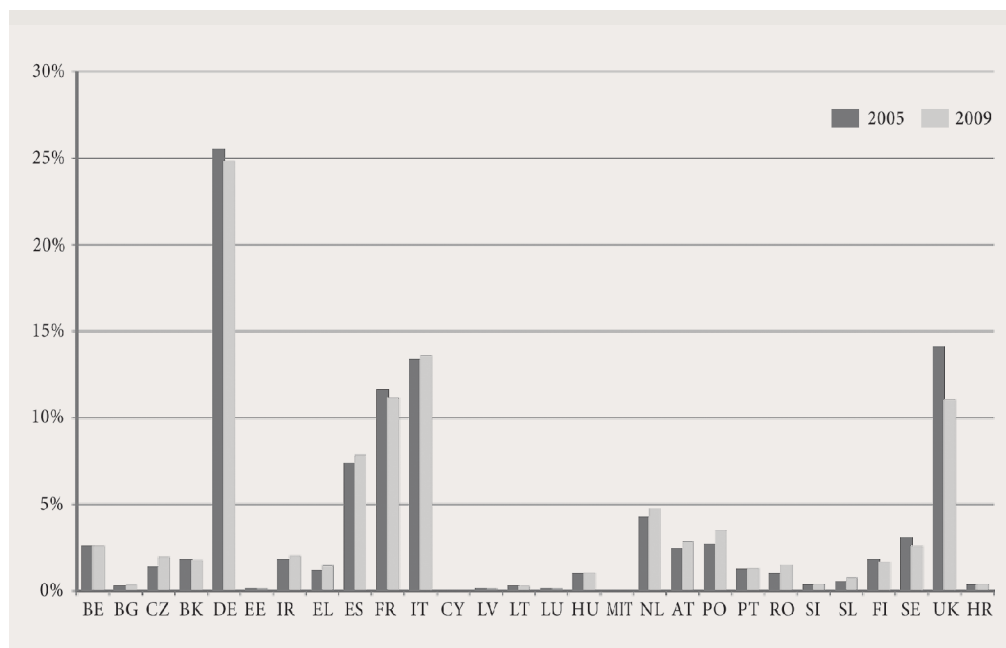
other words, building new and innovative capabilities in services could reduce off-shoring trends.

Notwithstanding the wide deindustrialisation process occurring across Europe, it is worth noting that the trend is uneven between Member States. There are indeed disconcerting divergences in the weight and performance of manufacturing across Europe.

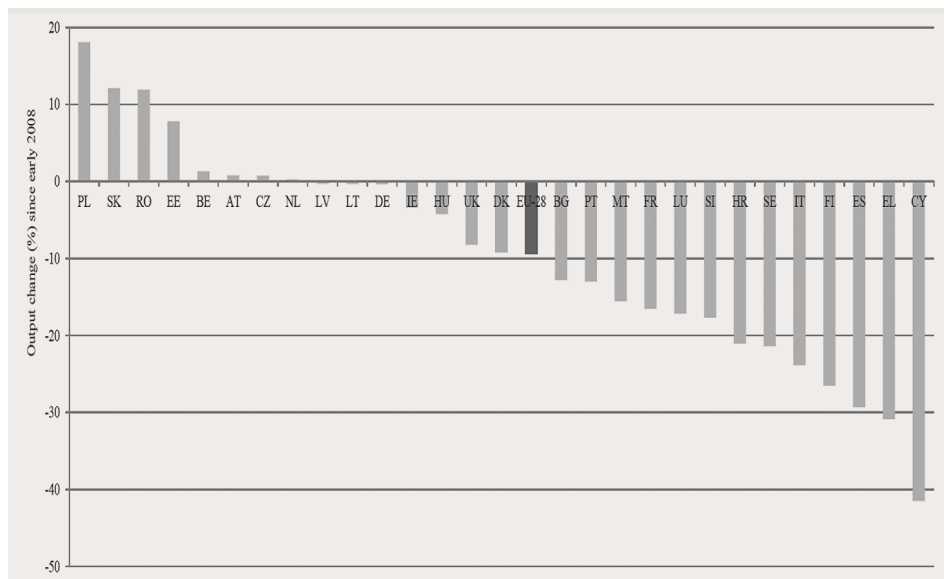
2.3. Increased divergences of manufacturing performance across the EU

The EU's industrial base has always been characterised by significant differences in industries' structure and their capacity to grow. Such differences are both perceivable at the firm level, depending on their size and innovation capabilities, but also across the EU territory. Divergences between countries have even increased over the last years, not least due to the effect of the crisis. Figures 5 and 6 provide evidence in this respect. While Figure 5 shows the wide discrepancies of national share in EU manufacturing by Member State, Figure 6 indicates that manufacturing recovery has been very uneven across the EU.

Figure 5. **SHARE IN EU MANUFACTURING BY MEMBER STATE** (% of total)



Source: European Commission (2013), «Competing in Global Value Chains, EU Industrial Structure Report 2013», p.18. Data: Eurostat.

Figure 6. MANUFACTURING RECOVERY BY MEMBER STATE 2008-2014

Source: European Commission (2014), «Helping Firms Grow, European Competitiveness Report 2014», European Commission Staff Working Document SWD (2014)277 final, p.19. Data: Eurostat.

Different trends in Member States are explained by different factors as industrial policy is a cross-cutting area. Therefore, manufacturing performance relies on a wide range of competitiveness drivers. It is the interaction between those drivers, which determines firms' competitive position and focusing merely on one of them while neglecting the others would be wasteful. Therefore, differences in national manufacturing performance are explained by divergences in the major drivers of competitiveness. Understanding the factors behind a high level of productivity and competitiveness has been the subject of numerous studies. In this respect, the World Economic Forum has set up the Global Competitiveness Index, a comprehensive tool that measures the micro-economic and macro-economic determinants of national competitiveness¹³. These determinants are grouped into 12 pillars of competitiveness¹⁴. They sketch out the contours of good framework conditions in which European firms should operate and have a direct impact on input factors, i.e. the factors utilised in the production of goods. This section sheds light on some of them, in particular the level of labour pro-

¹³ For more information on the performance of EU countries in the Global Competitiveness Index, see the online ranking available at: http://www3.weforum.org/docs/GCR2014-15/GCR_Rankings_2014-2015.pdf, last accessed on: 10 November 2014.

¹⁴ See, Sala-I-Martin X., Bilbao-Osorio B., Di Battista A., Drzeniek Hanouz M., Galvan C., Geiger T. (2014), «The Global Competitiveness Index 2014-2015: Accelerating a robust recovery to create productive jobs and support inclusive growth», World Economic Forum, Geneva.

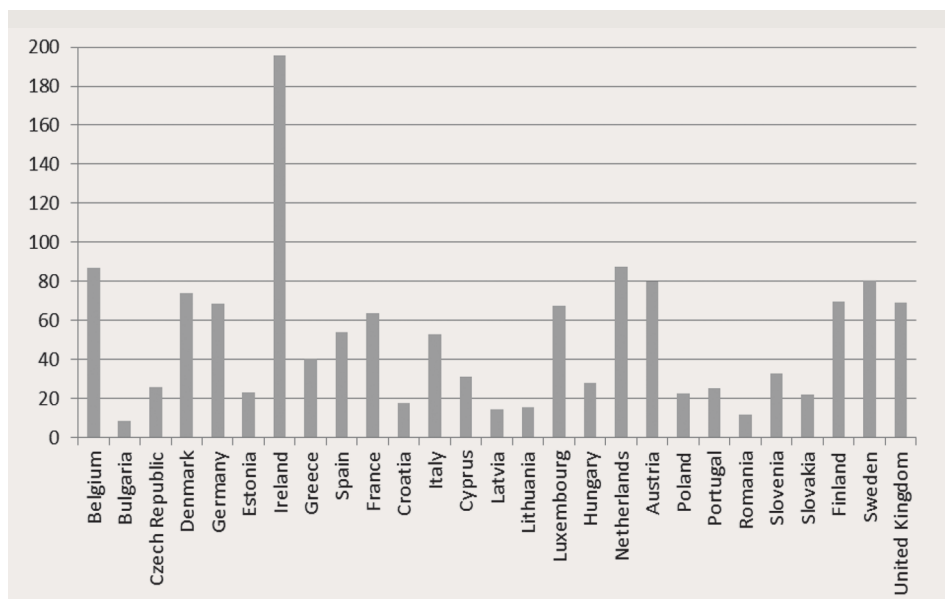
ductivity, access to finance, and innovation performance, and points out to the profound divide between Member States.

In Figure 7, one can see that the level of labour productivity varies considerably between Member States. While countries from Central and Northern Europe are the top performers, Southern and Eastern ones have a relative low level of labour productivity.

Figure 7.

APPARENT LABOUR PRODUCTIVITY IN MANUFACTURING (BY NACE REV. 2) BY MEMBER STATE, 2011

(thousand of euros per person employed)



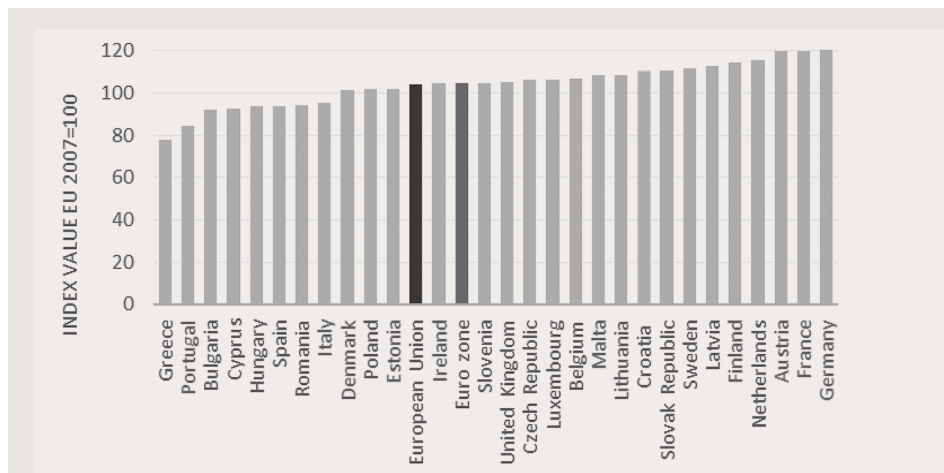
Data: Eurostat (data not available for Malta). Note: Apparent labour productivity is defined as value added at factor costs divided by the number of persons employed. This ratio is generally presented in thousands of euros per person employed.

Figure 8 gives an indication of SMEs' access to debt and equity finance across the EU. Most of the countries which were more severely affected by the economic crisis, like Greece, Portugal, Spain and Italy, figure among the worst performing countries.

Figure 9 gives an idea of public R&D expenditure in each country and the performance in Science and Technology excellence, showing that there is a strong correlation between the two. However, this correlation does not hold true for all countries, indicating that the quality of spending also matters. This point is further illustrated by Figure 10, which shows that other factors also play a role in a country's innovation performance.

Figure 8. SMAF INDEX, EU MEMBER STATES, 2012

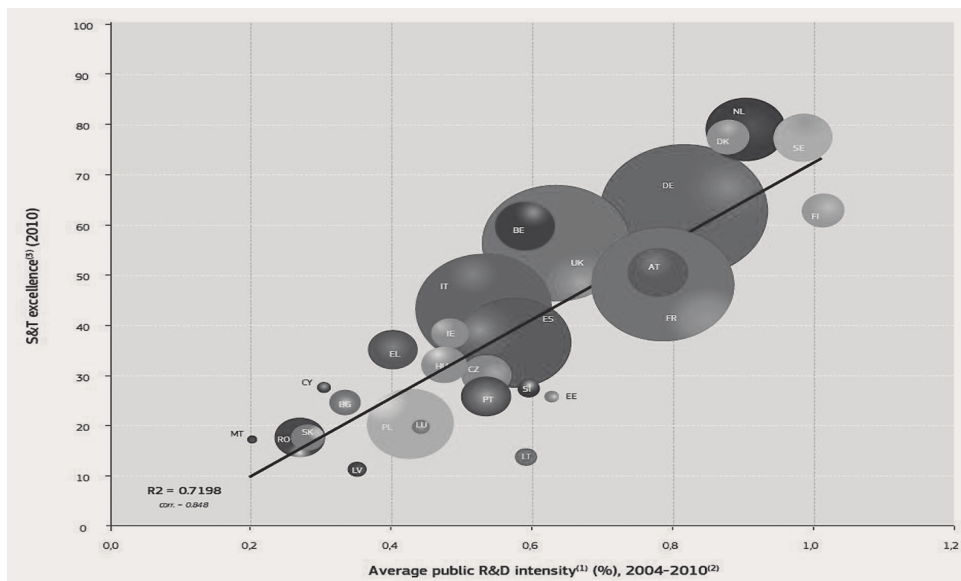
(Index value EU 2007=100)



Source: SMEs and access to finance Index, European Commission, DG Enterprise and industry.

Note: The SMAF index provides an indication of the changing conditions of SMEs' access to finance over time for the EU and its Member States. The index is calculated using a baseline of EU 2007=100, allowing comparison between countries and over time. The base reference of 2007 deliberately provides a baseline before the onset of the financial downturn. The index comprises two main elements or sub-indices: access to debt finance and access to equity finance. These sub-indices are calculated using data from the following sources: European Central Bank (ECB) for debt; European Venture Capital Association (EVCA) and European Business Angel Network (EBAN) for equity; and the EC and ECB's Survey on the Access to Finance of SMEs (SAFE) for both sub-indices.

Figure 9. INVESTMENT AND RESEARCH EXCELLENCE

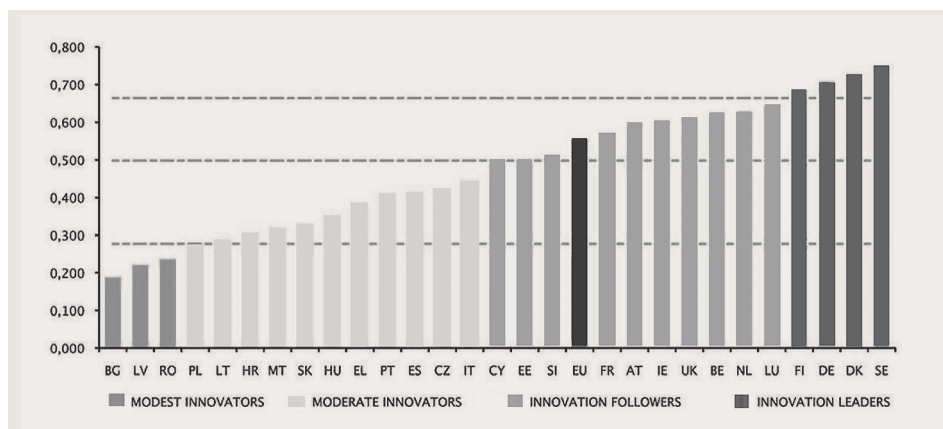


Source: European Commission (2012), «State of the Innovation Union Report 2012, Accelerating Change», p. 9. Data: Eurostat.

Note: (1) Average public R&D intensity (public Gross Domestic Expenditure on R&D as % of GDP). (2) EL 2004-2007; SE-IT: 2005-2010; LU 2009-2010. (3) Composite indicator on Science & Technology (S&T) excellence (feasibility study of JRC).

It is thus a set of factors which explains the long and persistent fragmentation of the European industrial landscape and which has contributed to the co-existence of different industrial models in Europe.

Figure 10. EU MEMBER STATES' INNOVATION PERFORMANCE



Source: European Commission (2014), «Innovation Union Scoreboard 2014», p.5.

Note: The vertical axis represents the average innovation performance and it is measured using a composite indicator building on data for 25 indicators going from a lowest possible performance of 0 to a maximum possible performance of 1. The performance of Innovation leaders is 20% or more above that of the EU27; of Innovation followers it is less than 20% above but more than 10% below that of the EU27; of Moderate innovators it is less than 10% below but more than 50% below that of the EU27; and for Modest innovators it is below 50% that of the EU27.

For more information see, Hollanders H, Tarantola S. (2011) «Innovation Union Scoreboard 2010 - Methodology report», January.

3. POLICY OPTIONS FOR A NEW PHASE OF RE-INDUSTRIALISATION IN EUROPE

The previous chapter has both highlighted the key role that the manufacturing sector plays in our economy as well as the difficulties that Europe's industry is facing to maintain its competitive advantage. Against this background, it becomes crucial for the EU and its Member States to develop a strategic vision on where Europe's industry should position itself and to reflect on what choices need to be made to implement such a vision. Certainly, Europe cannot compete on price with emerging economies. Another route, based on research, innovation, skills and high ecological standards, has to be taken. This chapter presents three courses of action occurring at different levels of governance and that should be at the core of a new phase of re-industrialisation in Europe. Going from the firm level to the European level, these actions consist in: (1) taking the lead in new business models, (2) promoting industrial eco-systems through systemic innovation, and (3) supporting the emergence of a genuine European value chain.

3.1. **Becoming a leader in new business models**

Our economic and industrial model is based on a «take, make and dispose» approach. Together with a growing and evermore consuming middle class in the world, this puts an enormous strain on global resources, including energy sources, water, land, food and minerals, and at the same time on the environment. It is becoming clear that this linear approach is no longer sustainable. Over-exploitation of resources and environmental destruction are leading to resource scarcity, which can have far-reaching and unforeseeable economic, social, environmental and security implications.

European industry is extremely vulnerable in the face of this global resource challenge. European companies outsource the largest share of resource extraction in the world. In 2013, raw materials, including energy imports, were worth 704 billion¹⁵. The EU is dependent on energy imports such as oil and gas from just a few suppliers – including Russia. It relies on outside sources of raw materials for chemical, construction and other industrial sectors. For example, it needs rare earths from China to feed its high-tech and environmental industries. As global competition for resources continues to increase, resource supplies become less secure. It is in the EU's and European industry's interest to reduce this vulnerability¹⁶. Companies which improve their resource productivity will be more competitive in resource-scarce markets and less affected by resource and environment-related challenges, supply disruptions and volatile prices.

It is a great contradiction that while Europeans acknowledge their resource-dependency, waste keeps on accumulating at the same time, not enough materials are recycled and valuable materials are continually lost or shipped outside the EU. Every year, the EU produces around three billion tonnes of waste, of which manufacturing activities generate 360 million tonnes and construction activities bring about 900 million tonnes¹⁷. As only 40% of solid waste is recycled, this accounts for a significant loss of resources for a resource-dependent Europe. In addition, recycling manufactured products could have significant benefits for European industries. For instance, 6,000 used mobile phones contain about 3.5 kilograms of silver, 340 grams of gold and 130 kilograms of copper¹⁸.

The benefits of implementing new business models and moving towards a circular economy, i.e. a model based on the recycling and re-use of materials, would be tremen-

¹⁵ See the website of DG Trade, European Commission: <http://ec.europa.eu/trade/policy/accessing-markets/goods-and-services/raw-materials/>, last accessed on: 4 November 2014.

¹⁶ For more information see: Ahtonen A., Chiorean-Sime S. (2012), «Green revolution: making eco-efficiency a driver for growth», *EPC Issue Paper no. 68*, Brussels.

¹⁷ European Commission brochure (2010): «Being wise with waste: the EU's approach to waste management».

¹⁸ Science Daily (2009), «Set World Standards For Electronics Recycling, Reuse To Curb E-waste Exports To Developing Countries, Experts Urge», 17 September, available at: <http://www.sciencedaily.com/releases/2009/09/090915140919.htm>, last accessed on 31 October 2014.

dous both for the planet as well as for European industries. A McKinsey study suggests that, if done on a global level, the transition towards a circular economy would lead to global material savings of more than \$1 trillion a year by 2025¹⁹. With respect to the benefits on the European economy, the Commission Communication «Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe» estimates that increasing resource efficiency could help to reduce material input needs along the value chains by 17%-24% by 2030, and that more efficient use of resources could help European industry to save annually €630 billion²⁰. On a national level, it has been estimated that British businesses would gain around €28 billion annually by taking no-cost or low cost measures to improve the way they use energy and water, and by reducing waste. Indeed, a better use of resources would help European industries to cut costs and thus improve competitiveness.

Some companies, such as French car company Renault, have already taken steps to change their business models, to reuse more products or components and restore important material, energy and labour inputs – while enjoying the benefits. For instance, producing remanufactured parts compared to new parts has enabled Renault to use 80% less energy, 88% less water, 92% less chemical products, and generate 70% less waste. In the model implemented by Renault, waste has become a resource for the supply chain. Materials are used to their fullest potential and manufacturing pieces are reused as much as possible while closing the loop of product lifecycles.

Such a model requires a strong collaboration with all stakeholders involved in the innovation and production chain. Contrary to the linear economy, which is built on complex and geographically dispersed value chains, the circular economy relies on network activities in which products are turned into components and materials. Manufacturers that adopt new business models, redesign their products and practices have to work closely with suppliers and waste professionals. By doing so, manufacturers can maximise the number of consecutive product cycles, bring their costs down and increase their competitiveness. Waste professionals will no longer have a product at the end of its life cycle at their disposal but a resource fit to be re-incorporated into production. In other words, all pre- and post-production activities need to be put into a coherent and coordinated system. For instance, strict eco-design requirements are necessary to optimise the remanufacturing and the reuse of components and such requirements have to be implemented by all stakeholders and suppliers. In the case of Renault, the company is working closely with INDRA, which is specialised in the dismantling of end-of-life vehicles in France and coordinates a network of 400 SMEs distributed throughout the French territory in order to collect local end-of-life vehicles. The company develops processes and permanent tools for optimising the dismantling of vehicles, the sorting and collection process of

¹⁹ Nguyen H., Stuchtey M., Zils M. (2014), «Remaking the industrial economy», *McKinsey Quarterly*, February.

²⁰ European Commission (2014), «Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe», COM (2014)398.

materials and the distribution of reused spare parts, which are all made possible thanks to an appropriate eco-design.

In addition to increasing resource efficiency, circular economy models are also changing the role of consumers, which are no longer considered as buyers but rather as users of a specific product. In the case of Renault, end-users are put at the heart of Renault's business models and new types of offers are made to Renault's clients. For instance, clients have the possibility to lease batteries, or to use remanufactured mechanical parts. Thus, after-sales services have been developed for offering reused spare parts in order to prolong the life of old vehicles. Besides the positive ecological impact, this is also having positive effects for the end-users, as it reduces the price of the vehicle while continuing to ensure high quality products.

Another interesting example is provided by a division of Royal Philips. **Philips Healthcare** has shifted its activities from selling products to selling services: it leases equipment to its customers and after the service contract with initial users of equipment has been completed, it upgrades and refurbishes the product, before leasing it to other customers. The Dutch company estimates this part of their activity to be worth €200 million²¹. Also the Lighting division has started to sell lighting as a service. As a result customers can have latest technology lighting with high energy efficiency, without paying the upfront costs. At the same time Philips is in a better position to collect and recycle the lamps, and reduce its use of new materials.

These examples illustrate perfectly the growing interconnectedness between a manufactured product and the services that are developed around it and highlight a key potential for the future of the manufacturing sector in Europe. It would indeed open up new markets and support local employment as creating services capabilities attached to a specific product would create non-relocatable jobs, increase the need for having some of the production stages close to where services are delivered and reduce the need for offshoring. In addition, such a model responds to some growing expectations among European consumers, i.e. to use products with high level ecological standards.

On the side of the industry, it makes sense for European companies to make their business models more sustainable and reap the benefits of it. At the same time, it is worth to acknowledge that the benefits would be even greater if the system as a whole supported more sustainable production and consumption patterns. This would require further collaboration between business and research centers, policy makers and investors. Transition to a circular economy, where resources and materials would be restored and reused across value chains would require changes not only to business and market models, but also to product design, how waste is turned into a resource, and to consumer behaviour. For example, while companies can themselves aim to maximize the reusability of products and components when designing them, the ben-

²¹ Fleming T., Zils M. (2014), «Toward a circular economy: Philips CEO Frans van Houten», McKinsey Quarterly, February.

efits would be greater if an industrial system would be in place where products are designed and optimised for disassembly and reuse, and if the components and resources were used over and over again in the system – to the extent that this is possible.

To encourage industry to adopt new business models that would support a transition towards a circular economy, requires -first of all- a better understanding of the positive impacts and needed measures. It is easy to stay locked into linear models or fear that the costs of the transition outweigh the benefits, if there is no evidence to prove otherwise. More research is needed to demonstrate the positive impact of this transition on companies' competitiveness and to identify what kind of business models and investment decisions are the most successful. This requires identifying sectors and materials that would benefit the most from a circular approach and lead to greatest economic and environmental gains. In its 2014 report, the Ellen MacArthur Foundation shows that in the manufacturing sector, the materials-intensive automotive, machinery, and equipment industries would enjoy the highest long term gains²². For its part, the European Commission commissioned a scoping study to identify potential circular economy actions, priority sectors, material flows and value chains²³. The study identified agricultural products and waste, wood and paper, plastics, metals and phosphorus as priority materials and packaging, food, electronic and electrical equipment, transport, furniture, buildings and construction as priority sectors.

Investment and access to finance are also important challenges. Companies must have the resources to change their business models and invest in product design and innovative processes. Policy makers must provide a framework fit to stimulate private investments. Encouraging investments in resource efficiency by shifting taxes from labour towards pollution and resources as well as phasing out environmentally harmful subsidies are some good examples of how policies can influence industrial activities. In the same vein, public procurement has a central role to play to steer innovation into the right direction. Promoting green public procurement and businesses that implement a circular economy model can help companies to reduce the initial costs that such a transition implies. Lastly, using public funds to develop waste treatment infrastructure is a necessity as companies, in particular SMEs, cannot always cost-effectively repair or reuse their products²⁴ and do not have the resources to adopt a new business model.

An additional question to address, also in the light of the complexity of global value chains, is: at which geographical scale should one attempt to set up circular loops? An industrial symbiosis model, where companies can sell their by-products

²² World Economic Forum, in collaboration Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company (2014), «Towards the circular economy - Accelerating the scale-up across global supply chains», *2014 Report*, January, Geneva.

²³ European Commission (2014), «Scoping study to identify potential circular economy actions, priority sectors, material flows and value chains», *Final report*, August.

²⁴ European Commission Communication (2014), «Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe», COM (2014)398.

and waste to each other, works better if they are geographically close. This physical proximity would also help to bring down costs as it would encourage using common infrastructures and treating different waste types more efficiently. Also leasing and pay-per-use formulas as if the goods to consume were services rather than products, would benefit from physical proximity. Having manufacturers operate close to where the products are used, would also allow companies to strengthen ties with customers. However, as the circular economy follows the rules of supply and demand, the loop can also work on a larger scale. As China is a major exporter of consumer products, there is natural demand for recyclates that can be turned into finished goods, and then sold back to Europe. More information is needed to understand the benefits of different scales for operations and to determine if there are any re-shoring opportunities²⁵ for Europe, for example, in the recycling sector.

Using Europe's dependence on foreign resources as a springboard to improve its own competence in re-using and refining resources, eco-design and waste treatment solutions could make the EU a global expert and world leader. This could have the additional benefit of helping the EU, in close cooperation with its trade partners, to become a standard-setter for the global market.

3.2. Promoting industrial eco-systems through systemic innovation

In line with a change in industrial policy thinking in the early 2000s, greater attention has been put on systemic innovation abandoning the traditional interventionist rationale of the 1960s and 1970s as well as the more horizontal²⁶ approach prevailing in the 1980s and 1990s. The new systemic approach aims to ensure that the system does not contain any obstacles to firms' growth and industrial development. As part of this new rationale, systemic innovation with meso-level networks of businesses and relevant organisations and complete industrial eco-systems play a key role. The attention is therefore no longer focused on technological innovation or the performance of a single firm and /or product but rather on how a transformation of the system can lead to more innovation.

Some European regions have already succeeded to develop strong meso-level networks, which have helped them become leaders in high value added and knowledge-rich products. Two important choices lie at the heart of their economic success and have enabled them to build up a complete industrial eco-system: specialisation and clustering.

These regions generally specialise in the production of complex durable goods (such as cars, aircrafts or production machinery) thanks to industries with comple-

²⁵ Reshoring is the practice of bringing outsourced personnel and services back to the location from which they were originally offshored; for more information see: EPRS (2014), «Reshoring of EU manufacturing», *Briefing*, 21 March.

²⁶ Many scholars also describe this period as the one dominated by *laissez-faire* policies. For more details on the evolution of the industrial policy thinking, see Dhéret C., Morosi M. with Frontini A., Hedberg A., and Pardo R. (2014), «Towards a New Industrial Policy for Europe», EPC Issue Paper n° 78.

mentary capabilities that are located near each other to create a complete industrial ecosystem. Specialisation therefore takes place within a complex web of relationships in which production tools, parts and components are exchanged between hundreds of suppliers, sub-contractors and original equipment manufacturers to be integrated with the help of highly skilled workers and sophisticated production systems. This is valid especially for industries in which a dialogue between actors in the value chain is important for quality production and innovation.

The economic theory on industrial agglomeration suggests that firms tend to cluster near each other in order to reduce transport costs, namely the costs of moving goods, people and ideas. Geographical concentration helps manufacturing to reduce shipment costs between suppliers and customers. Moreover, firms benefit from the flow of skilled workers and ideas (the so-called knowledge spill-overs) across firms and industries.

Yet, globalisation and the rise of emerging economies have come to undermine the key components of industrial eco-systems in some European regions. Attracted by public investment, an innovation-friendly environment and booming market demand, some major European industries have relocated parts of their production process to emerging economies, in particular Asia, over the last decades. These economies have invested substantial resources to build strong innovation hubs to attract foreign investment²⁷, which could ultimately contribute to the development of their local industry. As a result, European original equipment manufacturers, who shifted their production outside Europe, were sometimes followed by their large suppliers. This has created large holes in the European industrial eco-system. Moreover, equipment manufacturers fear that better opportunities to exploit scale effects in emerging markets could induce key European component suppliers to dismantle capacities in the EU, endangering strategic upstream linkages²⁸.

In order to tackle these new challenges and to repair the holes in its industrial eco-systems, Europe has to ensure that industries can benefit from key advantages while locating their activities in Europe. In this vein, clusters remain one of the adequate responses. Research has shown that clusters' success requires a balanced interaction of four determinants: demand conditions (i.e. market demand), input (or factor) conditions, presence of supporting industries and company rivalry (or competition)²⁹. Among the input conditions is the co-location of technology and research centres. Such centres can play a catalytic role in boosting the innovation and

²⁷ Roland Berger Strategy Consultants (2012), «Innovation - How the emerging markets are driving the global innovation agenda», Global Topic Initiative, Munich.

²⁸ Vieweg H. G. (2012), «An introduction to mechanical engineering: Study on the competitiveness of the EU mechanical engineering industry», Within the framework contract of sectoral competitiveness studies-ENTR/06/054, *Final report*, Munich.

²⁹ Zadeh R. M. (2007), «Cluster Development and Initiatives in Traditional Industries», *Paper for International Cluster Conference: Patterns of Clusters Evolution*, Yorkshire Forward, Brussels; see also Porter M. (1990), «The competitive advantage of nations», Harvard Business Review, Cambridge, U.S., March/April.

economic development potential of a cluster as they might stimulate collaborative relations between industry and universities, and thus help bridge research, i.e. the generation of knowledge, with the market. At a time when the fourth industrial revolution is emerging, it is essential to ensure that Europe's industry integrates disruptive technologies such as additive manufacturing, artificial intelligence, and automation. In order to integrate these technologies into products in a timely manner and to accelerate their commercialisation process, manufacturing companies need to work together with research and technology institutes. In addition, the costs of innovation have to be affordable. By enabling all agents of the innovation chain³⁰ to pull their resources and skills together and connecting them to a vast pool of know-how and capabilities, clusters allow for a reduction of the innovation costs.

Finally, the systemic approach based on strong and specialised industrial eco-systems is particularly relevant to the need (as highlighted in the previous section) for Europe to become a leader in new business models. It should even be considered as one of the pre-conditions for their development. Indeed, the new business models that can address ongoing trends indicated earlier in this paper, such as the growing demand for tailor-made products with high-ecological standards, the increased attention devoted to societal challenges such as climate change, require the presence of strong industrial eco-systems where the relevant agents are located near each other.

3.3. Facilitating the Europeanisation of the value chain

The international fragmentation of production in global value chains (GVCs) is the major element shaping the new environment in which European industry operates today. As defined by the OECD, a value chain is «*the full range of activities that firms engage in to bring a product to the market, from conception to final use. Such activities range from design, production, marketing, logistics and distribution to support to the final customer*»³¹. Every activity embodied in the production of a good generates a certain value added and the position of a country in the GVCs it participates in determines to what extent it benefits from it. The structure of the value chain and the value of each production stage may vary from one product to another but generally speaking, upstream activities such as R&D and design as well as downstream activities such as branding and marketing create more value added than assembly.

Nowadays, a product is no longer created by a single firm in one location. Progress in information and communication technologies, the increased digitalisation of our economies, trade liberalisation, and cheaper transport costs have enabled companies to slice up production into separable stages and to look for the best suited location for each

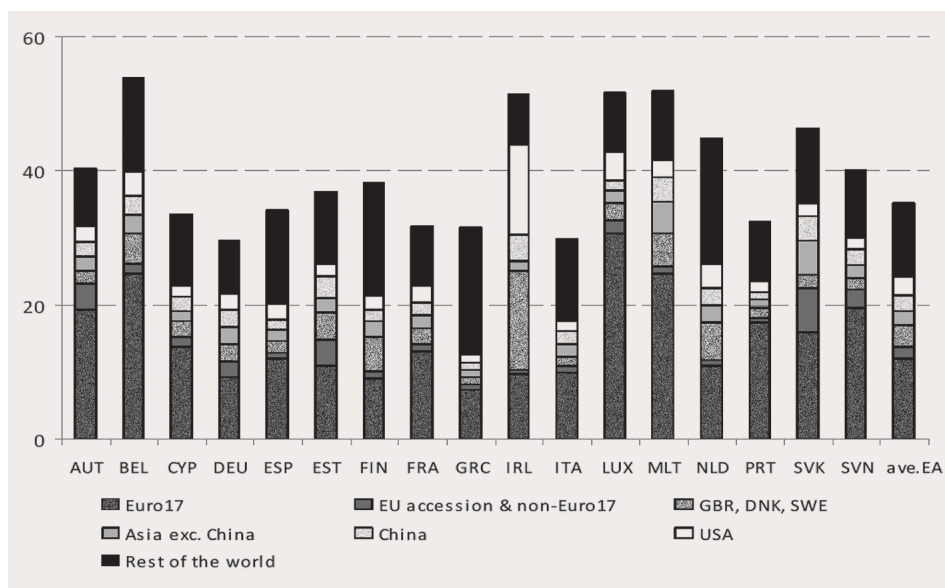
³⁰ The innovation chain entails different steps, including technological research, product development and demonstration activities.

³¹ OECD (2013), «Interconnected economies: Benefiting from global value chains – Synthesis report», *OECD Publications*, Paris, p.8.

of them. Thus, many European manufacturing firms have broken up their value chain and outsourced parts of it to external companies located either inside or outside Europe. As a result, the production of a good involves a growing number of intermediate firms and value chains have internationalised and become increasingly complex.

The growing fragmentation of manufacturing activities has raised significant opportunities for European firms, contrary to what is usually assumed. Firm level analysis has shown that firms, which are integrated in GVCs -either through offshoring or outsourcing³² activities, importing components or exporting their goods- have better productivity performance, and are more open to complex innovation strategies involving both production processes and components. Those firms, although few in number, are also driving the creation of a country's total value added, trade flows and employment³³. In addition, the fragmentation of production led to an industrial restructuring both across the European economies and between Europe and the rest of the world, which enabled European firms to specialise in the higher value added segments of the value chain³⁴.

Figure 11. **SHARE OF FOREIGN VALUE ADDED (IN EXPORTS) BY ORIGIN**
2011 (percentages)



Source: Amador J., Cappariello R., Stehrer R. (2013), «Global value chains: A view from the euro area», Paper presented at the CompNet Conference, 16-17 April, Washington DC.

³² While offshoring refers to the activities performed by foreign manufacturing affiliates, outsourcing means contracting with other manufacturing firms abroad.

³³ See Veugelers R. (ed.) (2013), *op. cit.*

³⁴ *Ibid.*

Manufacturing products are, therefore, increasingly ‘made in the world’ and parts and components cross borders many times before the final product arrives on the market. Against this background, the national discourse recently adopted by national policy makers promoting ‘Made in...[national country]’ might sound anachronistic. This seems to ignore the functioning and the benefits of GVCs as well as the fact that globalisation and the international fragmentation of the value chain are not expected to stop. That being said, it is worth thinking about how the EU could better support Member States’ efforts to climb up the value chain and reflecting upon the benefits of the Europeanisation of the value chain, i.e. the possibility for firms to organise their value chains across EU countries. In this respect, the question of how the Europeanisation of the value chain could contribute to maintaining a healthy share of manufacturing in Europe and to having a strong industrial base spread over the whole territory needs to feature high on the policy agenda.

Developing such an approach requires taking two empirical elements into consideration. First, the participation of European firms in GVCs is mainly EU driven³⁵. Looking at the euro area, one can see that the foreign value added in exports is –while increasing as share of exports– largely sourced from other euro area countries (see Figure 11). Looking at the EU as a whole, one can also observe that some countries, like Germany, have strongly integrated their economies with Eastern European countries³⁶. Second, this EU orientation does not disadvantage European firms. European value chains seem to generate as much benefits as GVCs do. Indeed, the evidence suggests neither a productivity premium nor a discount for European firms that concentrate their international value chain in Europe³⁷. In addition, the Europeanisation of value chains can generate additional benefits, such as avoiding high coordination and transportation costs compared to GVCs. Against this background, looking at ways to further integrate European value chains has real significance. It would create important benefits for the European economy as a whole and help to have an industrial base evenly distributed across the whole territory.

Enabling the emergence of the Europeanisation of value chains should, however, not be equal to protectionism. In this respect, it should be kept in mind that trade has positive effects on Europe’s industry. This is indeed EU’s most important source of growth as manufacturing achieves a trade surplus of –300 billion. Instead of protectionism, European value chains should be based on excellence, strong differentiation factors relative to goods produced elsewhere and on the advantages of being part of a fully integrated Single Market. That being said, Europe should not be naive either. As already mentioned earlier in this paper, many industrial nations

³⁵ Variations among countries do, however, exist. The size of a country’s economy is the determining factor, as smaller countries generally display higher share of foreign value added than bigger countries.

³⁶ Di Mauro F. Hedwig P., Stehrer R. (2013), *op. cit.*

³⁷ Veugelers R. (ed.) (2013), *op. cit.*

have launched ambitious strategies and put in place protective measures to defend their industries. While respecting trade agreements, the EU should also make sure its firms face the same conditions as foreign companies and are not put at a disadvantage in international competition.

In addition, moving towards further integrated value chains at EU level does neither contradict with an external strategy for manufacturing nor with off-shoring and outsourcing certain activities. Production stages should still stay where they can be performed most efficiently. It is rather in the high value added segments of the production chain where efforts need to be deployed and where Europe needs to look at how to make industries work better together. Limiting the foreign value added embodied in EU exports and consumption goods to activities in which Europe's industry cannot offer a comparative advantage, be it due to labour costs, lack of natural resources or other production factors, should therefore be the ultimate objective.

4. CONCLUSION

This paper has both shown the pivotal role that manufacturing activities play in our economy and the difficulty that Europe faces to maintain a strong industrial base. Europe's manufacturing activities have been in decline for several decades now and the downward trend will continue if no strategic choices are made. These choices have to take current global challenges into account, including the increased competition from emerging economies as well as the new waves of disruptive technologies, as highlighted at the last 2016 World Economic Forum in Davos³⁸, that will alter the nature of manufacturing activities.

In order to cope with such challenges and to fully embrace the fourth industrial revolution, Europe will need to create new capabilities and use the full potential of having specialised and diverse economies across its territory. Against this background, this paper proposes three strategic choices: (1) the promotion of new business models; (2) the creation of industrial eco-systems through systemic innovation; and (3) the support for a genuine European value chain, which together could stimulate a new phase of re-industrialisation in Europe. These choices are complementary and the large benefits that they could generate on a European scale depend on how well each of them is implemented. These choices imply important changes at different levels of governance and will require a strong support from public authorities at each level and also a great degree of cooperation among them. Moreover, public authorities, be it at the national or European level, will have to rethink their role in supporting European industries' competitiveness. This will require certain important paradigm shifts both in the way public authorities make use of some policy instruments, such as public procurement, and how industry is organised across the European territory.

³⁸ For more information on this point, see the website of the World Economic Forum: <http://www.weforum.org/>, last accessed on: 11/02/2016.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- AHTONEN A. AND CHIOREAN-SIME S. (2012): «Green revolution: making eco-efficiency a driver for growth», *EPC Issue Paper no. 68*, Brussels.
- DG TRADE, EUROPEAN COMMISSION (2014): <http://ec.europa.eu/trade/policy/accessing-markets/goods-and-services/raw-materials/>, last accessed on: 4 November 2014.
- DHÉRET C., MOROSI M., FRONTINI A., HEDBERG A. AND PARDO R. (2014): «Towards a New Industrial Policy for Europe», *EPC Issue Paper n°78*.
- DI MAURO F., HEDWIG P. AND STEHRER R. (2013): «Global value chains: A case for Europe to cheer up», *CompNet Policy Brief 03/2013*, European Central Bank.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION AND MCKINSEY & COMPANY (2014): «Towards the circular economy - Accelerating the scale-up across global supply chains», *2014 Report*, January, Geneva. World Economic Forum.
- EPRS (2014): «Reshoring of EU manufacturing», *Briefing*, 21 March.
- EURACTIV (2014): EU's revamped industrial policy dogged by 'better regulation' dispute <http://www.euractiv.com/section/science-policy-making/news/eu-s-revamped-industrial-policy-dogged-by-better-regulation-dispute/>
- EUROPEAN COMMISSION (2012): «A Stronger European Industry for Growth and Economic Recovery», COM (2012)582 final.
- (2013): «European competitiveness report 2013, Towards knowledge-driven reindustrialisation», European Commission Staff Working Document SWD (2013)347 final.
- (2014): «An Integrated Industrial Policy for the Globalisation Era-Putting Competitiveness and Sustainability at Centre Stage», COM (2014) 614.
- (2014): «For a European industrial renaissance», COM (2014)14/2.
- (2014): «Progress in industrial competitiveness per EU country», Memo 14/526, September.
- (2014): «Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe», COM (2014)398.
- (2014): «Scoping study to identify potential circular economy actions, priority sectors, material flows and value chains», *Final report*, August.
- (2014): «Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe», COM (2014)398.
- EUROPEAN COMMISSION BROCHURE (2010): «Being wise with waste: the EU's approach to waste management».
- FLEMING T., AND ZILS M. (2014), «Toward a circular economy: Philips CEO Frans van Houten», *McKinsey Quarterly*, February.
- GLOBAL COMPETITIVENESS INDEX (2014): http://www3.weforum.org/docs/GCR2014-15/GCR_Rankings_2014-2015.pdf, last accessed on: 10 November 2014.
- MANYIKA J., SINCLAIR J., DOBBS R. *et al.* (2012): «Manufacturing the future: the next era of global growth and Innovation», McKinsey Global Institute.
- NGUYEN H., STUCHTEY M., AND ZILS M. (2014): «Re-making the industrial economy», *McKinsey Quarterly*, February.
- OECD (2013): «Interconnected economies: Benefiting from global value chains – Synthesis report», *OECD Publications*, Paris, p.8.
- PORTER M. (1990): «The competitive advantage of nations», *Harvard Business Review*, Cambridge, U.S., March/April.
- ROLAND BERGER STRATEGY CONSULTANTS (2012): «Innovation - How the emerging markets are driving the global innovation agenda», Global Topic Initiative, Munich.
- SALA-I-MARTIN X., BILBAO-OSORIO B., DI BATTISTA A., DRZENIEK HANOUZ M., GALVAN C., AND GEIGER T. (2014): «The Global Competitiveness Index 2014-2015: Accelerating a robust recovery to create productive jobs and support inclusive growth», World Economic Forum, Geneva.
- SCIENCE DAILY (2009): «Set World Standards For Electronics Recycling, Reuse To Curb E-waste Exports To Developing Countries, Experts Urge», 17 September, available at: <http://www.sciencedaily.com/releases/2009/09/090915140919.htm>, last accessed on 31 October 2014.
- VEUGELERS R. (2013): «Manufacturing Europe's growth», Volume XIII, *Bruegel blueprint series*, Bruegel, Brussels, p. 28.
- VIEWEG H.G. (2012): «An introduction to mechanical engineering: Study on the competitiveness of the EU mechanical engineering industry», Within the framework contract of sectoral competitiveness studies-ENTR/06/054, *Final report*, Munich.
- WARWICK, K. (2013): «Beyond Industrial Policy – Emerging issues and trends», *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, Paris.
- WORLD ECONOMIC FORUM (2016): <http://www.weforum.org/>, last accessed on: 11/02/2016.
- ZADEH R.M. (2007): «Cluster Development and Initiatives in Traditional Industries», *Paper for International Cluster Conference: Patterns of Clusters Evolution*, Yorkshire Forward, Brussels.

Reflexiones sobre la Industria 4.0 desde el caso vasco

Tras mostrar el contexto en que surgen las iniciativas del tipo Industria 4.0 en los principales países avanzados, el artículo acota el concepto Industria 4.0 y contrasta su alcance potencial, cotejándolo con la literatura económica de las Tecnologías de Utilidad General (GPT) sobre los grandes cambios o revoluciones tecno-económicas y con la iniciativa de apoyo a la manufactura avanzada puesta en marcha en EE.UU. El estudio de la situación real, de las expectativas y del grado de preparación del tejido industrial vasco para con la Industria 4.0 se analiza en el siguiente apartado, a partir del marco de análisis desarrollado dentro del proyecto INBENZHAP. Se destaca cómo para la industria vasca el reto no es tanto de carácter tecnológico, donde no hay una mala situación de partida, sino que reside más bien en aspectos no tecnológicos, de forma que su conjunción permita abrir nuevas vías para la aportación de valor a los clientes. El artículo finaliza con una recapitulación de las principales conclusiones a las que conduce el análisis de la información expuesta, y con una síntesis de recomendaciones para el desarrollo y transformación de la industria vasca en clave 4.0.

Industria 4.0 motako ekimenak herri aurrerratu nagusietan zein ingurunetan sortu diren aztertu eta gero, artikulua haren kontzeptua mugariztatu eta garrantzi potentziala analizatzen du. Horretarako, Industria 4.0 paradigma iraultza edo aldaketa tekno-ekonomiko nagusiez arduratzen den Erabilgarritasun Orokorreko Teknologien (GPTak ingelesez) literatura ekonomikoarekin alderatzen da, eta baita AEBetan abian jarritako manufaktura aurreratuko ekimenarekin ere. Ondoren, INBENZHAP proiektuaren barruan garatutako marko analitikoa erabiliz, Industria 4.0ri dagokionez Euskal Autonomia Erkideko industrien egoera erreala aztertzen da, hari begira dau-den itxaropenak eta prestaketa kontuan hartuz. Azterketa horren arabera, euskal enpresen erronka nagusia ez da teknologikoa, ez teknologikoa baizik; eta alderdi teknologikoak eta ez-teknologikoak bilduz, bezeroentzako baliozko ekarpen bide berriak erator daitezke. Azkenik, aurreko guztitik ateratzen diren ondorioak eta Industria 4.0 klabeak euskal industria garatzeko eta eraldatzeko gomendioak eskaintzen dira.

Initially, after showing the context in which similar initiatives arise in major advanced countries, the paper delimits the concept of Industry 4.0 and assesses its potential scope. It is then linked with the economic literature on General Purpose Technologies (GPT) that deals with major techno-economic changes or revolutions, and with the advance manufacturing initiative launched in the USA as well. Next section discusses the current situation, the expectations and the readiness of the Basque industry related to Industry 4.0, by means of the analytical framework developed within the project INBENZHAP. It is pointed how the challenge for Basque industry is not centered in technological issues, where its starting position is not bad, but rather lies in non-technological aspects, so that the combination of both would allow new ways to deliver value to the customers. Finally, the article ends with a summary of the main conclusions drawn from the previous analysis, accompanied with a set of recommendations for the development and transformation of the Basque economy towards the Industry 4.0.

Mikel Navarro Arancegui*

Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad y DBS-Universidad de Deusto

Xabier Sabalza Laskurain

DeustoTech

Índice

1. Introducción
2. Rasgos generales de la Industria 4.0
3. El modelo de análisis de Industria 4.0 aplicado al País Vasco
4. Conclusiones

Referencias bibliográficas

Palabras clave: Industria 4.0, política tecnológica, manufactura avanzada.

Keywords: Industry 4.0, technology policy, advanced manufacturing.

Nº de Clasificación JEL: 014, L23, 033.

1. INTRODUCCIÓN

El debate en torno a la Industria 4.0 tiene lugar en un contexto caracterizado por una toma de conciencia generalizada de la importancia que posee la industria manufacturera para el devenir de la economía y el bienestar de un país. Efectivamente, aparte de la notable contribución que aporta al total del empleo o al PIB, la actividad manufacturera presenta otra serie de claves interesantes para el desarrollo económico, ya que suele exhibir un mayor gasto en I+D+i, unas tasas de exportación más elevadas, un empleo de superior cualificación, así como una mayor productividad en comparación con el resto de sectores económicos (McKinsey Global Institute, 2012). En la industria manufacturera no solo el nivel remunerativo de los trabajadores tiende a ser mayor que en el conjunto de la economía, sino que también hay una menor polarización de las cualificaciones y las remuneraciones de los trabajadores que en el sector servicios, por lo que la pérdida de la industria manufacturera acentúa la polarización social (Roland Berger, 2014). Es más, como señala el Consejo de Asesores en Ciencia y Tecnología del Presidente de EE.UU. (PCAST,

* **Agradecimiento:** Mikel Navarro agradece el apoyo financiero del Departamento de Educación, Política Lingüística y Cultura del Gobierno Vasco (IT629-13).

2011), un país avanzado debe mantener su industria porque, de deslocalizarse la producción, se pierde la posibilidad de explotar sinergias entre el diseño de procesos y la producción, y finalmente esos servicios de alto valor añadido migran fuera del país de origen hacia donde se localiza la manufactura. Asimismo, el citado consejo (PCAST, 2011 y 2014) aduce razones de «seguridad nacional» para mantener la capacidad de producción manufacturera en el país.

Ese tipo de razones han conducido a que en la primera década de este siglo las grandes potencias hayan puesto en marcha iniciativas para la relocalización o relanzamiento de la industria en sus territorios. Muestra de ello son, por ejemplo, las iniciativas «*Ensuring American Leadership in Advanced Manufacturing*» (2011) y «*Accelerating US Advanced Manufacturing*» (2014), en EE.UU.; o, ya en nuestro continente, las Comunicaciones de la Comisión Europea «Una política industrial integrada para la era de la globalización: poner la competitividad y la sostenibilidad en el punto de mira» (2010), «Una industria europea más fuerte para el crecimiento y la recuperación económica» (2012), y «Por un renacimiento industrial europeo» (2014). En particular, en la Comunicación de 2012, la Comisión Europea fijaba como objetivo para la industria «pasar del actual porcentaje de en torno al 16% del PIB hasta un 20% en 2020».

Conviene señalar que la pérdida de peso relativo del sector manufacturero en los países desarrollados puede deberse básicamente a tres grandes razones. Primero, los mayores crecimientos de productividad que suele haber en este sector conducen a que sus productos puedan ser elaborados con menos empleados o que sus precios presenten menores subidas (o incluso bajadas), de modo que su peso en términos corrientes dentro del PIB disminuya. Segundo, los procesos de externalización de determinadas actividades (fundamentalmente de servicios: transporte, mantenimiento, limpieza, seguridad, etc.), que antes se llevaban a cabo dentro de las empresas industriales (y estadísticamente se asignaban al sector industrial, por ser la industria la actividad principal de la empresa), ahora se adquieren a empresas del sector servicios (y, por lo tanto, se contabilizan estadísticamente como servicios). Y, tercero, desde mediados de los noventa los países desarrollados pierden cuota de mercado en la producción manufacturera con respecto a los países en vías de desarrollo. Así, si en 1995 las cuotas correspondientes a países desarrollados (PD) y países en vías de desarrollo (PVD) en el VAB manufacturero mundial eran del 80% y del 18% respectivamente, en 2013 pasan a ser del 50% y del 46%.¹ Aunque en buena medida el proceso de externalización de actividades mencionado en segundo lugar está ya muy avanzando y en el futuro desempeñará un papel mucho más secundario, los otros dos siguen vigentes. Por ello resulta llamativamente ambicioso el objetivo fijado por la Comisión Europea de que el peso del VAB manufacturero en el total del PIB en la UE llegue a alcanzar el 20% para 2020.

¹ Estimación propia, a partir de las estadísticas de UNCTAD.

La posición desde la que se plantean esas estrategias de relanzamiento de la industria manufacturera varía sustancialmente de unos países a otros. Roland Berger (2014), en su estudio de la Industria 4.0 y de la nueva revolución industrial, habla de dos grandes fracturas. Por un lado, los países desarrollados (EE.UU., Japón y la UE15) pierden peso en su conjunto frente a las economías emergentes, especialmente frente a los BRIC (que aumentan su cuota dentro del VAB manufacturero mundial del 9,1% en 1995 al 29,5% en 2013), e incluso frente a las economías en transición que se integran en la UE y pasan a formar parte de la OCDE, aunque en bastante menor medida (su cuota aumenta del 1,2% al 2%). Y, por otro lado, la segunda fractura se observa entre los propios países desarrollados, ya que mientras un puñado de ellos logra mantener sus posiciones, en el resto el retroceso es muy notable. De acuerdo con el peso relativo que todavía mantiene en ellos el VAB manufacturero y la variación que éste ha mostrado en el período 1995-2013, cabe distinguir tres grupos entre los países desarrollados:

- Aquellos que, como Alemania y Austria, mantienen una industria manufacturera con un peso relativo importante, que apenas ha perdido entidad en su economía y que, en todo caso, presenta una evolución más favorable que la del conjunto mundial.
- Aquellos que, como Japón, Irlanda, Suecia o Finlandia, siguen manteniendo una industria manufacturera relativamente fuerte, aunque perdiendo claramente peso dentro de su economía (especialmente en Suecia y Finlandia). La Comunidad Autónoma del País Vasco (en lo sucesivo, por abreviar, País Vasco), región cuyo posicionamiento en Industria 4.0 se estudia en este artículo, presentaría rasgos semejantes a este grupo de países desarrollados.
- El resto de países desarrollados, entre los que se encuentra EE.UU. y España, con un menor peso de la industria manufacturera y una peor evolución de ésta. Destacan en este grupo los resultados particularmente malos del Reino Unido y Francia, si bien esta última en menor medida (véase gráfico nº 1).

Otro elemento clave que marca el contexto en el que surge el debate sobre la Industria 4.0 es la revolución digital. Además de los constantes e imparable avances tecnológicos en campos diversos como la nanotecnología, la biotecnología o los materiales, por citar algunos, el nuevo milenio es testigo de la instauración del paradigma digital, una irrupción que deja notar su influencia en prácticamente todos los ámbitos sociales y sectores económicos que toca. Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), con el protagonismo y extensión de Internet como buque insignia, están alterando de modo radical los modelos hasta ahora imperantes de relación social, de relación económica, de relación geográfica o incluso de relación política, tanto a nivel micro como macro. Así, según *The OECD Digital Economy Outlook 2015*, prácticamente una tercera parte del crecimiento del PIB de los países

Gobierno Vasco 2014 y 2015), elabora un amplio documento en el que se justifica, analiza y concreta la Estrategia de Fabricación Avanzada 2020 (DDEC-SPRI, 2014).

La concepción que sobre la fabricación avanzada recoge el documento es amplia, pues además de contemplar la integración de las TIC e internet en la producción, así como el desarrollo de nuevos modelos de negocio y de servicio, también considera la incorporación a la manufactura de otras tecnologías facilitadoras esenciales (KET, por sus siglas en inglés) en las que el País Vasco dispone de ciertas capacidades o ha invertido de modo importante en la última década (nanotecnologías, biociencias y nuevos materiales, especialmente). Otro rasgo que merece destacarse de dicho documento es que distingue, dentro de lo que denomina la comunidad de fabricación avanzada, tres conjuntos de agentes: (1) los *agentes científicos tecnológicos*; (2) los *sectores proveedores de soluciones* en materiales y primera transformación (fundición, siderurgia, forja y estampación), de medios y sistemas de producción (máquina herramienta, accesorios, componentes y herramientas) y de servicios avanzados (ingenierías, servicios TIC, consultorías...); y (3) los *sectores usuarios finales* en energía, transporte (aeronáutico, automoción, ferrocarril, naval), en biociencias y en otros sectores (electrónica, hogar). Esta división entre sectores proveedores de soluciones y sectores usuarios finales parece responder en parte al deseo de pasar de una estrategia en la que el foco principal está en la oferta o proveedor (principalmente, la máquina herramienta) a otra en la que esté en la demanda o usuario de la manufactura avanzada (aeronáutica, automoción, energía, etc.). (Orkestra, 2015).

Más recientemente, el Gobierno Vasco ha pasado a denominar Basque Industry 4.0 a la estrategia de fabricación avanzada. En un relativamente breve espacio de tiempo se han organizado diversas jornadas Basque Industry 4.0 para promover la llamada Cuarta Revolución Industrial; y se han lanzado tres nuevos programas (Basque Industry 4.0, Industria Digitala y Lankidetza Digitala) para promover la introducción de las nuevas tecnologías de la información en las empresas vascas.

Coincidiendo en el tiempo, el Gobierno Vasco fue invitado a participar en el proyecto de investigación INBENZHAP³, impulsado por el Ministerio de Educación e Investigación de Alemania, con el objeto de llevar a cabo un análisis de benchmarking de los principales países que destacan por su producción industrial. La metodología de análisis común fue facilitada a Orkestra, organismo que se encargó de llevar a cabo el análisis correspondiente al País Vasco.

Este artículo tiene por objetivo, precisamente, exponer la filosofía que guía la iniciativa Industria 4.0 y los pilares que, según la metodología desarrollada dentro del proyecto INBENZHAP, se considera clave desarrollar para la industria que surja

³ INBENZHAP es un proyecto de investigación patrocinado por el gobierno alemán, que llevan a cabo el Heinz Nixdorf Institute, la Universidad de Paderborn, y Fraunhofer IPT/Machine Tool Laboratory WZL, RWTH Aachen University.

de esa cuarta revolución industrial, a la vez que mostrar la posición que presenta el País Vasco en dichas dimensiones. Por último, el artículo finaliza con un apartado de conclusiones de todo lo anterior, así como de recomendaciones de políticas en este ámbito para el País Vasco.

2. RASGOS GENERALES DE LA INDUSTRIA 4.0

El término Industria 4.0 surge como referencia a la que se considera que será la cuarta revolución industrial, surgida de la digitalización e interconexión extrema de la actividad productiva. De acuerdo con los impulsores de este movimiento, la primera revolución industrial surge a finales del siglo XVIII como consecuencia de la introducción en la industria manufacturera de equipamiento mecánico movido por los motores de vapor. La segunda revolución industrial se inicia a comienzos del siglo XX, apoyada en la electricidad y caracterizada por la producción en masa de bienes, basada en una acrecentada división del trabajo. La tercera revolución, que empieza a comienzos de los años 70 y llega hasta nuestros días, emplea la electrónica y las tecnologías de la información para conseguir incrementar la automatización de los procesos manufactureros. La cuarta revolución, denominada por ello Industria 4.0, y que a diferencia de las anteriores, es más un anuncio *a priori* que la constatación de algo ya alcanzado, consistiría en esencia en «la integración técnica de los sistemas ciber-físicos⁴ en la manufactura y logística y en el uso de internet en los procesos industriales» (Kagermann *et al.*, 2013: 14).

Las consecuencias no son meramente tecnológicas, ya que la integración de las tecnologías de producción y las TIC, en forma de sistemas de producción ciber-físicos, presenta un gran potencial para cambiar el modo en el que la industria aporta valor añadido. Surgen nuevos productos, nuevos servicios, nuevos modelos de negocio, nuevas necesidades, nuevos retos en definitiva que cuestionan el formato y las claves competitivas de la industria del futuro.

En tal sentido, cabría relacionar la literatura sobre Industria 4.0 con la reflexión que la «Economía de la Innovación» inicia a comienzos de los años noventa en torno a las Tecnologías de Utilidad General (nombradas habitualmente como GPTs, por ser las siglas de «General Purpose Technologies»)⁵. Como señala Bresnahan (2010) en la

⁴ Acatech (2011: 15) define los sistemas ciber-físicos como: «Sistemas que tienen software incrustado (*embedded*) y que registran datos físicos directamente usando sensores, afectan a procesos físicos usando actuadores, evalúan y guardan datos registrados, interactúan con los mundos físico y digital, se conectan digitalmente unos con otros y con las redes globales, usan datos y servicios disponibles globalmente y tienen interfaces multimodales hombre-máquina».

⁵ Otros autores ya se habían referido anteriormente, bien a los cambios tecnológicos que había detrás de las largas ondas de crecimiento y estancamiento (p.e. Freeman *et al.*, 1982), a la existencia y cambio de paradigmas tecnoeconómicos (Dosi, 1982), o a las invenciones estratégicas (Usher, 1954). Señalemos, asimismo, que autores como Schuh *et al.* (2014) plantean explícitamente esa consideración de Industria

revisión que hace de la literatura de las GPT, este último concepto surge para explicar los estrechos lazos existentes entre determinadas épocas de destacado crecimiento económico y la aplicación innovadora de ciertas tecnologías llamadas GPT. La idea que guía la literatura sobre las GPTs es que, si fuera posible diferenciar las tecnologías que presentan esas capacidades, así como conocer las singularidades de las innovaciones a las que dan lugar, sus comportamientos y los factores que las impulsan o frenan, este conocimiento se podría extrapolar a las nuevas tecnologías que aparezcan y puedan en el futuro ser la base de nuevos períodos prolongados de crecimiento.

Son tres las características básicas que los principales trabajos (Bresnahan y Trajtenberg, 1995; Lipsey *et al.*, 2003) de esta corriente identifican en las GPT. En primer lugar, presentan un amplio margen de mejora sobre las tecnologías existentes en términos económicos. En segundo lugar, posibilitan una amplia variedad de usos en un extenso número de sectores y áreas de aplicación. Y, en tercer lugar, generan y dependen a la vez del desarrollo de una serie de innovaciones o tecnologías complementarias. O, dicho más brevemente, tales tecnologías deben extenderse por la mayor parte de la economía («*pervasiveness*»), mejorar con el tiempo y ser capaces de engendrar (*spawn*) innovaciones adicionales.

A pesar de la gran expansión experimentada por la literatura de las GPT, algunos de sus desarrollos han suscitado las críticas de algunos analistas (véase, por ejemplo, Field, 2008). Así, por ejemplo, se señala que las listas que enumeran las GPT varían de unos autores a otros, aunque las tres que suelen ser mencionadas de modo general son el motor de vapor, la electricidad y las TIC. Otro tanto podría decirse del número de revoluciones industriales vividas por la economía.⁶ También se objeta que los análisis empíricos de las diferentes GPT propuestas muestran que éstas presentan entre sí bastantes diferencias, de modo que se impone una gran pre-

4.0 como una GPT y, en su estudio de las características de aquella hacen referencia a las contribuciones de la literatura sobre GPTs.

⁶ Valgan como muestra algunas afirmaciones del comisario europeo para la Industria y el Emprendimiento, en las que decía que la economía europea iba a entrar en la tercera revolución industrial (véase el n.º 13 de *Enterprise & Industry Magazine*, de julio de 2012). Esa división en tres ondas coincide con los análisis llevados a cabo desde el enfoque de «Industrial Internet» (Evans y Annunziata, 2012), donde integran la primera y segunda revolución del esquema de Industria 4.0 en una única categoría denominada «revolución industrial», sitúan posteriormente una segunda onda —que denominan «revolución de internet»— en la segunda mitad del siglo XX; y establecen finalmente una tercera onda a la que llaman «Industrial internet», que coincidiría con la de Industria 4.0.

Asimismo, en un reciente artículo, en lugar las dos revoluciones ligadas a las TIC que plantean las literaturas de Industria 4.0 y de Industrial internet, Porter y Heppelmann (2014) distinguen tres olas de TIC: la primera ola en los 60 y 70, que automatiza las actividades individuales en la cadena de valor; la segunda ola, en los 80 y 90, que con la llegada de internet permite la coordinación e integración de las actividades individuales de la cadena de valor, de modo que esta se transforma, aunque los productos en sí permanecen en gran medida inalterados; y la tercera ola, que comienza a advertirse en la actualidad, en la que las TIC se convierten en parte integral del mismo producto y se reconforman las cadenas de valor (cambiando las actividades tradicionales —diseño de producto, marketing, manufactura...— y se añaden nuevas actividades —tales como análisis de datos y seguridad—).

caución y no extraer conclusiones rápidas de los modos de expansión de algunas de ellas para creer sin más que resultan aplicables a las demás.⁷

De todos modos, a pesar de sus insuficiencias, la literatura de las GPT plantea ciertas cuestiones que son relevantes para una acertada comprensión o aproximación a la Industria 4.0.

Así, la literatura de las GPT advierte que es un error ver a las mismas como resultado de meros avances técnicos de base científica. Una señal de que las GPT no se reducen a puros avances técnicos es que en la lista de GPTs propuesta por Lipsey *et al.* (2005), reconocidos autores de esta corriente, se incluyen también avances organizacionales, como pueden ser la producción en masa o el toyotismo.⁸ En tal sentido, la literatura de las GPT sería menos restrictiva que la literatura aparecida más tardíamente sobre las tecnologías facilitadoras esenciales (conocidas normalmente como KET, por ser las siglas inglesas de Key Enabling Technologies), que tienen un enfoque más puramente tecnológico y están más asociadas a la I+D.⁹ Como se verá más adelante, esa combinación de avances técnicos, organizativos y sociales, característica del enfoque de las GPT, es un principio plenamente asumido por la concepción del paradigma Industria 4.0 alemán.¹⁰

Una segunda cuestión planteada explícitamente por la literatura de las GPT es la importante distinción entre las mejoras de costes y las mejoras de las características de los productos que posibilitan las GPT (véase, por ejemplo, Bresnahan 2010: 771). Aunque con otros términos, Porter y Heppelman (2014) plantean un mensaje semejante cuando señalan que la tercera ola de las TIC debe

⁷ La discusión, en este caso, ha versado más sobre las diferencias que hay en el carácter (más científico o más próximo al mercado), campo de aplicación, grado de concentración geográfica de la actividad económica o actores principales (universidad, empresas grandes, nuevas empresas...) que impulsan el desarrollo en las TIC, en las bio y en las nanotecnologías, consideradas estas últimas por algunos autores también como GPTs. Véanse, por ejemplo, Rothaermel y Thursby (2007), Mowery (2010), Saphira y Youtie (2008), Mangemantin *et al.* (2011).

⁸ Bresnahan (2010) advierte que desde una perspectiva económica, el progreso técnico se definiría en términos de la localización de la función de producción, y que en el desplazamiento de esta están ya comprendidos tanto los avances puramente técnicos como las mejoras organizativas en la gestión o de otro tipo.

⁹ Como señala la Comunicación de la Comisión, COM(2009) 512 final, que identifica cuáles son las KET más estratégicamente relevantes para la UE, tales tecnologías están asociadas con una alta intensidad de I+D. Además, entre las seis KET identificadas (nanotecnología, micro y nanoelectrónica, fotónica, materiales avanzados y biotecnología) las TIC no aparecen como tal, aunque algunos campos específicos a ellas ligadas sí se encuentran incluidas en las 6 KETs identificadas (a saber: micro y nano-electrónica y fotónica).

¹⁰ Roland Berger (2014: 9) escribe: «Las nuevas tecnologías transformadoras, tales como Internet o los teléfonos móviles, no han tenido éxito solo porque eran nuevos, sino porque ellos fueron además seguidos por una transformación social. Internet como tecnología no inventó las redes sociales, pero las redes sociales se desarrollaron gracias a Internet, y además posibilitaron su desarrollo futuro. Lo mismo sucederá con Industria 4.0». O, como señala Acatech (2011), Industria 4.0 implica no solo cambios o retos técnicos, sino particularmente cambios organizacionales en las estructuras de las empresas.

Recuadro 1. VENTAJAS COMPETITIVAS DERIVADAS DE LA APLICACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0

En primer lugar, la adopción de la Industria 4.0 en empresas manufactureras usuarias puede dar lugar a procesos más eficientes y con menores costes (por menores tiempos muertos, menor número de operaciones, menor consumo de materia primas y energía...). Para efectuar el despliegue de inversiones se debe demostrar que los recursos adicionales invertidos generen las ganancias o ahorros suficientes. Aunque es aplicable a prácticamente cualquier sector industrial, puede tener especial incidencia en aquellos que son grandes consumidores de recursos.

En segundo lugar, gracias a mejoras en sus procesos, las empresas manufactureras usuarias podrían obtener productos de mayor calidad o precisión, con prestaciones superiores. En este caso la ventaja competitiva proviene de ofrecer productos mejorados.

En tercer lugar, su extensión puede acarrear un notable incremento de flexibilidad y agilidad, tanto de la cadena de valor total y como sus diferentes eslabones: flexibilidad y rapidez para adaptarse de forma rentable a los requisitos cambiantes de los clientes (Tiers 1,2,3); reducción del tiempo de salida al mercado o del plazo de entrega (ventaja para los Original Equipment Manufacturers OEMs); elaboración de series cortas o incluso unitarias, abriendo la puerta al concepto de customización en masa (aeronáutica, transformación primaria...).

En cuarto lugar, se facilita extraordinariamente el desarrollo de servicios añadidos o anexos (servitización) que complementen las prestaciones de los productos o equipos que ofrece la empresa manufacturera, y el cambio en los modelos de negocio. Esto va ligado al paso de ofertar productos a ofertar soluciones.

En quinto lugar, las empresas TIC pueden aprovechar la mayor profundidad del mercado para especializar o verticalizar sus servicios, y "productizarlos". Eso allanaría su internacionalización, actividad hasta ahora poco desarrollada, por haber estado centradas muchas empresas TIC industriales en ofertar servicios muy personalizados y basados en la cercanía. El desarrollo de la Industria 4.0 conducirá a la conversión o emergencia como auténticos sectores en sí, de segmentos de las TIC que hasta ahora por falta de mercados, no posibilitan una especialización y desarrollo propio (p.e. analítica de datos).

En sexto lugar, si bien la expansión de las fronteras de los sectores tradicionales puede tener lugar por los procesos de servitización emprendidos por empresas individuales, en otros casos la innovación va a tener lugar por la combinación de capacidades pertenecientes a distintas empresas. Esas alianzas pueden ser especialmente fructíferas entre empresas industriales y empresas TIC. Esa puede ser una de las fórmulas fomentada por el paso de ofertar productos discretos a ofertar sistemas de productos (paquetes de equipos conectados y de servicios relacionados) o incluso a ofertar sistemas de sistemas (p.e. un edificio o casa inteligente).

comportar no solo avances en la eficiencia operativa, sino también cambios importantes en el posicionamiento estratégico de las empresas, de modo que, mientras la ola anterior se ha caracterizado por la reducción de los costes internos, la nueva ola de productos inteligentes y conectados puede cambiar tal trayectoria

(véase recuadro nº 1 sobre posibles ventajas competitivas que se pueden derivar de la Industria 4.0).

Una tercera cuestión puesta de relieve por la literatura de las GPT es que conviene distinguir el momento de la invención de la GPT, o de una particular tecnología, del momento del impacto económico de ésta, el cual depende en gran medida de las innovaciones y avances complementarios que deben de tener lugar en los sectores de aplicación y en otros ámbitos (p.e. formación de la mano de obra). Lo que realmente genera el progreso económico es el clúster de una GPT y sus innovaciones aplicativas (Bresnahan, 2015: 772). A diferencia de las tecnologías de utilidad simple, que ofrecen soluciones de uso inmediato y completo, las tecnologías de utilidad general (GPT), aunque son aplicables en muchos sectores y campos de actividad, no son generalmente de uso inmediato (Field, 2008). De forma coincidente, también los analistas de Industria 4.0 señalan que «la novedad de esta no radica tanto en una nueva tecnología, sino en que combina la tecnología disponible de una manera nueva» (Drath y Horch, 2014: 57). Ese carácter más sistémico, que le da orla de potencial GPT, es una cuestión que los impulsores de la Industria 4.0 destacan especialmente (véase Kagermann *et al.*, 2013; o Drath y Horch, 2014).

Ligado en buena parte a lo anterior, los análisis históricos llevados a cabo sobre diferentes GPTs ponen de manifiesto los enormes retrasos que se dan entre lo que se pueden denominar «invenciones» de la GPT y la detección de su impacto económico real.¹¹ Es más, entendidas las GPT como clústeres de innovaciones que han de tener lugar no solo en la tecnología principal, sino también en las actividades o ámbitos complementarios que son necesarios para su aplicación, los cuales ocurren frecuentemente en diferentes tiempos y con diferentes ritmos, no es de extrañar la reticencia de bastantes analistas a hablar de revolución industrial. Tales analistas prefieren hablar de evolución, o de coexistencia de revolución y evolución.

Ese mismo debate se ha trasladado a la literatura de la Industria 4.0. Como antes se ha indicado, Drath y Horch (2014) subrayan que las revoluciones industriales del tipo de Industria 4.0 son más el efecto de los cambios en los métodos de trabajo y de producción, que una novedad tecnológica de la que se desprenda ese término de revolución. Asimismo, en lo que constituye el principal documento de dicha literatura se señala que «la implementación de la visión de la Industria 4.0 implicará un proceso evolutivo, que progresará a diferentes ritmos en compañías particulares y sectores» (Kagermann *et al.*, 2013: 25). De igual forma, se indica: «La expresión ‘cuarta revolución industrial’ hace referencia a un cambio radical en la tecnología de producción. Aunque los efectos de

¹¹ Ilustrado por aquella famosa afirmación de Solow, en 1987, de que los ordenadores se veían por todas partes menos en las estadísticas de productividad.

este cambio se caracterizarán como revolucionarios, considerados en retrospectiva, su impacto en las operaciones manufactureras existentes será más gradual. La senda hacia el modelo Industria 4.0 será evolutiva –como lo fue en anteriores turbulencias industriales en tecnologías de la producción» (IT'S OWL, 2015)–. Aunque también se señala: «Como un período de transformación industrial, Industria 4.0 puede ser realmente más una evolución que una revolución. Sin embargo, la historia ha mostrado que algunos cambios que tienen lugar en períodos de tiempo más largos tienen un impacto más significativo que otros que ocurren en un espacio de tiempo más concentrado» (Slasky, 2015).

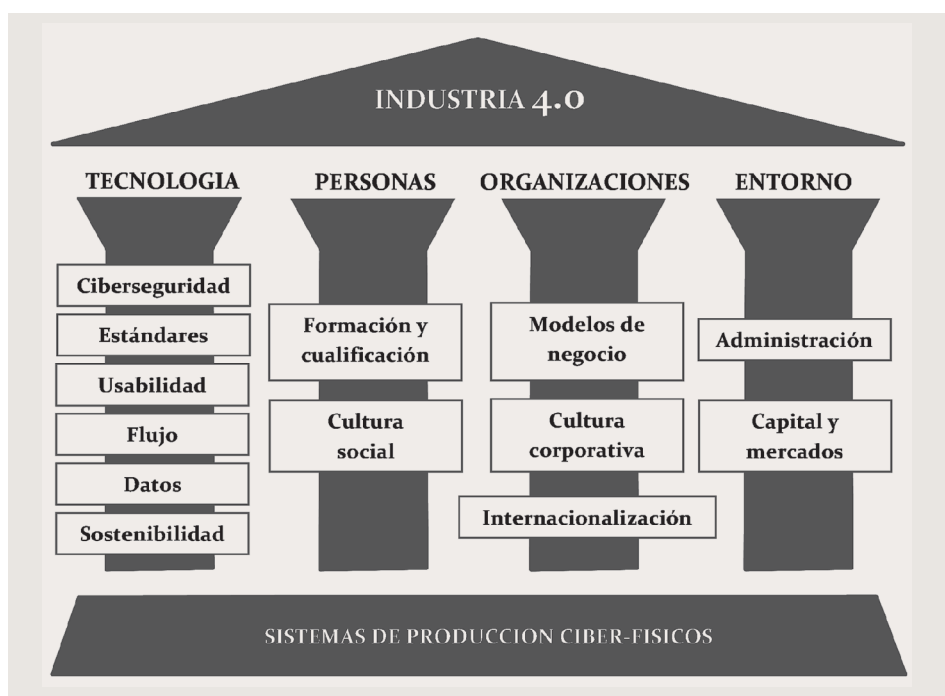
Así como conviene tener en cuenta la coincidencia de los planteamientos de Industria 4.0 con una serie de principios mantenidos por la literatura de las GPT, conviene también poner de manifiesto dos singularidades que presenta la Industria 4.0 con respecto a la otra gran iniciativa que en los países desarrollados se está impulsando para relanzar la industria manufacturera, esto es, aquella planteada en EE. UU. por el Consejo de Asesores en Ciencia y Tecnología (PCAST, por sus siglas inglesas) del presidente estadounidense.

La primera divergencia tiene que ver con el diferente peso relativo y evolución que, como se ha visto en el apartado primero, presenta la industria manufacturera en una y otra economía. Así, la estrategia de impulso a la manufactura avanzada estadounidense lo que persigue es recuperar dicha actividad, perdida en las décadas anteriores debido a procesos de deslocalización. Como en su documento se señala, «eso implica tanto nuevos modos de manufacturar productos existentes como especialmente la manufactura de nuevos productos que emerjan de las nuevas tecnologías avanzadas» (PCAST, 2011: ii). En el caso de la Industria 4.0 se parte ya de un liderazgo industrial de Alemania en la economía mundial y lo que se persigue es una «estrategia dual», orientada a mantener y reforzar el liderazgo existente. La estrategia dual alemana perseguiría, por un lado, el despliegue de sistemas ciber-físicos por toda su industria manufacturera (esto es, una estrategia de mercado líder); y, por otro lado, fortalecer la posición de las empresas alemanas como proveedores líderes en el mercado mundial de tecnologías y productos de sistemas ciber-físicos (una estrategia de proveedor líder).

La segunda gran diferencia tiene que ver con el ámbito de las tecnologías contempladas por una y otra aproximación. La estrategia estadounidense se focaliza en la manufactura avanzada, por la que el PCAST (2011:ii) entiende: «una familia de actividades que depende (a) del uso y coordinación de la información, automatización, computación, software, sensores y funcionamiento en red, y/o (b) hace uso de materiales de vanguardia y de las capacidades emergentes posibilitadas por las ciencias físicas y biológicas, como por ejemplo, la nanotecnología, la química y la biología». El foco de la Industria 4.0, en cambio, deja fuera de su campo la segunda familia de actividades antes mencionada, pues en esencia se limita a «la técnica integración de los sistemas de producción ciber-físicos en la

manufactura y logística y al uso de Internet de las cosas y los servicios en los procesos industriales» (Kagermann *et al.*, 2013: 14). En tal sentido, la estrategia alemana estaría más cercana de la iniciativa «Industrial Internet» impulsada por General Electric, que surgiría de la combinación del sistema industrial global con los sistemas de computación y comunicación abiertos desarrollados como parte de la revolución de internet (Evans y Annunziata, 2012).¹² Incluso cabría considerarla como la aplicación a la producción manufacturera de «Internet de las cosas» (Loffer y Tschiesner, 2013).

Gráfico nº 2. MARCO DE LOS FACTORES CLAVE PARA LA INDUSTRIA 4.0



Fuente: Elaboración propia a partir del proyecto INBENZHAP (2015).

El anteriormente mencionado proyecto de investigación INBENZHAP, consistente básicamente en un estudio bechmarking internacional de la situación y expectativas de los países industrializados en torno a Industria 4.0, es una de las primeras acciones en la hoja de ruta de los impulsores de la estrategia Industria 4.0 alemana que busca realizar un detallado análisis de los competidores y merca-

¹² Según Drath y Horch (2014), las bases técnicas de Industrial Internet e Industria 4.0 son muy similares. Pero la aplicación de la primera es más amplia que la producción industrial de la segunda (ya que, por ejemplo, incluye también las redes eléctricas inteligentes).

dos internacionales. Para estructurar y ordenar los principales factores integrantes de la Industria 4.0, dentro de dicho proyecto se elaboró un marco analítico donde un total de unas 250 cuestiones adecuadamente distribuidas permite profundizar en los aspectos específicos de cada campo ligados al buen desarrollo de la Industria 4.0. La adaptación que de dicho marco realizó Orkestra para el análisis del País Vasco se recoge en el gráfico nº 2.

Para su aplicación en el País Vasco, los autores de este artículo llevaron a cabo 25 entrevistas personales en profundidad a altos cargos de diversas organizaciones vascas con intereses en la Industria 4.0.¹³ Asimismo, desarrollaron una versión reducida del cuestionario que, en formato on-line, cumplieron algo más de medio centenar de agentes. El apartado siguiente resume la información recogida sobre la situación en la que, según los entrevistados o encuestados, se encuentra el País Vasco en los factores relativos a la Industria 4.0 contenidos en el marco expuesto. De ese modo, además de presentar didácticamente los factores clave que los responsables políticos y las empresas de un territorio deberían tener en cuenta para impulsar en él una estrategia del tipo Industria 4.0, se expone la posición en que en ellos se encuentra el País Vasco.

3. EL MODELO DE ANÁLISIS DE INDUSTRIA 4.0 APLICADO AL PAÍS VASCO

El mundo manufacturero se encuentra con el hecho irreversible de que los sistemas de producción industriales, que están cada vez más imbuidos del paradigma digital con internet como gran palanca de cambio, evolucionan hacia los denominados sistemas de producción ciber-físicos. En cualquier caso, no es evidente calibrar el alcance de los cambios que, debidos a este hecho, se puedan vislumbrar en el ámbito de la producción industrial. Aparecen inquietudes sobre cómo va a ser la industria del futuro, sobre las bases que se disponen para realizar ese recorrido, sobre la identificación de los riesgos y las oportunidades, así como otro sinfín de cuestiones que puedan proporcionar referentes para guiar a los agentes involucrados en la estrategia del cambio.

Tal y como se ha venido comentando, esta nueva industria y su alcance, cuando menos en términos industriales, ha sido bautizada en Alemania como Industria 4.0. Con idea de calibrar su trascendencia, sus impulsores plantean un modelo de análisis que, aunque está evidentemente soportado sobre aspectos tecnológicos, incorpora otros conceptos de carácter no tecnológico cuyo peso o importancia relativa pueden ser incluso superiores a los primeros.

¹³ 9 de tales personas procedían de empresas industriales, 3 de empresas TIC, 3 de ingeniería, 5 directores de asociaciones clúster y 5 de instituciones para la colaboración.

El modelo incorpora, pues, además del fundamental pilar tecnológico, sendos pilares relativos a la ligazón de los sistemas de producción ciber-físicos con las personas, con las organizaciones, así como con el entorno. Se complementa con una serie de aspectos externos considerados como facilitadores de mercado.

El pilar tecnológico es fundamental, ya que proporciona el sustrato o la base que posibilita la implementación práctica de los nuevos paradigmas. El grado de disponibilidad o acceso al saber hacer tecnológico es esencial a la hora de plantearse las posibilidades de evolución del quehacer industrial que se puedan establecer como objetivo.

A pesar del carácter *sine qua non* que presenta la tecnología para posibilitar la Industria 4.0, la migración masiva hacia paradigmas de producción basados en sistemas ciber-físicos está condicionada en buena medida por los perfiles de las personas. Así, aspectos de carácter social como por ejemplo la cultura, el dinamismo, la formación continua o la apertura al cambio, pueden marcar importantes diferencias entre territorios en el desarrollo de la Industria 4.0, aunque se parta de un nivel similar de acceso a la tecnología.

La transición hacia el nuevo paradigma propuesto por Industria 4.0 está también afectada por, y afectará a su vez a, los formatos y culturas de las organizaciones industriales implicadas. El elevado grado de interdependencia global de las actividades industriales convierte los aspectos ligados a su gestión en otro de los pilares de base sobre los que pivota su evolución en los ámbitos productivos o empresariales (de negocio). Las interacciones entre los empleados y los medios operativos a lo largo de toda la cadena de valor, o la puesta en valor del producto/servicio ante los clientes, son aspectos biunívocamente relacionados con los ámbitos organizativos.

La influencia del entorno empresarial y de negocios, esto es, del campo de juego sobre el que se ejecuta la partida de la Industria 4.0, puede ser determinante, por lo que el modelo de análisis lo contempla de forma explícita.

En definitiva, el análisis se guía según un planteamiento donde se intuye que la tecnología es un medio que posibilita cuestionar o cambiar radicalmente el modelo de negocio ligado a la actividad industrial (qué vendemos, cuál es nuestra propuesta de valor, a quién se lo vendemos, cómo lo vendemos), que requiere unas organizaciones dinámicas, abiertas y valientes, con personas multidisciplinares y un entorno de actuación que sea favorable.

3.1. **Pilar de la tecnología**

Aunque su alcance es mucho más amplio, no conviene olvidar en ningún momento que todo el edificio construido sobre el concepto de Industria 4.0 asienta su base sobre aspectos tecnológicos, especialmente de las TIC. La tecnología es importante. El grado de desarrollo actual y venidero de las TIC, junto con su asequi-

bilidad creciente, posibilita el desarrollo de soluciones originales que proporcionan ventajas notables en el ámbito manufacturero. La aplicación de tecnologías que hoy representan el estado del arte de las TIC en entornos de producción industrial puede proporcionar, por ejemplo, incrementos notables de la flexibilidad y eficiencia de los procesos fabriles, así como de la calidad o prestaciones de los productos manufacturados.

El incremento notable de las capacidades de comunicación, de procesamiento y de interacción con el entorno, todo ello a unos costes que se reducen de forma exponencial, posibilita el advenimiento de un paradigma de producción soportado por un elevado grado de colaboración entre los dispositivos y agentes. Así, el concepto intuitivo de «internet de las cosas» aplicado a la industria manufacturera resulta en los denominados «sistemas de producción ciber-físicos». Estos sistemas van un paso más allá de las ventajas que de forma aislada han venido proporcionando los avances en automatización a nivel de planta, las tecnologías de la información a nivel de gestión del negocio, o las herramientas de simulación a nivel de ingeniería, de forma que la cooperación inteligente entre ellos resulta en una elevada sinergia del hecho productivo.

Un escenario objetivo de una planta manufacturera que aplique de forma intensiva la tecnología en sus procesos puede consistir en lograr un medio productivo basado en sensorización en tiempo real que lo hagan adaptable, flexible, auto-restaurable, con capacidad de auto-aprendizaje, tolerante a fallos y gestor de sus propios riesgos.

La combinación sinérgica de las tecnologías que sirven de base a la cooperación inteligente junto con las claves «tradicionales» de la actividad industrial abren una serie de vías que permiten alcanzar las ventajas competitivas detalladas anteriormente en el recuadro nº1, vías que básicamente consisten en:

- La reducción radical del tiempo y coste de desarrollo y/o fabricación de nuevos productos.
- Incremento y precisión en la capacidad de toma de decisiones productivas y de negocio, con capacidad de conocer de forma virtual y en tiempo real las cadenas de valor completas.
- Reducción de tránsitos entre las diferentes etapas de la cadena de valor. Integración y acortamiento de la cadena de valor.
- Desarrollo de servicios de valor añadido adicionales a la función principal.

El tránsito hacia el paradigma Industria 4.0 exige que los agentes que conforman el tejido industrial estén familiarizados con las tecnologías de base. Esto es, deben de conocerlas, tener un acceso fácil a ellas, disponer de capacidad de aplicarlas, de desarrollar proyectos de I+D sobre ellas o en torno a ellas. La siguiente lista muestra de forma no exhaustiva el tipo de tecnologías al que se hace referencia:

- Internet de las cosas o *Internet of Things* (IoT)
- Procesamiento en la nube o *Cloud Computing*, conceptos XaaS (X as a Service)
- Analítica de datos, *Big Data*
- Visión artificial
- Realidad aumentada
- Simulación y virtualización productiva
- Ciberseguridad
- Fabricación aditiva, impresión 3D
- Robótica colaborativa
- Sensórica
- ...

El tejido industrial del País Vasco dispone de una gran capacidad de integración de las diversas tecnologías ligadas a la actividad manufacturera, como la automatización o la optimización de procesos, fortaleza desarrollada tanto en las empresas como en las ingenierías.

Las necesidades tecnológicas de las empresas manufactureras, cuya implantación les permite competir con éxito en el escenario global, han venido siendo cubiertas por recursos propios y externos de ingeniería, contando además con el soporte de una tupida red de centros tecnológicos y universidades, especialmente en lo referente a actividades de I+D, ya que se encuentran en la vanguardia del conocimiento tecnológico tal y como lo demuestra su participación en programas de primer nivel europeos. El conocimiento tecnológico acumulado en el País Vasco varía, pues, desde aspectos de carácter metal-mecánico más convencionales hasta aspectos de carácter TIC avanzado, pudiéndose considerar que el acceso a la tecnología necesaria para el tránsito a Industria 4.0 estaría garantizado.

En cualquier caso, el desarrollo de la Industria 4.0 necesita de una visión interdisciplinar y holística. La falta de grandes actores en el ámbito TIC en el País Vasco, combinada con el reducido tamaño medio de sus empresas industriales, puede hacer que el elevado peso en el tejido industrial de una visión tradicional centrada en la búsqueda de la eficiencia y la reducción de costes, dificulte el despegue de iniciativas más atrevidas que busquen mejores resultados empresariales por la vía del aporte de valor.

A pesar de que el sector industrial vasco no se encuentra en general excesivamente cómodo con las TIC, debido a su intangibilidad inherente, sectores como los fabricantes de bienes de equipo son conscientes de que la evolución tecnológica pasa por una adecuada integración de las TIC en sus sistemas, demostrado por el hecho de que un 70-80% de sus proyectos de I+D industriales incluyen algún elemento TIC clave. De todas formas, la vía de aporte de valor necesita, además de actitudes

valientes, un conocimiento extenso de las claves de mercado que evite, en la medida de lo posible, fiascos como los que se han podido observar a la hora de llevar al mercado desarrollos exitosos de actividades de I+D.

Ciberseguridad

La evolución de los medios de producción, y de apoyo a la misma, hacia sistemas interconectados por medio de redes, especialmente internet, convierte la ciberseguridad en un aspecto de especial relevancia y preocupación. Es uno de los mayores obstáculos de cara a la generalización del uso de sistemas soportados por dichas redes, tales como los sistemas de producción ciber-físicos o el almacenamiento de datos en la nube, que son por ende los elementos de base de la Industria 4.0.

Sin ser alarmistas, la extensión de los ciberataques a las empresas (en el mundo y en el País Vasco) es al día de hoy una realidad cotidiana. Es importante, por consiguiente, incorporar la seguridad desde las primeras etapas de concepción de los productos y servicios, así como adecuar los modelos de coste de forma que persuadan a los usuarios a observar la ciberseguridad como un valor más que como un coste, tal y como ya sucede en sectores como la banca o el energético. En cualquier caso, la concienciación, la educación y la formación son fundamentales para garantizar un nivel adecuado de protección.

Aunque el País Vasco no escape al conjunto de necesidades mencionado, se da la circunstancia de que se dispone en el territorio de un conjunto de empresas y centros de conocimiento punteros internacionalmente en el ámbito de la ciberseguridad. Una adecuada gestión de este saber hacer podría convertir esta amenaza en oportunidad, asociando la actividad industrial vasca al concepto de ciberseguridad.

Estándares e interoperabilidad

La implementación práctica de los sistemas que dan forma a la Industria 4.0 lleva asociada la gestión de unos importantes flujos de información, generados y procesados por una pléyade de dispositivos de características tecnológicas muy diferentes. Desgraciadamente, no existe hoy por hoy ningún protocolo de comunicación que pueda ser considerado estándar a nivel mundial que garantice la interoperabilidad entre dispositivos con las latencias que exige la Industria 4.0 para sus flujos de información, sino que conviven diferentes plataformas, tanto propietarias como abiertas, que responden a diferentes realidades.

Evidentemente, la industria vasca no alcanza una masa crítica suficiente para influenciar la prevalencia de aquellos estándares que más le puedan convenir, si bien objetivamente su preferencia se decantaría hacia los sistemas abiertos, los cuales abren un mayor abanico de oportunidades para los desarrolladores de tamaño pequeño y mediano.

Usabilidad

La integración por medio de redes de todos los sistemas ligados de una u otra manera a las tareas de manufactura industrial que propugna la Industria 4.0 acarrea un incremento notable del nivel de complejidad. Si bien no importa que en su trastienda o *backstage* los sistemas sean todo lo complejos que sea necesario, sí que es importante que su relación con las personas, su *interface*, su usabilidad en definitiva sea eficiente y poco compleja.

A igualdad de prestaciones técnicas, los sistemas con una mayor usabilidad proporcionan claras ventajas, ya que favorecen la toma rápida de decisiones, ayudan a discernir informaciones contradictorias y disminuyen el tiempo necesario de formación de los usuarios. El diseño de los *interfaces* de relación con el usuario no es un tema ni mucho menos baladí, y puede decantar el éxito o fracaso de un determinado desarrollo. Se trata de asuntos que hasta ahora han estado más bien en un segundo plano de importancia en los ámbitos industriales, pero se puede observar una tendencia clara a incorporar estándares de interacción que se van imponiendo de facto en la vida cotidiana de las personas, tales como las tablets, las apps, etc. Se observa también la incorporación de metodologías y conceptos del mundo del diseño gráfico digital, e incluso la utilización de técnicas de aprendizaje basadas en *serious games*.

Conscientes de la importancia de la usabilidad de los sistemas digitales en su conjunto, el clúster de empresas TEIC del País Vasco Gaia puso en marcha, en fechas recientes, en el marco de una colaboración público-privada, la iniciativa Ergolab¹⁴ con objeto de prestar soporte a las empresas y organizaciones en el desarrollo adecuado de sus interfaces digitales con sus respectivos usuarios. Son dos los principales ámbitos de actuación abordados hasta la fecha, donde uno de ellos está relacionado con el ámbito sanitario, mientras que el otro trata precisamente el ámbito industrial.

Flujo de información y de materiales

Unido a la usabilidad, el flujo de información en plantas de producción es un asunto de importancia capital para una toma rápida de decisiones. Es conveniente en muchos casos, además, incorporar información relativa no solo al proceso productivo en sí, sino también la del propio negocio. Los mayores retos actuales consisten en el análisis de datos disponibles, la gestión de los flujos de información en tiempo real, y la incorporación de la experiencia de los empleados. Los sistemas deben de integrar y discernir informaciones contradictorias.

¹⁴ La iniciativa Ergolab, impulsada por el Departamento de Desarrollo Económico y Competitividad del Gobierno Vasco, a través de su Dirección de Innovación, surgió a principios de 2012, en el marco de la Agenda Digital de Euskadi 2015, y cuyo objetivo principal es facilitar a las empresas el desarrollo de nuevos productos en el sector digital que aseguren su facilidad y experiencia de uso satisfactoria. Se trata de crear servicios digitales o productos más accesibles y fáciles de usar para los ciudadanos. Más información en www.llegolab.com

El flujo de información y materiales en el entorno productivo se monitoriza en estos momentos principalmente de forma asíncrona, por medio de soluciones del estilo ERP. La gestión de estos flujos en tiempo real aparece como un interesante campo de trabajo para desarrollar, como por ejemplo en la integración automática de la cadena cliente-proveedor.

En el País Vasco, y especialmente desde las ingenierías se observa cómo buena parte de la tecnología que permite este tipo de desarrollos existe y está disponible para abordar proyectos de desarrollo, si bien el mayor freno consiste, por un lado, en que no es fácil determinar el grado de retorno de las importantes inversiones que se necesitan, y por otro, la duda de apostar por tecnologías concretas que se vean claramente superadas por otras que puedan estar todavía en desarrollo y no hayan «explorado» hasta el momento. En este sentido puede ser interesante apoyar figuras como los *early-adopters*, que muestren en la práctica las ventajas de la aplicación de dichas tecnologías, ejerciendo un efecto tractor.

Colección y análisis de datos

El acceso potencial y real a cantidades colosales de datos es una nueva realidad con la que se encuentra la empresa actual. Por un lado, desde un punto de vista físico, el estado actual de la tecnología permite disponer de cualquier tipo de sensor imaginable a unos costes verdaderamente comeditos, lo que posibilita obtener todo tipo de información de cualquier variable que intervenga en el proceso de fabricación o en la vida útil de los productos fabricados. Por otro lado, los propios sistemas de información que dispone la empresa, o a los que puede tener acceso, como los simuladores virtuales de ingeniería, gestión de logística, gestión de proveedores/almacén, el ERP, el CRM, las redes sociales, etc., son también una fuente ingente de datos, en formatos más o menos desestructurados. Si a todo ello se añade la posibilidad real de acceso a una capacidad cuasi-infinita de almacenamiento y de procesamiento de la información, se obtiene como resultado que la gestión inteligente de los datos puede marcar un importante diferencial del paradigma Industria 4.0 siempre y cuando se obtenga información útil de los mismos. Conceptos como *Big Data* comienzan a sonar con fuerza por ende de otros quizás más conocidos como *Machine Learning* o *Data Mining*.

En cualquier caso, los agentes en el País Vasco no observan inquietud por parte de sus clientes en la demanda del análisis de datos, lo cual puede estar probablemente causado por la reticencia de las empresas a proporcionar datos potencialmente «sensibles» a terceros, por temas de seguridad, o por la falta de audacia en la inversión en intangibles. Existen *start-ups* y firmas de ingeniería que ofrecen soluciones en este campo, hasta ahora con una demanda casi exclusiva de *early-adopters* fuera de sus fronteras, si bien el grado de satisfacción que se reporta es elevado.

Estrechamente unido al tema de los flujos, existe tecnología disponible para acometer este tipo de proyectos, pero la laxitud actual del mercado hace que sus proveedores estén en estado de vigilancia. Las empresas vascas intuyen que es un tema que puede explotar a medio plazo.

Sostenibilidad

La extensión de regulaciones administrativas en el ámbito de la sostenibilidad otorga un especial protagonismo a temas ligados a la eficiencia. El desarrollo y los avances en las tecnologías de producción van, en muchos casos, parejos a las crecientes imposiciones establecidas por las normativas aplicables, en una carrera sin fin. La flexibilidad y capacidad de adaptación para con la normativa proporcionan ciertas ventajas competitivas, de cara a exigencias sociales y administrativas.

Las regulaciones europeas en materia de sostenibilidad son de las más avanzadas del mundo. En un territorio como el del País Vasco, pequeño y densamente habitado, sin fuentes propias relevantes de materia prima ni de energía, las cuales suponen precisamente entre el 60-70% de los costes, y que concentra una gran actividad industrial, la búsqueda constante de eficiencia es el escenario en el que se desenvuelven las empresas manufactureras, por lo que el grado de cumplimiento es elevado.

3.2. Pilar de las personas

La base que permite plantear un cambio del paradigma productivo hacia el concepto Industria 4.0 es, como se ha visto, la tecnología. Sin embargo, la influencia de las personas que forman parte directa o indirectamente del tejido industrial en la migración hacia el nuevo estadio puede ser determinante en la práctica, así como su influencia sobre las mismas. Aspectos tales como la formación, la cultura social, la adaptación al cambio o el espíritu empresarial, entre otros, modulan la hoja de ruta y el destino final posible, y se convierten en variables sobre las que actuar en caso de plantearse objetivos con cierta ambición a medio y largo plazo.

Formación y cualificación

Una de las principales características del paradigma Industria 4.0 es su carácter holístico, ya que su fortaleza reside en la combinación colaborativa y sinérgica del conocimiento que cada empresa o departamento tiene de su propio producto/proceso/servicio, junto con las posibilidades que abre la aplicación de las TICs, tanto en formatos de negocio tradicionales como en el lanzamiento de nuevos modelos.

La potencia del concepto reside, por consiguiente, en la capacidad de combinación, por lo que además de precisar disponer de la formación especializada actualizada necesaria en cada uno de los campos, cobra fuerza la necesidad de promover perfiles multidisciplinares que, con dominios en diferentes campos, sean capaces de establecer conexiones y dar forma a las visiones estratégicas subsiguientes.

En el País Vasco, la educación superior muestra afortunadamente una flexibilidad cada vez mayor a la hora de construir las carreras, que permiten tanto reorientar las trayectorias como alcanzar perfiles de carácter multidisciplinar. Sin embargo, aunque el 35% de los estudiantes universitarios se decantan todavía por carreras técnicas y científicas, la tendencia es decreciente, y si bien la educación en fabricación es en el País Vasco un punto fuerte, se vislumbra en el futuro una falta de graduados TIC para poder atender las necesidades de las empresas.

La formación profesional (FP) vasca, referente gracias a su modelo de formación dual que combina la educación con la empresa, y también gracias a su participación activa en formación para el empleo, debería de ir adaptando su oferta en este sentido, para seguir alcanzando el elevado nivel de satisfacción que ha venido logrando en la industria. Se da la circunstancia, además, que los propios centros de FP actúan en muchos casos como soporte tecnológico de empresas industriales de menor tamaño.

En cualquier caso, el dinamismo tanto de la tecnología, especialmente en el mundo digital, como de los ámbitos empresarial y social, junto con la manifiesta necesidad de conocimientos multidisciplinarios, convierten a la formación continua en uno de los elementos clave de la Industria 4.0. La oferta en el caso vasco es amplia, especialmente en los ámbitos técnicos y de gestión, si bien sería interesante complementarla con las casi inexistentes actividades formativas en el campo de la estrategia.

Cultura de trabajo y espíritu pionero

No es extraño encontrar, en territorios donde tradicionalmente el peso de una industria propia en su economía ha sido importante, como es el caso del País Vasco, que predominen valores sociales y culturales vinculados al quehacer industrial. Sin ánimo de buscar causalidad, valores como el rigor en el trabajo, el respeto a las personas, la orientación al cliente o un alto grado de cumplimiento de los compromisos suelen estar presentes en esos territorios e influyen, probablemente de forma biunívoca, en la actividad industrial.

En el caso vasco, se ha moldeado en las personas una cultura del «hacer» frente a una cultura del «vender». Si bien lo primero presenta unas ventajas evidentes, la falta de lo segundo puede suponer un freno frente al nuevo paradigma Industria 4.0, donde su carácter combinatorio requiere de actitudes valientes, de pensar de modo no convencional, no sólo en la actividad manufacturera propiamente dicha sino en los modos de proveer valor al cliente.

Asimismo, se puede observar con cierta preocupación que la asunción de riesgos de forma individual no está en el acervo cultural, si bien los nuevos modelos de gestión empresarial, que los empleados aceptan si sus propuestas son serias y coherentes, promueven una cierta asunción colectiva de riesgos, que podría ser aprovechada para promover iniciativas originales.

Como no hay mal que por bien no venga, la reciente crisis económica ha devuelto cierto prestigio a la actividad industrial, lo cual además de volcar la atención de los agentes sobre ella, como por ejemplo la de las empresas TIC, puede redundar en la incorporación de perfiles profesionales variopintos que favorezcan la necesaria apertura de mente que necesita el concepto de Industria 4.0. También en este sentido, promover la incorporación de perfiles extranjeros que aporten una visión multicultural a las diferentes fases de la actividad industrial sería un hecho enriquecedor que impulsaría la promoción del paradigma Industria 4.0.

3.3. **Pilar de organizaciones**

Las organizaciones industriales son al fin y a la postre las grandes protagonistas de la transición al nuevo paradigma Industria 4.0. Son las encargadas de gestionar las cada vez más complejas interrelaciones entre los empleados y los medios productivos a lo largo de la cadena de valor, con un ojo atento a la generación de valor para el cliente que garantice la rentabilidad del modelo, con la suficiente agilidad para adaptarse a nuevos posicionamientos estratégicos que puedan establecerse.

La Industria 4.0 alienta, mediante la combinación inteligente de la tecnología y el replanteamiento de las estrategias de puesta en mercado, evolucionar del *business as usual* a nuevos estadios competitivos. Así, aspectos internos en la cultura de las organizaciones como la valentía o la capacidad de asunción riesgos, la capacidad de visión estratégica de negocio, el grado de internacionalización de la propia empresa o de sus mercados, cobran un especial protagonismo si se comparan únicamente con las capacidades técnico-productivas.

Modelos de negocio

El desarrollo exitoso de nuevos modelos de negocio que complementen, o en el límite sustituyan, el modelo industrial tradicional es uno de las grandes retos que la Industria 4.0 posibilita al mundo manufacturero. Responder a la pregunta de cómo se aporta valor a los clientes puede resultar en un conjunto de estrategias posibles de las que habrá que seleccionar y desarrollar la más conveniente para cada organización en función de su razón de ser.

La incorporación creciente de servicios a los productos o actividades industriales, también conocida como «servitización», apunta a ser casi con toda seguridad una de las claves en el proceso de evolución natural del negocio industrial.

Las TIC son utilizadas por prácticamente todas las empresas industriales, pero rara vez forman parte de la propuesta de valor que ofrecen a sus clientes. Probablemente, el cambio de paradigma exija pasar de una cultura empresarial imperante en el mundo industrial, basada en el control de costes, a otra en la cual el protagonismo se centre en la aportación de valor al cliente.

Las competencias de la industria vasca en el desarrollo y adopción de innovaciones tecnológicas son muy elevadas. El mayor reto reside en la incorporación de innovaciones no tecnológicas, tales como la servitización o la diversificación de modelos de negocio.

Cultura corporativa

El carácter holístico y multidisciplinar del modelo Industria 4.0, acompañado del reducido tamaño medio de la mayor parte de las empresas industriales, hace de la colaboración una herramienta útil para abordar los retos que se plantean.

Un territorio que disponga de una cultura colaborativa real puede presentar una importante ventaja a la hora de acometer un proceso de transformación hacia la Industria 4.0. La existencia, por ejemplo, de asociaciones clúster, promovidas por influyentes expertos como Porter, pueden jugar un papel relevante en aspectos como: la identificación de necesidades y prioridades; la creación de consorcios, de proyectos de cooperación y de grupos de trabajo; la dirección y coordinación de estructuras de uso común; la promoción y difusión de nuevos modelos de negocio a lo largo de las cadenas de valor; la difusión de los resultados de I+D y del trabajo conjunto; y, en general, la cooperación público-privada en diferentes ámbitos

El País Vasco posee una cultura asociativa que puede jugar un papel facilitador para promover la colaboración entre agentes y empresas. No en vano, existe una política clúster con 11 clústeres prioritarios y otros 11 preclústeres, que busca entre otros cometidos alcanzar la colaboración efectiva de sus miembros para la mejora de la posición competitiva del tejido industrial.

Internacionalización

El imparable movimiento de globalización de la economía está detrás de la propia razón de ser del concepto Industria 4.0, el cual busca ofrecer de forma competitiva soluciones que aporten valor a sus clientes independientemente del nivel de renta de los países proveedores, venciendo de esta manera el estadio competitivo basado únicamente en bajos costes.

Si bien en la actualidad buena parte de la competitividad de las industrias de proceso proviene del hecho de que están rodeadas por una maraña de proveedores de bienes y servicios locales que no es fácil de replicar en otros lugares, nada impide suponer que la extensión de herramientas TICs y los nuevos modelos de negocio hagan que la Industria 4.0 sea una partida que se juega a nivel global.

En las últimas décadas se ha producido un importante fenómeno de internacionalización de la industria vasca. Algunas grandes empresas locales que comenzaron con operaciones de exportación han evolucionado hasta convertirse en empresas multilocalizadas con plantas de actividad alrededor del mundo, especialmente en Europa, Latinoamérica y sudeste asiático.

Sin embargo, las empresas TIC locales, que en general se aproximan al mercado como empresas de servicios, encuentran dificultades en la provisión de los mismos a la hora de acometer mercados internacionales. El desarrollo de alianzas con empresas industriales internacionalizadas que busquen subirse al carro de la Industria 4.0, así como trabajar de forma activa la «productización» de sus servicios, pueden ser estrategias válidas para las empresas del sector TIC.

3.4. **Pilar de entorno de negocios**

El desarrollo e implantación de modelos Industria 4.0 en las empresas individuales, y por elevación en el tejido industrial en su conjunto, puede verse favorecido por elementos externos a las mismas. Existen una serie de factores del entorno sobre el que se desarrolla la actividad empresarial que pueden allanar el camino o incluso impulsar una transición rápida y eficaz hacia el nuevo paradigma.

Administración

La Administración debería proporcionar a las empresas un campo de juego con leyes y reglamentaciones claras en aspectos ligados a sus actividades industriales tales como los mercantiles, las telecomunicaciones, la sostenibilidad, las relaciones socio-laborales, y así hasta completar un largo etcétera. Algunos de estos aspectos, importantes para la Industria 4.0, están todavía sin consolidar, como por ejemplo, la regulación referente a la propiedad y residencia de los datos, y pueden desempeñar un importante papel de cara a impulsar el avance del nuevo paradigma.

A partir de ahí, las empresas se pueden encontrar en escenarios en los que las administraciones impulsen políticas industriales activas en mayor o menor grado, de manera que pueden fomentar la evolución del tejido productivo de su territorio. Desde la simple sensibilización, pasando por el alineamiento de agentes o por el desarrollo de programas específicos, hasta incluso la creación de organizaciones *ad-hoc*, las administraciones que rigen los principales países industrializados están empezando a desarrollar de forma generalizada políticas de apoyo para el crecimiento y consolidación de sus respectivos sectores industriales (PCAST 2014, COM 2009, Acatech 2011,...).

En el caso vasco, las administraciones son sensibles para con la industria dado su peso específico en la economía local. Se presta un apoyo proactivo que se sustenta sobre planes elaborados a corto, medio y largo plazo, ajenos a los vaivenes políticos, buscando la transformación y consolidación competitiva de la industria. (DDEC-SPRI 2014, Gobierno Vasco 2014 y 2015).

Capital y mercados

La Industria 4.0 se sustenta sobre una aplicación intensiva de las TIC en la industria manufacturera que da pie al desarrollo de nuevas prácticas, servicios y mo-

dos de aportación de valor a los clientes. La transición hacia estos nuevos escenarios requiere de unas importantes inversiones en intangibles, lo cual exige en muchos casos acudir a fuentes de financiación diferentes de las tradicionales.

La transición hacia este nuevo tipo de industria se verá favorecida en aquellos entornos empresariales en los que la oferta y el acceso a fuentes de financiación de carácter no convencional sean más abundantes y asequibles.

La principal fuente de financiación de las empresas industriales vascas es de carácter tradicional, soportado sobre capital privado, reservas y crédito bancario. A pesar de que existen otras fuentes como los fondos de inversión internacionales o fondos de capital riesgo, tanto públicos como privados, sería deseable incrementar la oferta de financiación no convencional para extender su uso, de forma que las empresas puedan disponer de una herramienta indispensable a la hora de desarrollar estrategias avanzadas. Al ser la Industria 4.0 y la fabricación avanzada una de las grandes apuestas estratégicas del País Vasco, sería deseable promover una mayor implicación y proactividad de instituciones financieras locales como Kutxabank o las EPSV.

El desarrollo de redes de *business angels* que financien y soporten las actividades de las *start-ups* que se generan en el dinámico mundo de las TIC, así como su orientación hacia el mundo manufacturero, son elementos interesantes para favorecer el desarrollo de iniciativas Industria 4.0. Dada la idiosincrasia local, poco amiga del riesgo individual, es quizás más interesante realizar esfuerzos en una línea similar pero más centrada en el intraemprendizaje que en el emprendimiento *ex novo*.

Las empresas vascas son proveedoras de mercados con un elevado nivel de exigencia, lo cual es un elemento que favorece la búsqueda continua de creación valor. Se trata de mercados con un nivel de competencia brutal, que exigen estar al cabo de las mejores prácticas y en la avanzadilla del conocimiento, pero que reconocen las mejoras en este sentido.

4. CONCLUSIONES

Prácticamente en todos los países avanzados ha tenido lugar una toma de conciencia de la relevancia que posee el mantenimiento de la manufactura en sus territorios para su futuro desarrollo, así como de que la estructura y organización de la producción manufacturera deberá experimentar profundos cambios para que ese mantenimiento pueda tener lugar. El peso de la actividad manufacturera y la tendencia evolutiva mostrada por ésta en las últimas décadas difiere sustancialmente de unos lugares a otros, lo que sienta bases de partida muy diferentes para las estrategias de desarrollo de la industria que se plantean en unos y otros lugares. Así, frente a estrategias como la estadounidense, que propone planteamientos muy abiertos y pragmáticos (no centrándose exclusivamente en las TIC e internet, sino atendiendo

a todas las nuevas tecnologías que pueden impactar en ese mundo) para tratar de regenerar una industria manufacturera que había perdido, la estrategia alemana conocida como Industria 4.0 persigue mantener el liderazgo mundial de su industria y está más focalizada en toda la problemática que implica la integración de Internet de las cosas en el mundo de la producción industrial. Esta última plantea una «estrategia dual»: ser los líderes industriales, porque el quehacer de su tejido empresarial se ha digitalizado (óptica de demanda), y ser los líderes en la provisión a todo el mundo de todos los componentes de los sistemas ciber-físicos que la industria del mañana va a requerir (óptica de oferta). La prioridad otorgada por Alemania a la apuesta digital se explica no solo por la toma de conciencia de la capacidad transformadora que tiene la integración de las TIC e Internet en el mundo de la producción, sino también porque en aspectos clave del mundo digital (operadores en internet, servicios en la nube...) Alemania marcha rezagada con respecto a EE.UU.

El País Vasco, al igual que Alemania, tiene una estructura económica muy sustentada en la industria, país al que se ha mirado con frecuencia a la hora de construir su sistema de innovación y organizar sus políticas (por ejemplo, al diseñar su política tecnológica, muy basada en centros tecnológicos, inspirada en el modelo alemán de los institutos Fraunhofer). En tal sentido, al País Vasco le resulta más próximo y aplicable el modelo de desarrollo industrial alemán que el estadounidense. No obstante, a la hora de inspirarse en estrategias de desarrollo industrial, no habría que minusvalorar las notables diferencias entre las realidades industriales vasca y alemana.¹⁵

Aun operando con frecuencia en actividades similares (por ejemplo, automoción), el papel que las empresas vascas ocupan en las cadenas de valor y, ligado también a ello, el tamaño y carácter innovador de éstas son notablemente inferiores a las alemanas. El porcentaje de producción correspondiente a la manufactura de producto propio es mucho mayor en Alemania que en el País Vasco, lugar este último donde las empresas son más de proceso que de producto, lo que afecta mucho a la aplicación e impacto de los principios de Industria 4.0. Además, aun habiendo logrado desarrollar un sector TIC relativamente importante, está generalizada la opinión de que la interacción entre éste y las empresas manufactureras es insatisfactoria y de que, debido en parte a una falta de desarrollo de la cultura de los intangibles, son muy pocas las empresas manufactureras vascas que han integrado las TIC en sus propuestas de valor. Adicionalmente, mientras que Alemania se sitúa entre los países líderes en la integración de las nanotecnologías, biotecnologías, nuevos materiales, fotónica... en la actividad productiva (véase Butter *et al.*, 2014), en el País Vasco, a pesar de la gran apuesta realizada por el Gobierno

¹⁵ Por supuesto, además de las diferencias derivadas de la comparación de lo que es una región (País Vasco) con un estado (Alemania), o de otros importantes factores de carácter más institucional que afectan sustancialmente el desarrollo de tales actividades económicas (como, por ejemplo, puede ser la misma realidad sindical o la relación banca-industria).

Vasco en algunos de estos campos y las notables capacidades científico-tecnológicas en ellas generadas, el grado de introducción de las nanotecnologías y bio-ciencias por las empresas vascas es muy pequeño todavía.

En este contexto, resulta lógica la reorientación hacia la Industria 4.0 que el Gobierno Vasco parece querer llevar a cabo en su estrategia de fabricación avanzada. No obstante, dada la diferente situación que en nanotecnologías y otras áreas científico-tecnológicas presenta el País Vasco con respecto a Alemania, la estrategia vasca de fabricación avanzada debería explícitamente tratar de impulsar la introducción de tales tecnologías en sus empresas.¹⁶ La denominación Basque Industry 4.0 de la estrategia vasca de fabricación avanzada puede dejar un tanto oculto este último propósito, puesto que en la Industria 4.0 de Alemania las nanotecnologías, nuevos materiales y demás quedan fuera del marco de actuación y se podría pensar que en el País Vasco se va a hacer otro tanto.

Independientemente del alcance de la estrategia vasca con respecto a la alemana, el enfoque de estrategia dual que proyecta esta última parece más adecuado que la división entre agentes científico-tecnológicos, proveedores y usuarios que plantea el documento sobre la estrategia de fabricación avanzada del Gobierno Vasco.¹⁷ Organizar las actuaciones y programas conforme a esas dos posibles dimensiones de la estrategia de fabricación avanzada puede resultar más útil y claro.

Otra cuestión relevante para las políticas es la que resulta de la discusión, aparentemente de naturaleza nominalista, sobre si la Industria 4.0 hay que afrontarla como evolución o revolución. A diferencia de lo sucedido en el mundo de las biotecnologías y nanotecnologías, en que emergen nuevos campos ligados a avances en el conocimiento científico e instrumental (véase Meyer 2007 y 2011; Rothaermel y Thursby, 2007), tal como se ha expuesto en un apartado anterior, en Industria 4.0 no hay una revolución científica o tecnológica de base, sino que el cambio surge de combinar la tecnología, en gran medida ya existente; de innovar de manera sistémica (con «clústeres de innovaciones») y duradera en el tiempo. Es, fundamentalmente, en los aspectos que no son puramente tecnológicos (p.e. modelos de negocio, capacitaciones y habilidades del personal...) donde el cambio es de naturaleza más revolucionaria; y son igualmente los avances o cambios que tengan lugar en esos

¹⁶ Con la reordenación puesta en marcha por el Gobierno Vasco, de agentes como los Centros de Investigación Cooperativa (CIC) integrantes de la red vasca de ciencia y tecnología, se quiere atacar ya esa falta de conexión entre el desarrollo de capacidades científico-tecnológicas y la actividad económico-industrial. Pero tales actuaciones son de carácter horizontal, y sería necesario impulsar actuaciones ligadas específicamente a la fabricación avanzada, de carácter más temático o vertical.

¹⁷ Como señala Orkestra (2015: 120): «En realidad, los mercados principales o usuarios de los fabricantes de máquina herramienta vascos no son los OEM y empresas Tier 1 y Tier 2 de la CAPV, sino que están situados en otros países. Por otro lado, los sectores de forja, fundición, etc., que aparecen como proveedores, son también sectores usuarios de tecnologías y equipos de fabricación avanzada. A este respecto, el planteamiento «dual» de la estrategia alemana de Industria 4.0 resulta más claro».

otros aspectos institucionales y organizacionales (por ejemplo, regulación apropiada de la propiedad de la información) de los que dependerá el grado de implantación y desarrollo real de la Industria 4.0 y de que impacte finalmente en la producción industrial. En la medida en que los agentes sigan creyendo que Industria 4.0 trata sobre la tecnología de la empresa del mañana, efectivamente habría que hablar de evolución; pero en la medida en que se sea consciente de su vertiente no puramente tecnológica, de su carácter sistémico y persistencia en el tiempo, ciertamente se trataría de una revolución. Los decisores públicos deberían tratar de primar los mensajes y actuaciones de esta última sobre la primera. En el caso de las TIC, por ejemplo, eso se concretaría en que deberían impulsarse los programas y actuaciones destinadas a que las empresas integren éstas en sus propuestas de valor, frente a aquellos orientados a apoyar la incorporación de las TIC como mera herramienta de soporte (o de mejora de eficiencia operativa, en la terminología porteriana). E, igualmente, aunque sin rechazar ninguno, en principio parecerían preferibles los programas y actividades que inciden sobre las mejoras de las características de los productos y los posicionamientos estratégicos de las empresas, sobre aquellos que persiguen puras mejoras de costes y de eficiencia operativa.

Hagamos, por último, una breve referencia a la organización y papel de los actores que deberían estar implicados en el desarrollo de tal estrategia en el País Vasco.

En primer lugar, habría que hacer mención de la especial complejidad organizativa que presenta la estrategia de fabricación avanzada con respecto a las otras prioridades temáticas elegidas por la estrategia de especialización inteligente, RIS3, del País Vasco: energía (con una asociación clúster ya consolidada) y biociencias (con una asociación joven en proceso de conversión en auténtica asociación clúster). En efecto, debido en gran parte al mayor rango y complejidad de las actividades y actores incluidos en esta prioridad, cabría considerar la fabricación avanzada como una plataforma económico-tecnológica que requiere un tipo especial de meta-organización.¹⁸ Para liderar el desarrollo de esta estrategia, recientemente se ha creado un llamado «grupo de pilotaje», con representación del Gobierno, de la red vasca de ciencia-tecnología e innovación y clústeres-empresas. Más en concreto, en dicho grupo de pilotaje toman parte el Departamento de Desarrollo Económico y Competitividad, las agencias SPRI e Innobasque, las alianzas tecnológicas Tecnalia e Ik4, la Corporación Mondragón (representada por su universidad), representantes de las aso-

¹⁸ Mientras que las biociencias pueden suponer en torno al 0,5% del PIB de la CAPV y la energía un 5%, la fabricación avanzada, incluidas las actividades de servicios a ella ligadas, puede suponer en torno al 25% (Orkestra, 2015). Muchas de las actividades que entran bajo tal estrategia a su vez están organizadas en asociaciones clúster o preclúster. De modo que, como indica Orkestra (2015), la fabricación avanzada constituiría más una plataforma económico-tecnológica que un clúster, y requeriría una meta-organización de nuevo tipo que coordine agentes que pertenecen a actividades que exhiben variedad relacionada y con existencia de externalidades de red. [Sobre el concepto de plataforma económico-tecnológica, véase más en particular Gawer, 2014].

ciaciones clúster de automoción, energía, máquina herramienta y TIC-electrónica, y el CIC Margune.¹⁹

Aunque todavía el proceso está en sus inicios y no se dispone de mucha información al respecto, todo parece apuntar a que algunos agentes clave del proceso, desde el modelo de Industria 4.0 expuesto en este documento, no están presentes en los grupos de pilotaje. Dejando a un lado si lo están todos los principales agentes de cada categoría (gobierno, infraestructuras de I+D y clústeres/empresas) recogida en el párrafo anterior,²⁰ resulta extraño que, visto que en gran medida el reto en Industria 4.0 es integrar tecnologías existentes, más que la creación de nueva tecnología, y que el éxito de su implantación e impacto económico depende mucho de las innovaciones organizativas y de modelos de negocio, no haya presencia en el grupo de pilotaje de representantes de ámbitos como las ingenierías, las consultoras e incluso el mundo financiero. E igualmente, habida cuenta del papel capital que en todo el modelo de Industria 4.0 tienen las personas y su cualificación, así como el importante papel que los centros de formación profesional deben cumplir en la formación de los nuevos perfiles de personas requeridos, parecería que ese colectivo de centros –que tan fuerte y organizado está en el País Vasco– debería estar presente en tales grupos de pilotaje. Ello favorecería el abordaje de medidas para paliar la previsible escasez de personal apropiado para la fabricación avanzada en un futuro próximo que actualmente señalan los expertos.

¹⁹ Véase Irekia (herramienta digital de comunicación del Gobierno Vasco), 30 de junio de 2015.

²⁰ Por ejemplo, departamentos gubernamentales con importante incidencia en fabricación avanzada no están presentes, ni tampoco agentes científicos clave (UPV-EHU, Universidad de Deusto, los BERC y CIC físicos...), ni asociaciones clúster y grupos de empresas clave (asociación clúster de aeronáutica, marítimo, medio-ambiente...). Hay que advertir, no obstante, que el que no participen en el comité director y en la comisión delegada, no significa que luego en los múltiples grupos de trabajo temáticos que se creen no vayan a participar o colaborar los agentes no incluidos en ese comité director y en la comisión delegada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACATECH (2011): *Cyber-Physical Systems. Driving force for innovation in mobility, health, energy and production*. Disponible en: http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Stellungnahmen/acatech_POSITION_CPS_English_WEB.pdf (accedido el 16/09/2015).
- BRESNAHAN, T. (2010): General purpose technologies. En Hall, B. y Rosenberg, N. (eds), *Handbook of Economics of Innovation*, Vol. 2, Elsevier. (pp. 761-791).
- BRESNAHAN, T.F. Y TRAJTENBERG, M. (1995): General Purpose Technologies: 'Engines of Growth?'. *Journal of Econometrics* 65: 83-108.
- BUTTER, M., FISCHER, N., GIJSBERS, G., HARTMANN, C., HEIDE, M. Y VAN DER ZEE, F. (2014): *Horizon 2020: Key Enabling Technologies (KETs), Booster for European Leadership in the Manufacturing Sector*. European Parliament. IP/A/ITRE/2013-01 PE 536.282.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS COM (2009) 512 final: Preparar nuestro future: desarrollo de una estrategia común en la UE para las tecnologías facilitadoras esenciales.
- DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO Y COMPETITIVIDAD-SPRI (2014): *Estrategia de Fabricación Avanzada 2020*. Bilbao, presentación, 18 de noviembre.
- DOSI, G. (1982): Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants, and directions of technical change. *Research Policy* 11: 147-162.
- DRATH, R. Y HORCH, A. (2014): Industrie 4.0: Hit or Hype? *IEEE Industrial Electronics Magazine* 8 (2): 56-58.
- EVANS, P.C. Y ANNUNZIATA, M. (2012): *Industrial Internet: Pushing the boundaries of Minds and Machines*. General Electric. Disponible en: http://www.ge.com/docs/chapters/Industrial_Internet.pdf (accedido el 16/09/2015).
- FIELD, A.J. (2008): Does Economic History Need GPTs? SSRN eLibrary.
- FREEMAN, C., CLARK, J. Y SOETE, L. (1982): *Unemployment and Technical Innovation: A Study of Long Waves and Economic Development*. London: Frances Pinter.
- GAWER, A. (2014): Bridging Differing Perspectives on Technological Platforms: toward an Integrative Framework. *Research Policy* 43: 1239-1249.
- GOBIERNO VASCO (2014): *RIS3 Euskadi. Prioridades estratégicas de especialización inteligente de Euskadi*. Bilbao, abril.
- (2015): *PCTI Euskadi 2020. Una estrategia de especialización inteligente*. Bilbao.
- INBENZHAP (2014): *International Benchmark «Industrie 4.0». Benchmarking interview*.
- IT'S OWL (2015): *Intelligent Technical Systems*. Disponible en <http://www.its-owl.com/industry-40/evolution-not-revolution/> (accedido el 15/09/2015)
- KAGERMANN, H., WAHLSTER, W. Y HELBIG J. (2013): *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group*. April 2013. Fráncfort: Acatech. Disponible en http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report_Industrie_4.0_accessible.pdf (accedido el 16/09/2015).
- LIPSEY, R., KENNETH, I.C. Y CLIVE B. (2005): *Economic Transformations: General Purpose Technologies and Long-term Economic Growth*. Oxford: Oxford University Press.
- LOFFER, M. Y TSCHIESNER, A. (2013): The Internet of things and the future of manufacturing. *McKinsey Company, Insights & Publications*. Disponible en: http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/the_internet_of_

things_and_the_future_of_manufacturing (accedido el 16/09/2015).

MANGEMATIN, V., ERRABI, K. Y GAUTHIER, C. (2011) : Large players in the nanogame: dedicated nanotech subsidiaries or distributed nanotech capabilities? *Journal of Technology Transfer* 36: 640–664.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE (2012): *Manufacturing the future: The next era of global growth and innovation*. Londres: McKinsey & Company.

MEYER, M. (2007): What do we know about innovation in nanotechnology? Some propositions about an emerging field between hype and path-dependency. *Scientometrics* 70 (3): 779–810.

MEYER, M., LIBAERS, D. Y PARKS, J-H. (2011): The Emergence of Novel Science-related Fields: Regional or Technological Patterns? Exploration and Exploitation in United Kingdom Nanotechnology. *Regional Studies* 45 (7): 935–959.

MOWERY, D.C. (2011): Nanotechnology and the US national innovation system: continuity and change. *Journal of Technology Transfer* 36: 697–711.

OECD (2015): *OECD Digital Economy Outlook 2015*. Paris: OECD Publishing.

ORKESTRA (2015): *Cuadernos del Informe de Competitividad del País Vasco 2015. Número 3: Sectores y clústeres*. Bilbao: Publicaciones Deusto.

PCAST (THE PRESIDENT'S COUNCIL OF ADVISORS ON SCIENCE AND TECHNOLOGY) (2011): *Ensuring American Leadership in Advanced Manufacturing*. Report to the President. Executive Office of the President.

— (2014) (THE PRESIDENT'S COUNCIL OF ADVISORS ON SCIENCE AND TECHNOLOGY): *Accelerating US Advanced Manufacturing. Report to the President*. Executive Office of the President.

PORTER, M.E. Y HEPPELMANN, J.E. (2014): How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review* 92: 11–64.

ROLAND BERGER (2014): *Industry 4.0. The new Industrial revolution. How Europe will succeed*. Disponible en: https://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_TAB_Industry_4_0_20140403.pdf (accedido el 16/09/2015).

ROTHAERMEL, F. Y THURSBY, M. (2007): The nanotech versus the biotech revolution: Sources of productivity in incumbent firm research. *Research Policy*, 36(6), 832–849.

SAPHIRA, P. Y YOUTIE, J. (2008) : Emergence of nanodistricts in the United States. Path dependency or new opportunities? *Economic Development Quarterly* 22 (3): 187–199.

SCHUH, G., POTENTE, T., VARANDANI, R., HAUSER, C. Y FRÄNKEN, B. (2014): Collaboration Moves Productivity To The Next Level. *Procedia CIRP* 17 (2014): 3 – 8.

SCHUH, G., POTENTE, T., WESH-POTENTE, C., WEBER, A.R. Y PROTE, J-P. (2014): Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industrie 4.0. *Procedia CIRP* 19 (2014): 51–56.

SLASKY, I. (2015): *Industry 4.0: Revolution or Evolution?* Disponible en: <http://blog.fieldone.com/industry-4.0-revolution-or-evolution> (accedido el 15/09/2015).

USHER, A.P. (1954): *A History of Mechanical Inventions*. Cambridge: Harvard University Press.

Formación de profesionales para la empresa del siglo XXI

Las sucesivas revoluciones industriales han supuesto cambios económicos y sociales relevantes. En la actualidad, la irrupción de la tecnología digital en la industria ha dado lugar a lo que se conoce como Industria 4.0, creando nuevos modelos de negocio y, por ende, nuevos modos de trabajar. En este contexto, se necesitan trabajadores con conocimientos y habilidades diferentes a los requeridos en la empresa de la primera revolución industrial. Ahora la clave de la productividad no está en la destreza física, sino en cómo utilizar la cantidad ingente de información que producimos para ofertar mejores soluciones. La empresa actual requiere un nuevo tipo de profesional que combine habilidades transversales con conocimientos específicos y facilite la adaptación a diferentes disciplinas y la interrelación de conocimientos de distintas áreas (profesional *T-Shaped*), por lo que las universidades tendrán que adaptar sus currículos para abordar con éxito este nuevo reto.

Industria-iraultzen ondorioz, ekonomian eta gizartean aldaketa garrantzitsuak gertatu dira. Gaur egun, teknologia digitala industrian sartzearen ondorioz 4.0 Industria esaten zaiona sortu da, eta negozio-eredu berriak ez ezik, lan egiteko modu berriak ere eragin ditu. Testuinguru horretan, egun behar diren langileek izan behar dituzten trebetasun eta ezagutzak ez datoz bat lehen industria-iraultzaren garaiko enpresetan beharrezkoak zirenekin. Orain, produktibitatearen gakoa ez da trebezia fisikoa, baizik eta sortzen dugun egundoko informazio pila hori nola erabili jakitea, konponbide egokienak eskaintzeko. Gaur egungo enpresetan profesional mota berri bat behar da, zeharkako trebetasunak eta ezagutza espezifikoak uztartzen dituen profesionala, hainbat diziplinatara egokitzea eta hainbat eremutako ezagutzak elkarlotzea ahalbidetzen duela (T-Shaped profesionala); hortaz, unibertsitateek curriculumak egokitu egin beharko dituzte, erronka berri hori gainditu nahi badute.

The successive industrial revolutions have brought with them substantial economic and social changes. The introduction of digital technology into industry is currently giving rise to what is known as Industry 4.0, creating new business models and therefore new ways of working. In this context, the knowledge and abilities required of workers are different from those required by firms in the first industrial revolution. The key to productivity no longer lies in physical skills but in knowing how to use the huge quantity of information produced so as to provide the best solutions. Today's businesses require a new type of professional capable of blending cross-sectoral skills with specific expertise, adapting easily to different disciplines and linking knowledge from different areas («T-shaped professionals»). Universities therefore need to adapt their syllabuses if they are to meet this new challenge successfully.

Esperanza Marcos Martínez M^a Luz Martín Peña

Grupo de Investigación Kybele, Universidad Rey Juan Carlos

175

Índice

1. Industria 4.0. De la Sociedad Industrial a la Sociedad de los Servicios
2. El profesional de la empresa del siglo XXI. Profesionales *T-Shaped*
3. El ingeniero de servicios. Un profesional *T-Shaped* para la Industria 4.0
4. Formación de profesionales *T-Shaped*. Aplicación a empresas de servicios
5. Conclusiones

Referencias bibliográficas

Palabras clave: Industria 4.0., servicios, tecnología, digitalización, formación, profesionalización.

Keywords: Industry 4.0, services, technology, digitalization, training, professionalization.

Nº de Clasificación JEL: O33, J44, L20.

1. INDUSTRIA 4.0: DE LA SOCIEDAD INDUSTRIAL A LA SOCIEDAD DE LOS SERVICIOS

El siglo XIX y principios del XX fueron el escenario de un importante cambio social que vino determinado por la revolución industrial. Desde entonces, tanto la industria como la sociedad han sufrido transformaciones importantes. La tecnología, sin duda, ha sido un factor determinante en este cambio, permitiendo que el trabajo manual y repetitivo haya sido paulatinamente sustituido por las máquinas en pro de un trabajo más cualificado y creativo. Así, la aparición del ordenador personal, unido a la mejora de los procesos informáticos, dio lugar a lo que se denominó la sociedad de la información y, posteriormente, del conocimiento.

Agradecimientos: esta investigación ha sido parcialmente financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España a través del proyecto ELASTIC (TIN2014-52938-C2-1-R); por el Gobierno de la Comunidad de Madrid, proyecto SICOMORo-CM (S2013/ICE-3006); y por el Grupo de Excelencia Investigadora en Service Science, Management and Engineering-GES2ME (Ref. Orgánica 30VCPIGI05), co-financiado por la Universidad Rey Juan Carlos y el Banco Santander.

Más tarde, la llegada de internet, la posibilidad de interconexión desde lugares remotos, y la aparición de tecnologías como la *Wifi* y el *Cloud*, han evolucionado aún más la sociedad, transformándola en globalizada. En este contexto, los productos por sí solos pierden interés y las empresas, cada vez más, ofertan *Smart Products*, como por ejemplo, coches que se conducen solos, proporcionando así un valor añadido al usuario. En este contexto, diferentes autores hablan de *Internet Industrial* (Evans y Annunziata, 2012) en relación a la integración de software en maquinaria y dispositivos tradicionales por medio de sensores, o *Industria Integrada* (Baines *et al.*, 2009), *Industria Inteligente* (Manufactura Inteligente) (Wiesmüller, 2014), etc.

En efecto, en los últimos años se constata una rápida transformación de todos los sectores económicos propiciada por la tecnología. Es lo que se ha denominado *Industria 4.0*, haciendo referencia a la cuarta revolución industrial. La Industria 4.0 surge por la introducción de la tecnología digital en la industria, y lleva consigo cambios como la especialización de la cadena de valor, la conectividad entre diferentes actores, así como nuevas formas de competir para atender a clientes cada vez más exigentes. Los cambios afectan a muchas variables implicadas en la actividad empresarial, como productos, procesos, sistemas o clientes, así como también a estructuras organizativas y modelos de negocio. El intercambio continuo de datos en tiempo real permite mayor flexibilidad y rapidez, lo que incide directamente en la rentabilidad y la productividad. La Industria 4.0 anticipa una mayor efectividad operacional y el desarrollo de nuevos productos y servicios, lo que implica sin duda también el cambio en los modelos de negocio. La amplitud de los cambios es mayor en aquellos entornos en los que la información es más necesaria.

En el entorno Industria 4.0 aparecen los sistemas *ciberfísicos* (CPS, del inglés *Cyber Physical Systems*). Se conciben como redes donde la tecnología de la información se conecta con componentes electrónicos y mecánicos, difuminando los límites entre el mundo virtual y el real. Los sistemas *ciberfísicos* los forman productos y procesos innovadores en un escenario de manufactura inteligente, en conexión con infraestructuras también inteligentes, y todo ello para un mercado interconectado. Es el Internet de las Cosas que, integrado con el Internet de los Servicios en los procesos de manufactura, ha iniciado la cuarta revolución industrial (Kagermann *et al.*, 2013).

La tecnología se convierte así en un valor crítico para la industria. La digitalización e interconexión, la información, el *big data*, el control remoto, o la ciberseguridad, convierten a la producción industrial en una manufactura flexible. Esto permite una mayor cercanía entre el cliente y el negocio, dando lugar a productos y servicios con un alto grado de individualización, lo que lleva consigo una mayor satisfacción por parte del cliente. El resultado es una estrecha vinculación entre la producción de bienes y la generación de servicios. De forma generalizada, se incorporan servicios a los productos, lo que se conoce como *servitización* de la manufactura (Baines, 2009). En un paso más, los productos pasan a concebirse como servicios, porque los clientes ya no quieren el producto sino el uso del mismo. No compramos

un *smart phone*, sino la posibilidad de usar el WhatsApp, de ver el tiempo que hará el fin de semana, o de leer el correo electrónico. El cliente demanda soluciones.

Según Herman *et al.*, (2015), Industria 4.0 es un término colectivo que incluye la tecnología y conceptos de la cadena de valor. Las fábricas inteligentes se estructuran modularmente y los sistemas cibernéticos crean una copia virtual del mundo físico que permite decisiones descentralizadas. Mediante el Internet de las Cosas, los sistemas cibernéticos se comunican y cooperan entre ellos y con los recursos humanos en tiempo real, permitiendo ofertar y utilizar servicios internos y externos.

En el sector servicios, el escenario es parecido. La innovación tecnológica ha propiciado una rápida innovación, una elevada participación del cliente en el diseño de los servicios, y en suma, una flexibilidad tan alta que la adaptación al cliente es total. Surge así lo que se denomina el «sector cuaternario», que se caracteriza por servicios basados en el conocimiento (contenido intelectual, información, investigación, desarrollo, innovación) y con un fuerte componente tecnológico. Este sector se desarrolla cuando ya existe un sector terciario (de servicios) asentado, por lo que vendría a ser una evolución del mismo a partir de un mayor grado de complejidad de la economía. Las empresas invierten en estos servicios, especialmente vinculados a I+D+i, con la perspectiva de asegurar un crecimiento futuro. La investigación se orienta, de este modo, a la reducción de costes, a la expansión de mercados, o a la generación de ideas innovadoras y nuevos métodos de producción. Los servicios dominan de tal forma la actividad económica, que ya podemos hablar de la *sociedad de los servicios*. No en vano, en las sociedades desarrolladas los servicios en sus diferentes tipos representan hasta el 80% del PIB y dan empleo hasta al 75% de la población activa.

En el nuevo escenario de manufactura avanzada y de industria 4.0, los servicios juegan por tanto un papel fundamental. Así, los servicios de la empresa, los sistemas ciberfísicos y los recursos humanos están disponibles a través del Internet de los servicios y pueden ser utilizados por distintos participantes, tanto dentro como fuera de la empresa (Herman *et al.*, 2015). En suma, la Fábrica Inteligente se basa en una arquitectura orientada a servicios. Y muchos de estos servicios están basados en el procesamiento de una gran cantidad de datos, facilitando modelos analíticos para la toma de decisiones, dando así lugar a los denominados servicios inteligentes. Un ejemplo es el mantenimiento predictivo, basado en datos en tiempo real sobre el uso de sistemas productivos. Los servicios inteligentes posibilitan la Industria 4.0 y serán clave como elemento diferenciador de la misma.

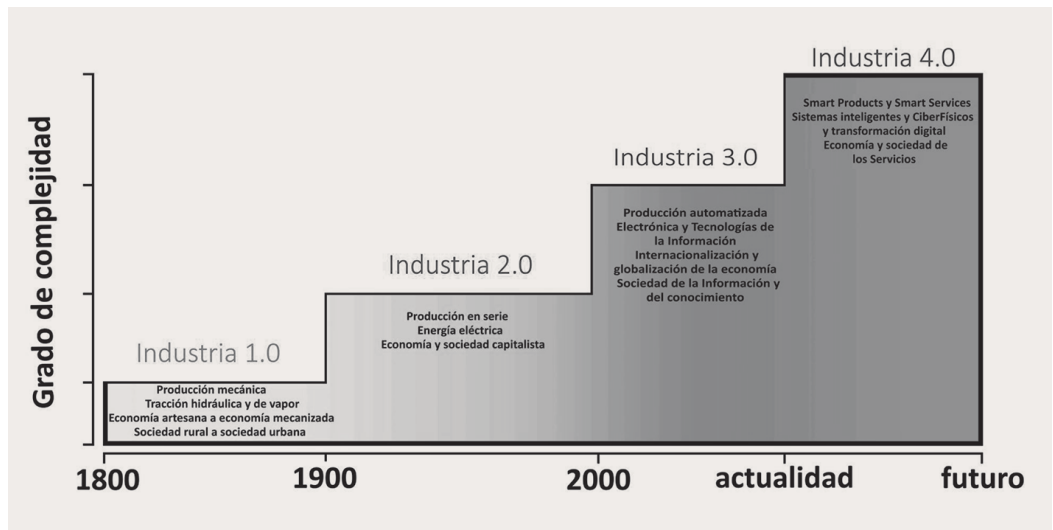
De esta forma, la complementariedad entre sector industrial y de servicios es evidente. Además, la globalización no se entiende sin los servicios de transporte, de comunicaciones y financieros. La producción en un contexto internacional requiere soluciones de logística y distribución, que son suministradas en gran parte por empresas de servicios.

Desde la primera revolución industrial hasta la cuarta, o desde la Industria 1.0 a la 4.0 (gráfico nº 1), se van produciendo cambios de paradigma económico, social, tec-

nológico y cultural. La primera, o Industria 1.0, viene marcada por la introducción de la producción mecánica con sistemas de tracción hidráulica y de vapor. Se produce una transformación económica y social muy importante, al pasar de una *economía rural y artesana* a una *urbana y mecanizada*. La segunda revolución da lugar a la Industria 2.0 y se caracterizó por la producción en serie y el uso de sistemas eléctricos. Se asiste al nacimiento de industrias como la química, la eléctrica o la automovilista. En el plano económico y social, se asienta *el capitalismo*. En la tercera, o Industria 3.0, se incorporan las tecnologías de la información y la microelectrónica. Las empresas desarrollan una clara estrategia de internacionalización, multiplicando las innovaciones y aumentando la I+D. Esta etapa da lugar a la *sociedad de la información y del conocimiento*.

La cuarta revolución industrial, Industria 4.0, es la de los sistemas inteligentes e interconectados y la transformación digital. La cadena de valor se organiza y gestiona a lo largo de todo el ciclo de vida de los productos. Esta etapa da lugar a una nueva manera de entender la empresa y los negocios, caracterizándose por la prevalencia del servicio respecto del producto y dando lugar a una sociedad de consumo continuo de servicios; es la *sociedad de los servicios*.

Gráfico nº 1. **EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA Y LA SOCIEDAD**



Fuente: Elaboración propia.

El diseño y procesamiento de los servicios que surgen de la transformación digital necesita trabajadores con unos conocimientos y habilidades distintivos, sin los cuales esta transformación no es posible. Además, es necesario contar con personal cualificado para cubrir la brecha que existe entre el cambio tecnológico producido por la irrup-

ción digital en la empresa y el cambio de modelo de negocio que la digitalización lleva asociado. Innovación, cooperación y tecnificación necesitan de formación adecuada.

Tras esta introducción, el resto del artículo se estructura del siguiente modo: a) la sección segunda describe las características que debe poseer un profesional para la empresa del siglo XXI; la sección tercera se centra en un profesional concreto, el Ingeniero de Servicios, que será la clave de la productividad en la etapa de la Industria 4.0; la sección cuarta describe cómo y dónde puede formarse este tipo de profesional en la actualidad; por último, la sección quinta resume las principales conclusiones y deja líneas de trabajo abiertas.

2. **EL PROFESIONAL DE LA EMPRESA DEL SIGLO XXI: PROFESIONALES T-SHAPED**

En la sociedad pre-industrial, el trabajo era manual y la productividad se basaba casi exclusivamente en la destreza física del trabajador. Con la llegada de la revolución Industrial se producen importantes cambios. Así, F. W. Taylor (1856-1915) propone mejorar la productividad indicando al obrero qué movimientos realizar y en qué tiempos, desligando de esta forma la productividad de la destreza física. H. Ford (1863-1947) completa esta idea resolviendo el modo de incrementar la productividad en la coordinación de las tareas individuales a través de la invención de la línea de ensamblaje. La combinación de ambas contribuciones resuelve el problema de la productividad en el trabajo manual, dando lugar al concepto de empresa tal y como lo conocemos hoy.

La idea de Taylor se basa en separar el trabajo manual que realiza el obrero del trabajo intelectual de diseño realizado por el ingeniero, lo que a su vez genera dos perfiles profesionales claramente separados cuya formación y cualidades también deben de ser diferentes. El obrero debe limitarse a ejecutar las órdenes sin que se le permita pensar. Por el contrario, el ingeniero es el responsable de diseñar qué y cómo debe hacerse, por lo que a él sí le está encomendada la tarea de pensar (Echevarría, 2008).

En este contexto, la educación estaba orientada principalmente a la formación de personas capaces de efectuar tareas manuales y repetitivas con agilidad y destreza y capaces de acatar órdenes sin cuestionárselas y «sin pensar». La clase magistral donde el alumno es un ente pasivo; la memorización de contenidos, la repetición de actividades como frases que se escribían una y otra vez, eran el núcleo central de los métodos pedagógicos de las escuelas y que, con muy poca variación, llegaban a las universidades. La película «La Educación Prohibida» (La Educación Prohibida | Un proyecto audiovisual para transformar la educación, 2012 www.educacionprohibida.com) muestra el tipo de educación al que nos referimos.

Durante décadas, la mayor parte de las universidades han seguido este tipo de métodos de enseñanza, donde el alumno jugaba un papel pasivo, como mero recep-

tor de información. Esta concepción ha ido cambiando, acercándonos cada vez más a un modelo de enseñanza donde el alumno es el responsable de su aprendizaje. Sin embargo, aún es necesario avanzar más en esta dirección. Así, por ejemplo, la mayor parte de las universidades continúan impartiendo materias «enlatadas», lo que provoca que los alumnos tengan el conocimiento de cada materia en «compartimentos estancos» y sin apenas interconexión entre ellos, dando así lugar a profesionales con islas de saber desconectadas entre sí (Spohrer *et al.*, 2012). Y, nada más lejos del profesional que requiere la empresa actual, basada, como hemos visto, en la interconexión que caracteriza a la Industria 4.0. Por otra parte, el papel que juegan las nuevas tecnologías en la Industria 4.0 hace necesaria una formación intensiva en estos aspectos. Sin embargo, las Escuelas de negocios, en términos generales, incluyen los contenidos en tecnología como contenidos colaterales de su formación, en lugar de considerarlos como parte del *core* del currículum, dejando estos contenidos en el dominio de las escuelas de tecnología e ingeniería (Neely, 2011).

Estamos pasando de una *sociedad industrial* a una *sociedad de servicios*, donde éstos se convierten en el motor de la economía. Sin embargo, cuando nos planteamos alternativas para la salida de la crisis —cómo aumentar la productividad de nuestras empresas, o cómo generar valor añadido—, seguimos pensando en términos de la etapa industrial. Lo cierto es que las soluciones a la productividad de la industria clásica, basadas en el modelo productivo de Taylor, que se centraba en la mejora del trabajo manual y repetitivo, no son aplicables a la nueva sociedad de los servicios. En la empresa actual, la clave de la productividad no está en modo alguno en la destreza física, por el contrario, la clave está ahora en encontrar la forma de utilizar toda la información que somos capaces de producir para ofertar los productos y servicios más demandados y mejor valorados por los ciudadanos. Y, para ello, debemos ser conscientes de que necesitamos otro tipo de profesionales y, por tanto, otro tipo de formación. Tal como observa P. Drucker, la empresa del futuro será aquella que sea capaz de resolver el problema de la productividad del trabajo no manual (Baines, 2009).

El trabajo de la empresa actual no sólo es en general de carácter más intelectual, sino que tiene otras características que la hacen muy diferente de la tradicional. Cuando nuestros egresados comiencen a trabajar, tendrán que enfrentarse a proyectos globalizados, en contacto con personas de distintas partes del mundo, que hablan idiomas distintos, y muy diferentes desde el punto de vista cultural; trabajarán con equipos interdisciplinarios, para lo que tendrán que ser capaces de entenderse con personas procedentes de distintos ámbitos de conocimiento; y, por supuesto, su trabajo se apoyará en la tecnología, que deberán ser capaces de manejar como una destreza básica más. Su productividad, pues, no estará ligada en modo alguno a su destreza física, sino a las destrezas intelectuales, técnicas y personales. Y esto requiere un perfil profesional diferente al que venimos formando las universidades: los profesionales *T-shaped*.

2.1. Profesionales *T-shaped*

Existen diferentes tipologías de profesionales, cada una de las cuales se adecúa mejor a un tipo de trabajo que a otro. Así, dependiendo del tipo de conocimiento que el trabajador posea y del grado de profundidad del mismo, podemos hablar de: *perfil punto* (●), que corresponde a profesionales con conocimientos generales sobre uno o varios temas; *perfil vertical* (|), que caracteriza a profesionales con conocimiento profundo en un tema, pero que apenas saben de otros; y, *perfil horizontal* (—), o profesionales con conocimientos sobre distintas materias, pero sin conocimientos en profundidad de ninguna de ellas.

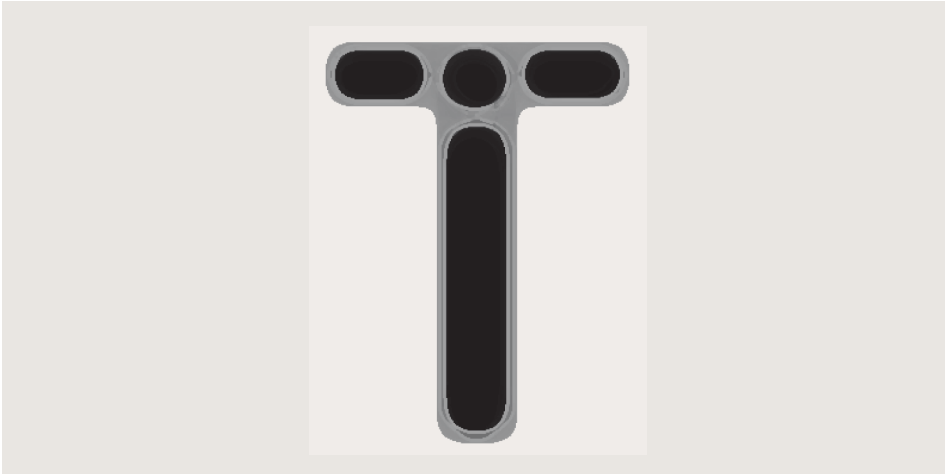
Sin embargo, ninguna de estas tipologías es completa por sí misma y presentan lagunas para responder a las demandas de la Industria 4.0. Los profesionales con *perfil punto* tan sólo podrán ocupar puestos muy genéricos, en los que no se requiera una formación muy profunda, ni tampoco en diferentes temas. El *perfil vertical* es adecuado para puestos en los que se requiera un alto grado de especialización; sin embargo, tiene el inconveniente de que, al carecer de conocimientos en otras disciplinas, el profesional con este perfil encontrará dificultades trabajando en proyectos multidisciplinarios. Por último, si bien el *perfil horizontal* es apto para el trabajo en equipos multidisciplinarios, por ejemplo, gestor de proyectos, el trabajador con este perfil encontrará deficiencias derivadas de su escasa formación en el dominio concreto del proyecto.

Tal como hemos visto, la empresa del siglo XXI tiene que atender a las necesidades crecientes de los usuarios en un mundo globalizado y multicultural, abordando proyectos de carácter interdisciplinar. Por todo ello, demanda un tipo de perfil profesional que, además de poseer amplios conocimientos en su especialidad, requerirá conocimientos técnicos, deberá demostrar cualidades intelectuales como capacidad de síntesis o de abstracción, y espíritu crítico, y deberá ser un profesional altamente cualificado en habilidades personales. Es lo que los anglosajones conocen como profesionales *T-shaped*. Se trata de un profesional que se considera adecuado para desempeñar cualquier tipo de función y trabajo; desde puestos que necesitan gran especialización en una sola materia, a puestos en los que no sea necesaria una especialización pero sí la capacidad de coordinar a un equipo multidisciplinar.

El perfil *T-shaped* es una combinación de los perfiles definidos previamente (gráfico nº 2). Tiene un conocimiento básico (representado por el punto), se ha especializado en al menos una disciplina (representada por la vertical) y cuenta con habilidades generales como el trabajo en equipo, etc. (representadas por la horizontal).

Esta combinación de habilidades transversales (parte horizontal de la T) con conocimientos específicos profundos (parte vertical de la T) facilita la adaptación a diferentes disciplinas y la interrelación de conocimientos de distintas áreas. Este tipo de profesional posee una visión con una perspectiva completa de la organización, lo que le permite establecer relaciones entre diferentes áreas de la misma y le facilita la coordinación de equipos multidisciplinarios.

Gráfico nº 2. **PERFIL PROFESIONAL EN T: T-SHAPED**



Fuente: Elaboración propia.

Podemos decir que la principal cualidad de estos profesionales es su capacidad de adaptación. Algunos autores sugieren que estos profesionales aprenden y se adaptan de manera más rápida según cambian las necesidades del negocio (Barile y Saviano, 2013). Son, así, profesionales que, además de poseer conocimientos generales y tener conocimientos profundos en una disciplina, cuentan con el valor añadido de ser conscientes del cambio y de la obsolescencia programada, y con la capacidad de desarrollarse y evolucionar sin quedarse, por tanto, desfasados.

Un profesional *T-shaped* no es simplemente aquel que tiene conocimientos generales de varias materias y, a su vez, un conocimiento profundo de otra. Se trata de un perfil generalista y, a su vez, especialista, capaz de evolucionar, de no quedarse desfasado, de resolver problemas de diferentes áreas o, incluso, interrelacionando diferentes sectores. Por todo ello, se ha llegado a hablar de los profesionales *T-shaped* como los «innovadores adaptables» (IfM e IBM, 2008).

Aunque en un principio este término sólo se usaba en referencia a las habilidades (*skills*) requeridas por los programadores (Guest, 1991), la empresa actual, cada vez más, demanda directivos y profesionales que combinan un conocimiento profundo en al menos una disciplina, con la capacidad de moverse y comunicarse en diferentes sectores y disciplinas (Spohrer *et al.*, 2012), por lo que la necesidad de profesionales en forma de T ha crecido progresivamente en la última década.

En el contexto de una sociedad claramente marcada por el consumo y la producción de servicios, un profesional con perfil *T-shaped*, que será altamente demandado en las próximas décadas, es el denominado Ingeniero de Servicios.

3. EL INGENIERO DE SERVICIOS: UN PROFESIONAL T-SHAPED PARA LA INDUSTRIA 4.0

Podemos decir, sin duda, que la sociedad actual es una sociedad de servicios. Si analizamos un día cualquiera de una persona cualquiera, observaremos que la mayor parte de nuestro tiempo lo pasamos consumiendo o produciendo servicios: servicios IT, servicios de hostelería, servicios de ocio, servicios sanitarios, etc. Y, todo ello, soportado por una industria productora de soluciones producto-servicio. Los consumidores ya no compramos productos, lo que en realidad compramos son los servicios que éstos nos proporcionan.

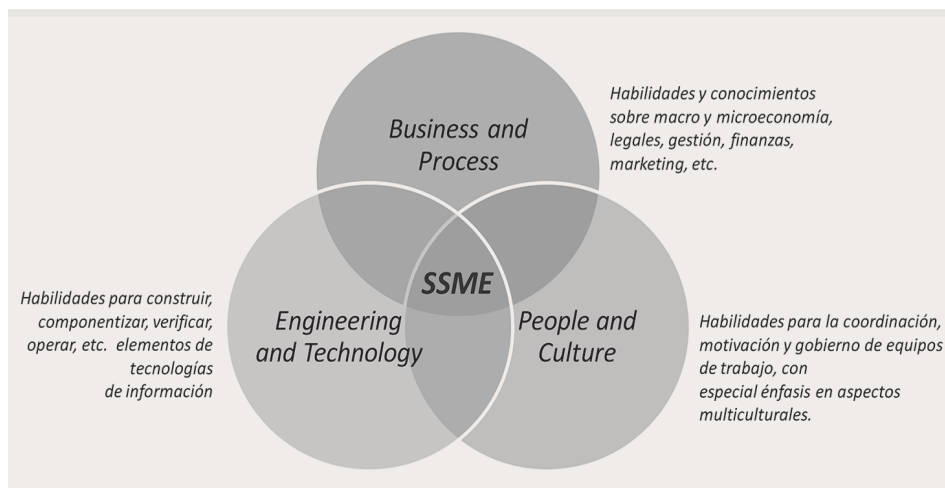
En este contexto la industria, en sí misma, también utiliza servicios. En la Industria 4.0 se produce una interacción nueva entre los recursos humanos y la tecnología, en un entorno digitalizado que origina lugares y puestos de trabajo virtualizados. Los empleados cuentan con sistemas inteligentes que les asisten en sus tareas a través de *interfaces* amigables. Esos sistemas son también servicios. Además, los empleados pasan a tener más capacidad para la toma de decisiones, llegando a regular su propia carga de trabajo.

Por ello, el reto es la profesionalización de la industria de los servicios. Si en la etapa industrial se crearon métodos de trabajo para aumentar la productividad manual y se especificaron métodos de ingeniería para el diseño y la construcción de nuevos productos, en la era de los servicios es necesario contar con métodos que faciliten el diseño y la construcción de servicios, mejorando la productividad y la calidad en este sector.

Conscientes de la importancia de los servicios en este contexto, los laboratorios de investigación de IBM de Almadén (California) pusieron en el panorama internacional una nueva disciplina denominada Ciencia, Gestión e Ingeniería de Servicios (SSME, del inglés, *Service Science, Management and Engineering*) (IBM, 2004). SSME aboga por la necesidad de disponer de métodos de ingeniería y de gestión de servicios, haciendo hincapié en la necesidad de crear ciencia y conocimiento en torno a los mismos. Los servicios son sistemas complejos que interrelacionan información, personas, máquinas y productos, que se interconectan desde diferentes lugares, con diferentes idiomas y culturas. El estudio de estos sistemas, de su comportamiento y de las leyes que lo regulan, es clave para aumentar la competitividad de este sector. Por ello, a esta iniciativa se han unido ya otras muchas organizaciones y empresas de distintos ámbitos, a través de asociaciones internacionales como The International Society of Service Innovation, ISSIP (<http://www.issip.org/>) o el Service Research Innovation Institute, SSRI (<http://www.thesrii.org/>).

SSME se concibe como una ciencia interdisciplinar que surge de la confluencia de otras, principalmente tres (gráfico nº 3): *Business and Process*, *Engineering and Technology*, y *People and Culture*. Su objeto de estudio es el servicio, independientemente del sector y de si éste es, o no, soportado por tecnología. Y su objetivo es estudiar las leyes que rigen el comportamiento de los sistemas de servicios complejos y establecer un lenguaje y un cuerpo de conocimiento común para la innovación en servicios (Bishop *et al.*, 2004).

Gráfico n° 3. SSME Y RELACIÓN DE DISCIPLINAS QUE LA COMPONEN



Fuente: Elaboración propia.

En la construcción de un servicio hay distintas componentes que tenemos que tener en cuenta. Pensemos, por ejemplo, en el servicio de venta de libros de Amazon. Hay, por supuesto, una componente importante de innovación cuando este servicio se oferta por primera vez; hay, obviamente, una parte de tecnología que permite ponerlo a disposición de los consumidores a través de Internet; también hay un componente importante de negocio y de empresa para conseguir que el servicio sea rentable; no se puede obviar la perspectiva propia del dominio concreto del servicio en cuestión (en este caso, del negocio de los libros); y otros aspectos de almacenamiento y distribución, aspectos de psicología y sociología que permitan identificar cuándo un servicio será bien acogido por el usuario y cuándo tendrá impacto social, etc.

Todos conocemos otros ejemplos de organizaciones que, dando el mismo servicio, no han tenido el mismo impacto. Por ejemplo, en poco tiempo Google se convirtió en el buscador más utilizado, superando a otros que llegaron primero, fundamentalmente porque su algoritmo ofrecía resultados más relevantes. En su caso, el factor tecnológico fue el determinante. WhatsApp, en cambio, se impuso a otras soluciones precisamente por ser la primera App de estas características. La innovación, relacionada con la dimensión *people & culture*, fue la clave para que WhatsApp se impusiera. Estos ejemplos sirven también para evidenciar que si abordamos la construcción de un servicio solo desde una de estas perspectivas, perdemos la visión de conjunto y, en definitiva, perdemos la visión del servicio, que es en realidad el núcleo del negocio.

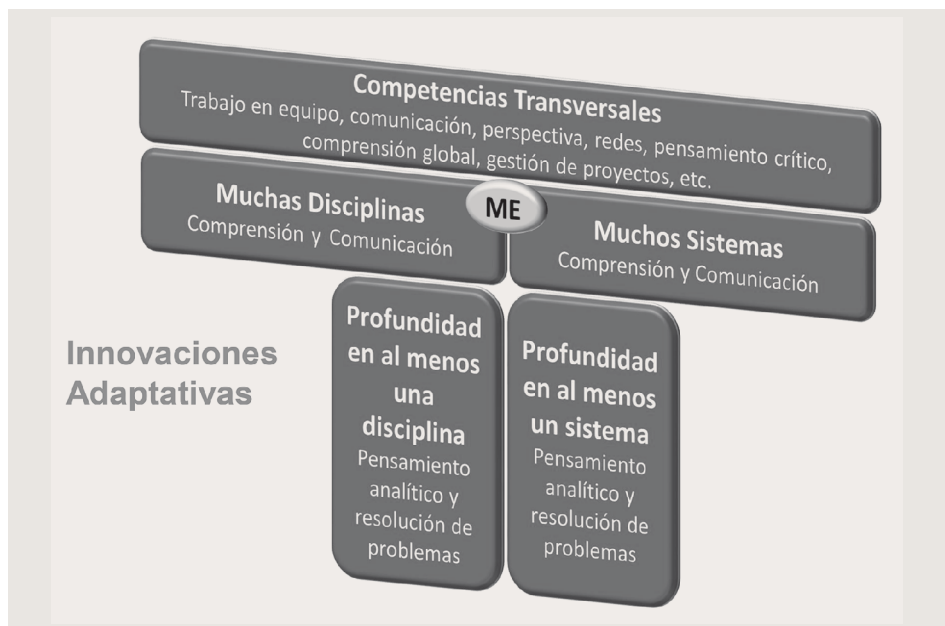
A modo de ejemplo, supongamos que nos ingresan en el hospital porque tenemos un dolor en una pierna, una erupción cutánea y el ritmo cardiaco alto. Una vez en el hospital, nos visita un traumatólogo que nos examina la pierna, un der-

matólogo que sólo se fija en nuestra piel y un cardiólogo que nos mira el corazón, y cada uno de ellos nos da un diagnóstico independiente de nuestra patología. Podría ocurrir que una enfermedad que diera como síntomas estos tres a la vez pasara desapercibida. Se hace pues necesario un médico internista, que tenga una visión integral de la persona y que pueda diagnosticar con una visión completa de la misma. De igual modo, la Ciencia de los Servicios pretende abordar la problemática de los servicios desde una perspectiva integral y holística de los mismos.

Así, el ingeniero de servicios es a los servicios lo que el médico internista es a la medicina. Si volvemos al ejemplo de Amazon, el ingeniero de servicios es la persona encargada de darle forma a la idea de la venta de libros por internet. Tendrá que tener una visión integral de todo el servicio (parte técnica, parte económica, empresarial, de marketing, de impacto social, etc.) y se apoyará en expertos de las diferentes áreas, con los que deberá ser capaz de comunicarse en su mismo lenguaje, para integrar su trabajo en un solo producto que se ofertará en forma de servicio. Se trata en suma de una persona con un perfil *T-shaped*.

Para satisfacer estas necesidades, SSME defiende la concepción de un nuevo profesional para el sector servicios. Este profesional se forma combinando las áreas de conocimiento de SSME (gráfico nº 3) con un tipo de perfil *T-shaped* (gráfico nº 2) (Maglio y Spohrer, 2008), tal como se muestra en el gráfico nº 4.

Gráfico nº 4. **INGENIERO DE SERVICIOS: PROFESIONALES *T-SHAPED* PARA ORGANIZACIONES DE SERVICIOS**



Fuente: Elaboración propia.

Los ingenieros de servicios deberán tener un conocimiento en profundidad (vertical de la T) en, al menos, una disciplina (empresa, tecnologías de la información, etc.) y en, al menos, un dominio (sanitario, IT, turismo, etc.). Además, deberán completar su perfil profesional con conocimientos transversales (horizontal de la T), como: capacidad de comprensión y comunicación con profesionales de diferentes perfiles, capacidad de trabajo en equipo, liderazgo, gestión de proyectos, pensamiento crítico, pensamiento sistémico, idiomas, adaptación y flexibilidad, multiculturalidad, globalización, etc. Se amplía así el concepto de profesional *T-shaped* descrito en la sección 2.1., ya que una organización de servicios requiere conocimiento profundo no sólo en una disciplina, sino también en un sector. Del mismo modo, en la horizontal de la T se requiere conocimiento en varias disciplinas, en varios dominios y, además, competencias transversales.

Así, siguiendo con el ejemplo de Amazon, el ingeniero de servicios deberá poseer conocimiento en profundidad de una disciplina, por ejemplo, empresa, y de un dominio, por ejemplo, el negocio concreto de los libros. Pero además de esta formación vertical, deberá ser capaz de comunicarse con personal informático, con proveedores de libros, con personal de almacén y distribución, con el departamento de marketing, etc. Es decir, deberá tener una perspectiva global del negocio y poseer habilidades transversales (como la gestión de proyectos y de equipos, liderazgo, etc.) y capacidad de comunicarse y entenderse con personal de diversas disciplinas y dominios. Todo ello conformaría su perfil *T-shaped*.

Sin embargo, tal como veíamos en la sección segunda, aunque la universidad se ha ido adaptando a las necesidades de la empresa actual, sus modelos de enseñanza aún tienen que evolucionar más. En la sociedad industrial, el perfil requerido para los trabajadores era muy especializado, y es por esta herencia que aún seguimos formando, mayoritariamente, profesionales con perfil vertical. Sin embargo, tal como veremos en la sección cuarta, existen ya algunas universidades que, sensibles a esta demanda social, están ofertando programas que comienzan a orientarse a este perfil.

4. FORMACIÓN DE PROFESIONALES *T-SHAPED*: APLICACIÓN A EMPRESAS DE SERVICIOS

El profesional que hemos descrito en el ejemplo de Amazon es el mismo que precisaría cualquier otra organización de servicios. Los servicios de Amazon no difieren mucho de otro tipo de servicios, como por ejemplo los hoteleros. El servicio que presta un hotel requiere también una visión de empresa y de negocio, un soporte tecnológico, una labor de marketing y de innovación para ofertar nuevos servicios, así como aspectos de logística y distribución; precisa, por supuesto, conocimiento en profundidad del negocio concreto (en este caso el turístico) y competencias en aspectos psicológicos y psicológicos que permitan establecer una buena relación con el usuario y su fidelización.

Hasta hace pocos años, no existía ninguna formación específica para este tipo de profesional, de modo que los trabajadores que actualmente desempeñan este tipo de funciones en las organizaciones se han ido formando a lo largo de su carrera profesional. Por empleo, un Ingeniero informático que cursa un Master en Administración de Empresas y que completa su formación a través de su experiencia en distintos departamentos, puede ser un buen ingeniero de servicios en una empresa tecnológica. Un Licenciado en Turismo con estudios en Administración de empresas que ha trabajado en diferentes departamentos de un hotel, podría ser un buen gestor en una empresa hotelera.

Sin embargo, si la sociedad requiere cada vez más profesionales con un determinado perfil profesional, parece lógico que las universidades adapten sus *currícula* a este nuevo tipo de formación. De este modo, al igual que la formación de ingenieros en la etapa industrial supuso un fuerte impulso a la industria de aquella época, la formación de ingenieros adaptados a las necesidades de la Industria 4.0 será un modo potente y eficaz de mejorar la calidad y la productividad en la empresa del siglo XXI, con la correspondiente mejora de la competitividad de los países desarrollados o en vías de desarrollo.

Para ser competitivas, las empresas necesitan, pues, un tipo de profesional diferente al que venimos formando las universidades. No sólo por los contenidos que se imparten en las aulas, sino también porque los métodos de enseñanza tradicionales, adecuados a las necesidades de la sociedad industrial y que se basan en la clase magistral, la memorización de contenidos, el aprendizaje de conceptos como verdades absolutas, etc., no son idóneos para los requerimientos de la empresa actual. En el siglo XXI la información está accesible para cualquiera, los alumnos pueden aprender leyendo o a través de vídeos. Sin embargo, no podrán adquirir por sí mismos competencias como la capacidad de innovación, el pensamiento sistémico, la capacidad de abstracción y de análisis crítico, etc. Tampoco habilidades de comunicación, de liderazgo, de trabajo en equipo o de negociación. Por ello, la Universidad debería centrarse en crear una base sólida, en transmitir todas esas habilidades que no se aprenden leyendo o en una clase magistral, y será la empresa la que se ocupe de proporcionar la formación específica (una tarea fácil si, efectivamente, los cimientos son buenos).

Al igual que en la etapa industrial la Universidad formaba Ingenieros con especialidades (industrial, eléctrica, etc.), en la sociedad de los servicios la Universidad debe dar respuesta a la formación de Ingenieros de Servicios con especialidades para los distintos sectores (sanidad, turismo, consultoría, banca, etc.). Esta idea está teniendo un fuerte impacto en países como EE.UU., Canadá, Suiza, Portugal, etc., que ya han implantado con éxito programas de grado y de master en SSME.

Aunque existen diferentes propuestas a cerca de lo que debería ser el cuerpo de conocimiento en SSME (Lazaro *et al.*, 2009; Hefley y Murphy, 2008), podemos decir que todas ellas coinciden en señalar los tres tipos de habilidades fundamentales para un profesional en SSME descritos en la sección tercera (gráfico nº 2): *Business & Management skills*, *Engineering & Technological skills* y *Socio-Organizacional skills*.

Si bien es cierto que en la universidad actual se pueden adquirir estas habilidades y conocimientos, no es menos cierto que por lo general hay que hacerlo de manera independiente, de modo que para obtener una completa formación en SSME el alumno debería diseñarse su propio currículum a medida, obteniendo además una formación compartimentada o en silos (Spohrer *et al.*, 2012). SSME busca integrar la enseñanza en estas áreas mediante el diseño de un currículum que permita la formación de profesionales altamente capacitados para trabajar en distintos campos relacionados con los servicios. Y uno de los aspectos diferenciadores de la formación en servicios es, precisamente, la integración de estos conocimientos en un único cuerpo de conocimiento.

Para intentar avanzar en esta dirección, distintas universidades, principalmente americanas y europeas, han empezado ya a ofertar estudios de grado y de master (el cuadro nº 1 muestra un resumen) cuyo objetivo es la formación de profesionales de servicios.

Cuadro nº 1. PROGRAMAS DE GRADO Y MASTER EN RELACIÓN A SSME

UNDERGRADUATE PROGRAMMES		
Denominación	Escuela/Centro en el que se imparte	Universidad
Ciencia, Gestión e Ingeniería de Servicios	Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales	Universidad Rey Juan Carlos (Madrid, Spain)
Degree in IT Service Management	College of Business Administration	Missouri State University (EE.UU.)
B.S. Degree in Service Management	College of Human Development and College of Technology, Engineering & Management	University of Wisconsin-Stout (EE.UU.)
Baccalauréat Universitaire en Systèmes d'Information et Science des Services»	Facultad de Ciencias Económicas y Sociales	Universidad de Ginebra (Suiza)
Bachelor of Science in Human Services with a concentration in Management	College of Social Sciences	University of Phoenix (EE.UU.)
Bachelor of Science in Business with a concentration in Service Sector	School of Business	University of Phoenix (EE.UU.)
Grado de Informática y Servicios	Escola Universitària d'Informàtica «Tomàs Cerdà»	Universidad Autónoma de Barcelona (España)
IT Service Science major: Bachelor of Computer and Information Sciences	School of Computing and Mathematical Sciences	Auckland University of Technology (Nueva Zelanda)

.../...

.../...

Bachelor of Science in IT Service Management	Faculty of Computer Science	University of Applied Sciences Schmalkalden (Alemania)
Bachelor of Science in Industrial Management Engineering minor in Service Management	Gokongwei College of Engineering	De la Salle University (Filipinas)
IT Service Management Concentration	Online Information Technology Degree Program	Mount Washington College (EE.UU.)

GRADUATE PROGRAMMES		
Denominación	Escuela/Centro en el que se imparte	Universidad
International Master in Service Engineering	European Research Institute in Service Science (ERISS), School of Economics and Management	University of Tilburg (los Países Bajos), University of Stuttgart (Alemania), University of Crete (Grecia)
Master in Services Engineering and Management	Department of Industrial Engineering and Management	Universidade de Oporto (Portugal)
Master in Service Design and Engineering	EIT ICT Labs Master School (escuelas técnicas y de negocios)	University of Trento (Italia), TU Eindhoven (los Países Bajos), Aalto University (Finlandia) and ELTE Budapest (Hungría)
Master's Programme in Service Design and Engineering	The Department of Computer Science and Engineering, School of Science	Aalto University (Finlandia)
Services Management concentration in the MBA program	College of Management	North Caroline State University (EE.UU.)
Service Engineering and Management	Faculty of Automatic Control and Computers	University Politehnica of Bucharest (Rumania)
Master on Service Science, Management, and Engineering	Faculty of Informatics	Masaryk University (República Checa)
Master in Service Management	Faculty of Social sciences	Copenhagen Business School (Dinamarca)
Service Management and Design (SMD)	WMG International Manufacturing Centre	University of Warwick (Reino Unido)
Master Programme in Service Management: Master	Faculty Economy and Law	Karlstad University (Suecia)
Master of Science in Foreign Service	Faculty of the School of Foreign Service	Georgetown University (EE. UU.)

.../...

.../...

GRADUATE PROGRAMMES		
Denominación	Escuela/Centro en el que se imparte	Universidad
Master of Science in Public Service Management	College of Liberal Arts and Social Sciences	DePaul University (EE.UU.)
MSc Service Innovation and Management	Faculty of Information Technology	University of Jyväskylä (Finlandia)
Master Program in Service Management & Engineering (SME)	Technology Business School	Hector School of Engineering and Management (Alemania)
Master of Social Sciences Social Service Management	Faculty of Social Sciences	The University of Hong Kong (China)
Master Service Designers	Poli-design Consorzio Polidesign del Politecnico de Milano	Politecnico de Milano (Italia)
Master's Degree Programme in Service Management	Faculty of Social sciences	University of Eastern Finland (Finlandia)
Master in Service Engineering	Faculty of Information Technology	Universitat Politècnica de Catalunya (España)
Master of design for services	Faculty of design	University of Dundee (Reino Unido)
Master Certificate in IT Service Management	Business School	University Alliance (EE.UU.)
EIT ICT Labs Master's Program: Service design and engineering	Faculty of Informatics	ELTE Budapest (Hungría)
Master Service Management	Faculty of Social sciences	Universidade Católica Portuguesa (Portugal)
Engineering Management	Faculty of Social sciences	University of Nicosia (Chipre)
Master's Degree in Business, Product and Service Management	Faculty of Social sciences	Universitat Politècnica de València (España)

Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de que el alumnado adquiera el perfil en T requerido para una Ingeniería de Servicios (y, en general, para profesionales de la Industria 4.0) tal como hemos visto, los programas formativos deben contar con materias de tecnología y comunicaciones, de empresa, sociología, fundamentos de servicios, marketing, recursos humanos, entre otras. Además, deben incluir formación en habilidades personales, como la inteligencia emocional, habilidades de comunicación, liderazgo y trabajo en equipo, etc. Sin embargo, casi ninguno de los grados y masters que se listan en el cuadro nº 1 abarca todo este

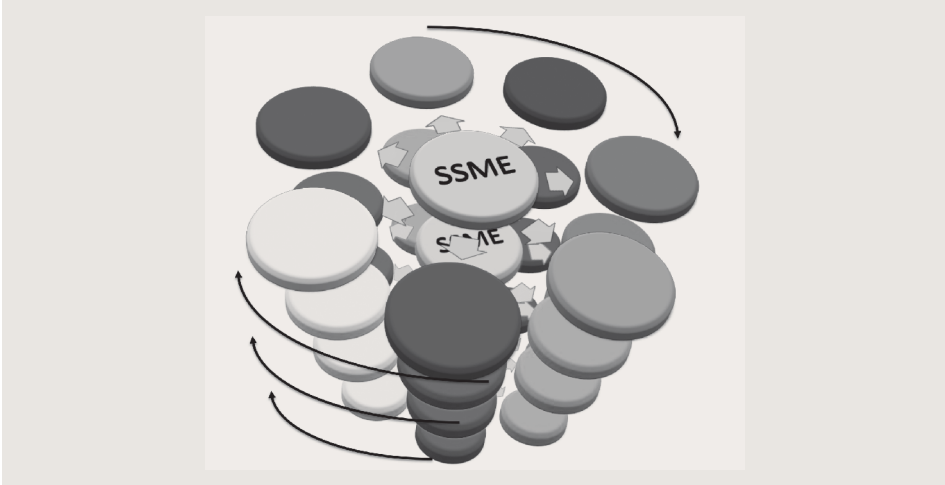
espectro de materias y habilidades. Procedentes de distintas áreas, tienen enfoques muy diversos y suelen focalizarse en los campos de conocimiento de los que proceden. Así, mientras algunos se centran en tecnología para servicios, otros tienen un enfoque más empresarial, de marketing, etc., y son casi inexistentes aquellos que llegan a cubrir una formación integral del Ingeniero de Servicios con el perfil en T requerido.

Pero, además de los contenidos, la clave de la formación en Servicios pasa por la forma en que se imparten dichos contenidos. Y esta diferencia, de carácter cualitativo, es quizás la principal con respecto a otros estudios interdisciplinarios, como pueda ser un grado en Sistemas de Información, una doble titulación en Administración de Empresas e Ingeniería del Software. Y es que, SSME es una ciencia transdisciplinar, que surge como confluencia de diversas disciplinas. Sin embargo, la transdisciplinaridad va un paso más allá que la interdisciplinaridad, que también integra conocimientos de diferentes disciplinas, dando lugar a un nuevo cuerpo de conocimiento diferente a los de las disciplinas de las que procede.

Por ello, las materias deben impartirse con un enfoque diferente al que se usaría en un grado de la disciplina procedente. Así, por ejemplo, las materias de informática (lo mismo sucede con materias de otras áreas, como empresa) no deberían impartirse como se haría en un grado de Ingeniería del software, ya que los egresados van a ser ingenieros de servicios, y no ingenieros de software. No serán por tanto los responsables de construir el software que componga la base tecnológica de los servicios. Serán los responsables de la innovación y el diseño de nuevos servicios mediante la dirección de equipos multidisciplinares en los departamentos de empresas y organizaciones de servicios IT. Por lo tanto, aunque deberán tener conocimientos de programación, de redes, de gestión de datos, etc., no será necesario que lo hagan al mismo nivel que el de un programador o el de un ingeniero de software.

Además, tampoco el enfoque debería ser el mismo. En este tipo de formación es muy importante la visión global del servicio, por lo que si bien el conocimiento de las partes es importante, aún más lo es la visión de conjunto, y para ello es imprescindible abandonar el estilo formativo en «islas de conocimiento» del que hablábamos anteriormente e interconectar los conocimientos, proporcionando al alumno la capacidad de visión y pensamiento sistémico. Al igual que un médico no puede contemplar los miembros del cuerpo de manera independiente del resto del cuerpo, los servicios deben entenderse de manera global. Hablamos del internista, en contraposición al traumatólogo, cardiólogo o dermatólogo de nuestro ejemplo; y del Ingeniero de Servicios, en contraposición al Ingeniero de Software. No se trata, por tanto, de enseñar qué son, o cómo se construyen, cada una de las partes del servicio. Por el contrario, el concepto de servicio, como un todo, es el núcleo de la formación, permitiendo que el alumno adquiera una visión holística e integral del mismo, tal como se muestra en el gráfico nº 5. Esta es otra asignatura pendiente en los actuales programas de Master y de Grado que, tal como hemos visto, suelen impartir aún las materias directamente importadas de las disciplinas de procedencia o, en el mejor de los casos, ligeramente adaptadas.

Gráfico n.º 5. **INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTOS PARA UN CURRÍCULUM TRANSDISCIPLINAR**



Fuente: Elaboración propia.

5. CONCLUSIONES

En las últimas décadas, estamos viviendo un verdadero proceso de transformación industrial; se trata de una nueva revolución industrial, a la que se ha denominado Industria 4.0 y que se caracteriza por la unión de productos y servicios para ofrecer soluciones a los clientes, en un entorno donde las tecnologías de la información difuminan los límites entre el mundo real y el virtual. El reto de la Industria 4.0 en las próximas décadas será aumentar su competitividad en lo relativo a la innovación, diseño, provisión, mantenimiento, etc., no de productos como hasta el momento, sino de soluciones con un componente importante de servicios.

Para ello es necesario contar con profesionales que posean una formación adecuada, para abordar con éxito el inmenso reto de la conectividad total. Se trata de profesionales que, además de tener conocimientos profundos en al menos una disciplina y un dominio, posean otro tipo de habilidades transversales que les permitan abordar con éxito la gestión de equipos multiculturales y multidisciplinares en una empresa globalizada y en la que la satisfacción del usuario es un factor determinante. Son los profesionales *T-shaped*.

Un conjunto importante de estos profesionales lo constituyen los ingenieros de servicios, dado que éstos pasan a formar parte de las soluciones y definen en gran parte el escenario de la conectividad total a través de la continua innovación tecnológica.

En este artículo hemos presentado un resumen de las principales características de los profesionales *T-shaped*, centrándonos en cómo debe de ser la formación de este tipo de profesional para el caso concreto de Ingenieros de Servicios, mostrando algu-

nas universidades que ya ofertan este tipo de formación a través de programas de Grado y de Master. Un estudio de estos programas muestra que sus principales deficiencias se encuentran no tanto en los contenidos, sino en el modo de impartirlo.

El reto en la formación de los Ingenieros de Servicios (y de los profesionales de la Industria 4.0 en general) es adaptar los grados y los masters, de modo que incluyan conocimientos interdisciplinarios y transdisciplinarios procedentes de distintos campos, y que estos contenidos se impartan de manera interconectada, no como islas de conocimiento, proporcionando a los alumnos una visión holística e integral de los servicios. Este tipo de enseñanza es la que proporcionará a la Industria 4.0 el profesional *T-shaped* que requiere.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAINES, T., *et al.* (2009): «The Servitization of manufacturing: A review of literature and reflection on future challenges». *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20, 5.
- BARILE, S. Y SAVIANO, M. (2013): «Dynamic Capabilities and T-Shaped Knowledge: A Viable Systems Approach». *Contributions to Theoretical and Practical Advances in Management. A Viable Systems Approach* (VSA), ARACNE Editrice Srl, Roma.
- BISHOP, K., *et al.* (2004): «Succeeding through service innovation: A service perspective for education, research, business and government», White paper based on *Cambridge Service Science, Management and Engineering Symposium*, University of Cambridge & IBM, Cambridge, UK.
- ECHEVARRÍA, R. (2008): *La empresa emergente*. Granica, Buenos Aires, Argentina.
- EVANS, P. C. Y ANNUNZIATA, M. (2012): «Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines», retrieved from http://www.ge.com/docs/chapters/Industrial_Internet.pdf (6.11.2014).
- GUEST D. (1991): «The hunt is on for the Renaissance Man of computing», *The Independent* (London), September 17.
- HEFLEY, B. Y MURPHY, W. (2008): *Service Science, Management and Engineering. Education for the 21st. Century*. Springer.
- HERMAN, M., PENTEK, T. Y OTTO, B. (2015): «Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review». *Working paper n° 1*. Technische Universität Dortmund.
- IBM (2004): «IBM Research, Services Sciences: A new academic discipline?» *Report on the Architecture of On Demand Business Summit*, Yorktown Heights, NY. En: <http://www.almaden.ibm.com/asr/SSME/facsummit.pdf> IBM Research.
- IFM Y IBM (2008): «Succeeding through service innovation: A service perspective for education, research, business and government». *Cambridge, United Kingdom: University of Cambridge Institute for Manufacturing*.
- KAGERMANN, H., WAHLSTER, W. Y HELBIG, J. eds. (2013): «Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0», *Final report of the Industrie 4.0 Working Group*.
- LA EDUCACIÓN PROHIBIDA | UN PROYECTO AUDIOVISUAL PARA TRANSFORMAR LA EDUCACIÓN (2012): En: <http://www.educacionprohibida.com/>
- LÁZARO, P., GALÁN, L., SUÁREZ, B. Y DOMÍNGUEZ, A. (2009): «La Ciencia de los Servicios: Un desafío para el sistema universitario español». *Programa de Estudios y Análisis del Ministerio de Educación*. Proyecto EA2008-0307. Junio.
- MAGLIO, P. Y SPOHRER, J. (2008): «Fundamentals of service science». *Journal of the Academy of Marketing Science*, 36.
- NEELY, A. (2011): «Curricula ignore the potential of technology». *Financial Times*. En: <http://www.ft.com/intl/cms/s/2/78f04baa-d86d-11e0-8f0a-00144feabdc0.html#axzz3uCOsFm5q>
- SPOHRER, J., FODELL, D. Y MURPHY, W. (2012): «Ten Reasons: Service Science Matters to Universities». *Educause Review*. November/December.
- SPOHRER, J. Y KWAN, S. K. (2009): «Service science, management, engineering, and design (SSMED): an emerging discipline—outline and references». *International Journal of Information Systems in the Service Sector*, 1(3).
- WIESMÜLLER, M. (2014): «Industrie 4.0: surfing the wave?», *Elektrotechnik & Informationstechnik*, Oktober, Heft 7.2014.

Use-oriented product service systems in the early industry life cycle

Existen pocas pruebas empíricas sobre las capacidades y recursos necesarios para prestar servicios en la fase inicial del ciclo vital de la industria. Utilizando entrevistas y estudios de casos desarrollamos un marco de recursos-capacidades para los servicios en el ciclo inicial de la industria. Existen cuatro recursos críticos para desarrollar los servicios con éxito en esta fase: (1) recursos financieros (externos), (2) recursos tecnológicos, (3) capital social y (4) recursos de servicios. Para tener éxito en la prestación de servicios, las empresas despliegan estos recursos a través de una amplia serie de capacidades. Estos recursos y capacidades permiten a las empresas tener éxito con los sistemas de productos-servicios orientados al uso (PSSs). Nuestros hallazgos ponen en cuestión el supuesto de que las empresas orientadas a productos pasan de PSSs orientados a productos a PSSs orientados al uso únicamente en la fase de madurez del ciclo vital de la industria.

Froga enpiriko gutxi daude industriaren bizi-zikloaren hasierako fasean zerbitzuak eskaintzeko beharrezkoak diren gaitasunei eta baliabideei buruz. Elkarrizketak eta kasuen azterketak erabiltuta, industriaren hasierako zikloan zerbitzua eskaintzeko baliabideen zein gaitasunen esparru bat garatu dugu. Lau baliabide kritiko daude zerbitzua garatzeko arrakastaz epe honetan: (1) baliabide finantzarioak (kanpokoak), (2) baliabide teknologikoak, (3) kapital soziala eta (4) zerbitzuen baliabideak. Zerbitzuak eskaintzen arrakasta izateko, enpresek baliabide horiek erabiltzen dituzte gaitasunen sorta zabal baten bidez. Baliabide eta gaitasun horiei esker, enpresek arrakasta lor dezakete erabilerara bideratutako produktuen zein zerbitzuen sistemekin (PSSs). Gure aurkikuntzek ezbaian jartzen dute uste hau: produktuetara bideratutako enpresak produktuetara bideratutako PSSs izatetik, soilik erabilerara bideratutako PSSs izatera pasatzen direla, industriaren bizi-zikloaren heldutasun-fasean.

There is little empirical evidence on the resources and capabilities needed to provide services in the early phase of the industry life cycle. Using case studies and interviews, we develop a resource–capability framework for services in the early industry life cycle. There are four critical resources to developing service successfully in this phase: (1) (external) financial resources, (2) technology resources, (3) social capital, and (4) service resources. To succeed in the service provision, companies deploy these resources through a broad set of capabilities. These resources and capabilities enable companies to succeed with use-oriented product-service systems (PSSs). Our findings jeopardize the assumption that product-oriented companies move from product-oriented to use-oriented PSSs only in the maturity phase of the industry life cycle.

Table of contents

1. Introduction
2. Theoretical background
3. Research methodology
4. Results
5. Discussion

Bibliographic references

Palabras clave: Sistema servicio-producto, producto-servicio orientado al uso, ciclo de vida industrial.

Keywords: Product-service system, use-oriented product-service, industry life cycle.

JEL codes: L10, O31.

1. INTRODUCTION

Product-oriented companies tend to shift from designing, manufacturing, and selling products to offering innovative services (Davies *et al.* 2007 Jacob & Ulaga, 2008; Oliva & Kallenberg 2003, Tukker 2004, Wise & Baumgartner, 1999). They increasingly combine products and services into customer-specific solutions, with services becoming the main source of competitive advantage, revenue, profit, and customer satisfaction. Scholars conceptualize this shift as moving towards a hybrid offering (Ulaga & Reinartz 2011), service-led growth (Kowalkowski *et al.* 2015), servitization (Vandermerwe & Rada, 1988), product service systems (Tukker 2004), integrated solutions (Davies 2004), or service business development (Fischer *et al.* 2012). These conceptualizations classify service offerings and describe the shift from products to services as a step-wise extension of the service portfolio. The product service systems literature distinguishes, for example, between product-oriented, use-oriented, and result-oriented PSS. Along these three PSS, services become an increasingly important part of value creation. Hybrid offerings shift the nature of a company's value proposition from performing a deed (input-based) to achieving performance (output-based).

While scholars use multiple conceptualizations, the empirical focus is on companies whose products have reached maturity in the industry life cycle. In this phase, products face cost competition, commoditization and eroding product margins. The shift towards services is a rational strategic response in the maturity phase (e.g., Cusumano *et al.* 2015, Davies 2004, Gebauer *et al.* 2005, Oliva & Kallenberg 2003, Sawhney *et al.* 2004, Tukker 2004, Ulaga & Reinartz 2011, Tuli *et al.* 2007). Research generally neglects services in the early industry life cycle (*ferment phase*). In this phase, companies could, for example, offer use-oriented or result-oriented PSS. Such PSS replace the product purchase with selling the actual result and/or letting customers pay only for the product usage (Cusumano *et al.* 2015). This means that customers pay for a service such as product performance or usage, rather than the products and services individually. An illustration is Xerox when it introduced the plain paper copier in the 1960s. Xerox remained responsible for maintenance, repair, and insurance, while users primarily paid for copier usage (e.g., paying for copies). Xerox's use-oriented PSS accelerated the market penetration in the early phase of the industry life cycle (Cusumano *et al.* 2015).

Surprisingly, there is little empirical evidence on the resources and capabilities needed to provide services in the early phase. Resource and capability descriptions are restricted to the conditions specific to the maturity phase in industry life cycle. For example, in the ferment phase, companies just start with the provision of products and generate product demand. Therefore, companies cannot take advantage of resources such as a high installed base and intimate knowledge of product usage. They can neither rely on an existing product sales force, spare part distribution network, nor on field service organization (Oliva & Kallenberg 2003, Ulaga & Reinartz 2011). Rather, they need to build such resources from scratch. In addition, at the beginning of the industry life cycle, companies might still have the freedom to develop a corporate culture without the risk of a clash between a product-oriented and service-oriented culture. Companies that have focused on products and considered services as an add-on throughout the industry life cycle, find it difficult to become more service-oriented. They might even face internal inertia that hamper a shift from products to services (Fang *et al.* 2010, Gebauer *et al.* 2005, Mathieu 2001). Such inertia might be less likely if companies replace the product purchases with services already in the early phase of the industry life cycle.

Generalizations on required resources and capabilities derived in the maturity phase are not applicable to the early phase or, at least, not in the same way. Rather than merely transferring existing resource-capability frameworks, we use a grounded theory approach for exploring what are critical resources and capabilities in the early industry life cycle. Our empirical focus is on companies in the emerging industry of decentralized water treatment technologies. We focus on product-oriented companies that manufacture water treatment equipment. We investigate the following two research questions:

1. What resources must companies develop to provide PSS in the early phase of the industry life cycle?
2. Which capabilities are needed to deploy these resources successfully?

By answering these questions, we extend our knowledge about services in product-oriented companies to the early phase of the industry life cycle. This extension of knowledge is theoretically driven through applying the resource-based view of the firm. The resource-based view enables us to identify resources and capabilities that go beyond a generic list of capabilities to focus on resources and capabilities that are essential to success. We integrate those resources and capabilities into a framework describing the critical stages in company development.

2. THEORETICAL BACKGROUND

To answer our research questions, we draw on three literature streams: product service systems, industry life cycle and resource-based view of the firm. Given the rich body of existing literature, we summarize only most the important contributions.

2.1. Product Service Systems

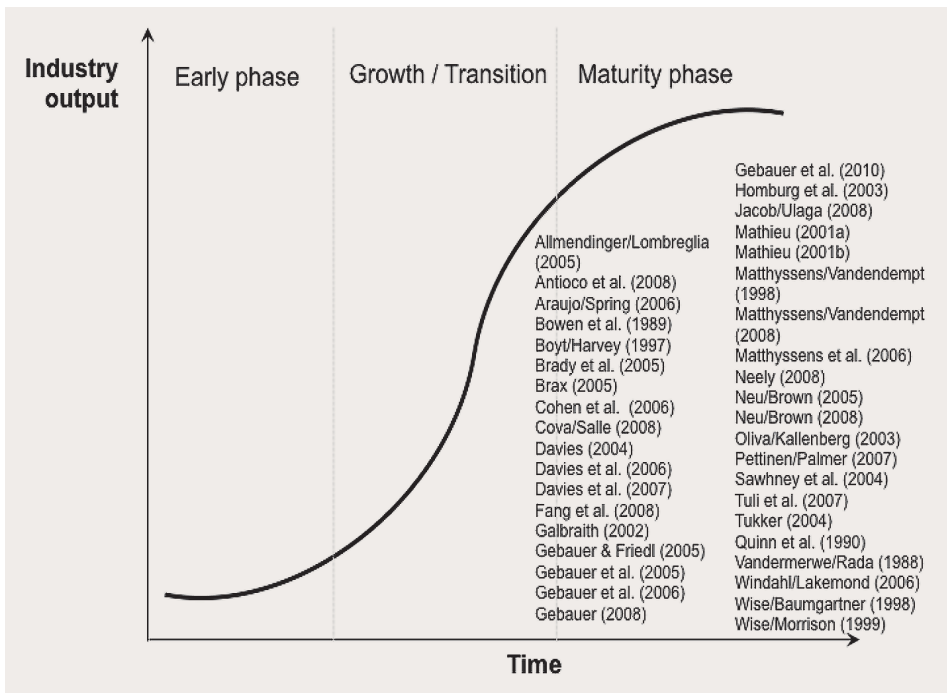
Product service systems consist of ‘tangible products and intangible services, which are combined to fulfill specific customer needs (Tukker 2004). There are three types of PSS: product-oriented, user-oriented, and results-oriented. Product-oriented PSS are still mainly geared towards product sales, with some basic services as an add-on. In this archetype, services merely support product sales and ensure product functionality (Samli *et al.* 1992, Mathieu 2001b, Tukker 2004). In use-oriented PSS, product ownership remains with the provider. Product usage is made available as a service to actual users (Ulaga & Reinartz 2011, Tukker 2004). For example, Xerox remains responsible for operation & maintenance, while users pay for plain paper copies (Cusumano *et al.* 2015). Rolls-Royce’s power-by-the-hour service, where customers pay a fixed fee for actual usage rather than paying for jet engines and maintenance services individually, is another example of PSS (Koudal 2006). Result-oriented PSS means that customers and providers agree on a result and/or performance, and there is no pre-determined product involved. Here, the value proposition focuses on the promise to achieve a certain customer performance. As a performance provider, companies build a profound knowledge of the customer’s core processes in order to manage customer operations (Helander & Möller 2008).

Use-oriented PSS—which show a parallel with the concept of «software as a service»—have been widely used in the software industry (Timmers 1998). Customers pay for the software features they are actually using. The software industry actually has an advantage in pay-per-use business models, since the actual software production costs are relatively low. Main costs are in the software development and software upgrades. To refinance the development costs, software companies aim for reaching scale relatively quickly. They attempt to lock-in the customers with the software usage fee rather than demanding up-front payments from the customers (Timmers 1998, Weinhardt *et al.* 2009).

2.2. Industry life cycle

The *early (ferment)*, *transition*, and *maturity phase* represent the three main industry life cycle phases (Cusumano *et al.* 2015). The *early phase* represents the beginning of an industry life cycle, and it is characterized by a high level of uncertainty, since the focal technology and/or product is still being developed. Customers and producers are uncertain as to how the technology will perform. Companies often experiment with different technical designs and business models to find the most suitable technologies in markets where both technology and customers are in a state of a flux. The *transition phase* describes the period from ferment to maturity, during which a dominant design emerges. Companies experience growing market demand around stabilized technologies and customer needs. The *maturity phase* is characterized by low levels of technology and market uncertainty. Companies face an increasing product commoditization with the associated cost-based competition.

Figure 1. EMPIRICAL ANALYSIS¹



¹ Note: Figure 1 positions selected empirical studies along the industry lifecycle. For the selection, we searched the SCOPUS database for key words related to the services in manufacturing companies. To select the articles, we used a threshold of 30 citations. In each of these articles, we investigated the unit of analysis. We used typical attributes describing the industry lifecycle such as maturity of the technology, company growth, and uncertainty of customer needs (inverse) to decide whether the empirical focus was on the Ferment, Transition, and Maturity phase. For three articles, we were not certain about the position in the industry lifecycle. Thus, we contacted the authors and ask them about the position of their studies in the lifecycle.

Source: Own elaboration.

Previous research concentrates mostly on services as a countermeasure to product commoditization in the maturity phase (Cusumano *et al.* 2015). In Figure 1, we have positioned extant research (e.g., Davies 2004, Gebauer *et al.* 2005, Oliva & Kallenberg 2003, Sawhney *et al.* 2004, Tukker 2004, Ulaga & Reinartz 2011, Tuli *et al.* 2007) vis-à-vis the industry life cycle phases. Existing empirical work focuses mostly on the maturity phase. The general argument is that companies should shift from product-oriented to user-oriented and, finally, performance-oriented PSS in the later phases of the industry life cycle (Tukker 2004).

2.3. Product service systems and industry life cycle

Cusumano *et al.* (2015) propose the following relationship between industry life cycle and PSS. Under extreme cases of uncertainty and high costs, some product firms will offer use-oriented PSS and are much more likely to offer product-oriented PSS during the early phase. Use-oriented and performance-oriented PSS would play only a minor role.

For the transition phase, Cusumano *et al.* (2014) proposes that use-oriented PSS, in which product-oriented companies own the product and sell product-usage as a service, becomes more prominent, while a result-orientation plays an even more minor role than in the ferment phase. During the maturity phase, companies would increasingly substitute the purchase of the product and services with use-oriented and result-oriented PSS gain terrain. In the maturity phase, use-oriented and result-oriented PSS are argued to extend the product demand into new customer segments.

Naturally, companies in the early phase of the industry life cycle are mostly start-up companies, or in some cases incumbent companies tapping into such new industries. Resource endowments of start-up companies have to consider financial constraints, access to technologies, social capital and so on (Brush *et al.* 2001). The resources and capabilities discussed later have to consider these specificities.

2.4. Resource-based view

According to the resource-based view, competitive advantages emerge if a firm is able to develop a strategy that exploits the uniqueness of its resources and capabilities (Barney 1991). Resources are assets that a firm owns, but they do not necessarily confer competitive advantages. Capabilities are a firm's capacity to deploy resources to achieve a desired result (Helfat and Lieberman 2002).

Resources and capabilities for PSS in product-oriented firms

Resources include financial investments in the service business, devoting management attention and developing human resources. Investments trigger changes in organizational structure, such as separating the product and service business, and enabling the innovation of new services. Separation means that services become a strategic bu-

business unit (SBU) in product-oriented companies. Investing financial resources in the service business are argued to pay off, only if companies reach a critical mass (Fang *et al.* 2008). Human resources are about recruiting, developing, and retaining service-oriented employees (Homburg *et al.* 2003). Managerial attention ensures the efficient development and implementation of a service-orientation within the business strategy (Gebauer 2009). Management attention is an important resource, since product-oriented capabilities can be 'sticky' and restrict the strategic options for developing and implementing service-oriented business strategies (Ceci and Masini 2011).

Capabilities for deploying these resources successfully include service-oriented corporate culture, such as service-minded employees and managers understanding the strategic importance of services. Further capabilities refer to the ability to promote, sell, and deliver services to customers (Gebauer *et al.* 2005), and to manage relational processes with customers (Tuli *et al.* 2007).

Managing relational processes with customers requires the ability to define customer requirements, customize and integrate products and services, deploy them, and offer post-deployment customer support. Capabilities for managing these processes are mandatory, in order, to meet customers' business needs (Tuli *et al.* 2007). These capabilities involve product-oriented companies themselves, as well as their customers. Product-oriented companies should be able to ensure an organizational contingency, where different organizational functions organize themselves in such a way that they solve customer problems. Companies should be able to formulate internal incentives for defining customer requirements, for customizing and integrating products and services and for deploying them, in order to offer post-deployment customer support. Finally, companies should be able to articulate the relational processes, so as to initiate stable customer interaction. Similarly, customers should adapt their own processes to a certain degree to the solution, through counseling product-oriented companies (Tuli *et al.* 2007).

Companies aim at converting service ideas into commercially successful services. Such success depends on the ability to be cost-efficient in service delivery and to charge for services. Cost-efficiency requires a certain balance in the standardization and customization of the service offerings. Charging for services needs to depart from giving them away for free to charging (Ulaga and Reinartz 2011, Witell *et al.* 2013).

Similarly, Storbacka (2011) discusses capabilities for solution development, demand creation, solution selling and solution delivery. Capabilities need to ensure the commercial success of bundling products and services into solutions, as well as cost efficiency. Cost efficiency relates to industrialization, which requires capabilities for modularizing services, implementing enterprise resource planning (ERP) systems or for pricing services according to *value-based* rather than *cost-plus* principles. Capabilities driving commercialization relate to the quantification of customer value, to matching customer segments with different value propositions, and to measuring customer profitability (Storbacka 2011).

Uлага and Reinartz (2011) discuss specialized resources and capabilities for hybrid offerings, such as: installed base, product usage and process data, product development and manufacturing assets, product sales force and distribution network, and field service organization. To deploy these resources successfully, companies need distinctive capabilities such as service-related data processing and interpretation, execution of risk assessment and mitigation, design-to-service, hybrid offering sales, and hybrid offering deployment.

2.5. Resources and capabilities in the early phase of industry life cycle

These descriptions of resources and capabilities have been revealed mostly by empirical studies of companies facing the maturity phase in the industry life cycle. Therefore, they are most likely restricted to the special conditions of this phase. Resource endowments of companies in the early phase are different to established companies in the maturity phase. There is no opportunity to take advantage of a high installed base and intimate knowledge about product usage. Such companies have just started to sell products, so that there is a small number of product «installations». Such a small installed base makes it difficult to establish a cost-efficient spare part distribution network and field service organization. Continuous technological changes limit the knowledge of product reliability and usage, which makes it difficult to define spare parts and service requirements. Under these circumstances, the sales force faces frequent changes in customer needs, making it difficult to gain experience in sales practices for products and services.

Since customer needs are in flux and companies experiment with technologies, there is little product usage and process data, which makes the scheduling of maintenance activities difficult. Companies in the ferment phase might also be too small to reach the critical mass needed to provide services successfully (Fang *et al.* 2008).

While companies are still in their early stage, and provided they would focus on services from the beginning, they can develop a corporate culture in which a product and service orientation is balanced. Contrary to what may happen to companies that focus on products alone in their early life stage, the former companies would not need to overcome inertia (or turn back the clock) to become more service-oriented. Since no dominant design of the service portfolio and fixed business model has yet emerged, they can even avoid the tendency to offer services for 'free', as is frequently seen among product companies once they enter a stage where also services are demanded (Fischer *et al.* 2010).

These arguments show that generalizations on resources and capabilities derived from the maturity phase are not in the same way applicable to the early phase. We contend that we face a limited understanding of resources and capabilities for successfully providing services in the early phase of the industry life cycle. Therefore, we investigate the following research questions: What resources must companies develop to provide services in the ferment phase? and What capabilities are needed to deploy these resources successfully?

3. RESEARCH METHODOLOGY

3.1. Data sample

Given the relatively sparse literature on the shift from products to services in the early phase of the industry life cycle, we use a qualitative, discovery-oriented research approach (Glaser & Strauss 2009). The only exception is Sousa and Cauchick (2015) research on exploring and comparing the sustainability of PSS in the water treatment businesses. Similarly, our context is the emerging industry around decentralized water treatment technologies, such as: reverse osmosis, ultrafiltration, ultraviolet disinfection, chlorination, media filtration, and electrocoagulation (see Figure 2).

Our units of analysis are the product-oriented companies that develop, manufacture, and sell water treatment equipment. These companies are mostly start-ups and pioneering firms. They are in the water treatment business, which as such is a mature and established industry. What is new, however, is the down-scaling of these technologies into decentralized water treatment equipment, which provide safe and affordable water to people who have no access to the main water grid. Companies specializing on such decentralized water treatment equipment form a new industry branch within the water treatment industry.

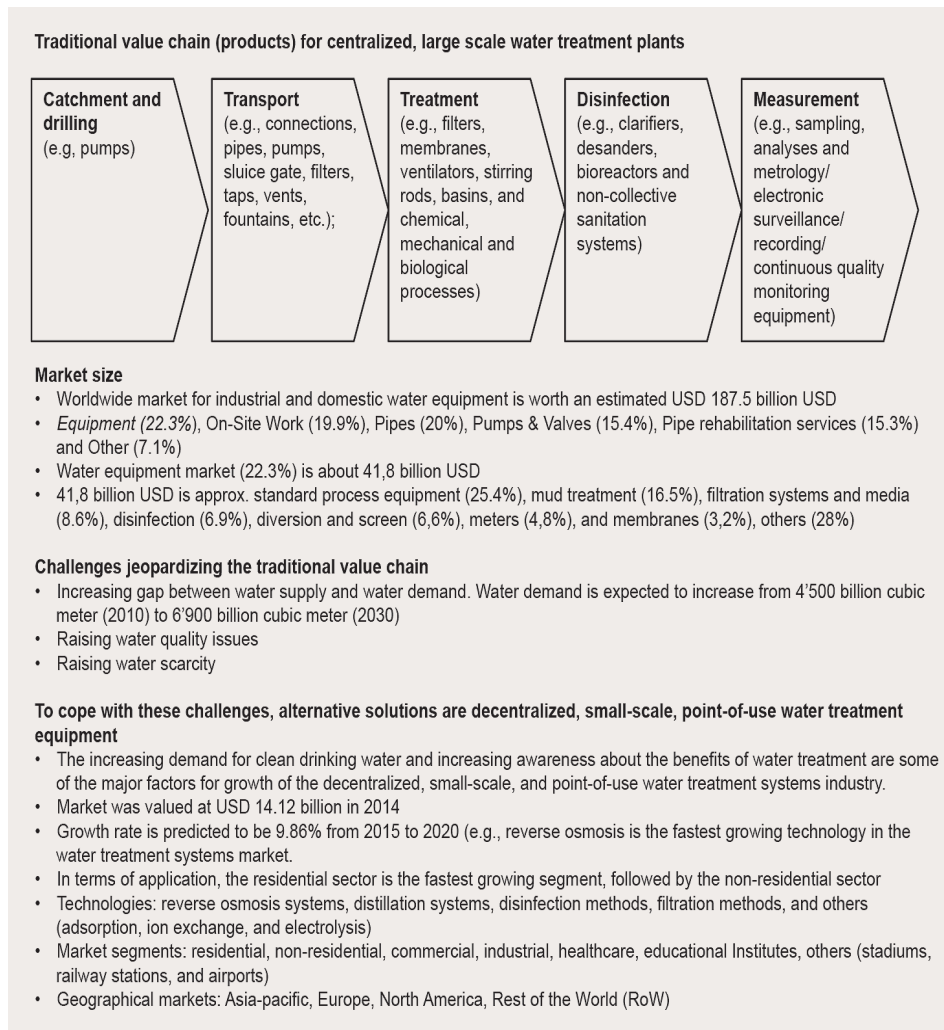
Decentralized equipment of this kind is small scale, with a water volume corresponding to 1000 to 5000 households (2 to 100m³ water per day). Communities (e.g., villages, small towns or urban districts) are customers for these systems. We use both terms «communities» and «customers» synonymously, with households being end-customers for the water. As long as the water is in line with the WHO guidelines for safe water, communities consider water as a public good (paying fixed prices as in a commoditized market), and are not willing to pay a higher price for higher water quality.

Companies market these technologies in emerging countries. In India, for example, the potential market size is estimated at 140 million households, which effectively have no access to the water grid. Currently, about 2000 systems have been installed in that country, providing water to approximately 6 million households. The former implies the industry life cycle is at an early stage.

We used a purposeful sampling process (Yin 1994). We screened international water programmes for promising providers of decentralized water treatment equipment. We contacted 11 equipment providers, of whom 9 agreed to participate in our study. We gathered data through in-depth interviews with, in total, 19 key decision makers. We used a 'replication' logic, rather than a 'statistical' logic. The total number of 19 interviews was considered as the point at which theoretical saturation is reached, since our results were upheld for the majority of organizations and made sense on the basis of prior research (Yin 1994). Our sample size is in line with those recommended for exploratory research (McCracken 1988). Eisenhardt (1989, p. 545), for example,

recommends that an ideal number of cases is «...a number between 4 and 10 cases». With more than 10 cases, it becomes to complex to manage the volume of the data.

Figure 2. **WATER TREATMENT EQUIPMENT MARKET**



Source: Own elaboration.

We also aimed for diversity in terms of location, treatment technology, and organization type. The key sample characteristics in Table 1 show that the respondents represent social entrepreneurs and profit-oriented companies, which operate in geographical locations including Bangladesh, India, Kenya, Nepal, and Tanzania. The considered organizations still have a small number of installed equipment (2 to 405). In addition, they use different treatment technologies (e.g., ultrafiltration, reverse osmosis).

Table 1. **SAMPLE CHARACTERISTICS**

Interview number	Interviewee function	Case number	Type of organization	Installations	Location	Treatment technology
1	CEO	1	Profit-oriented company	3	Nepal	Ultrafiltration for arsenic mitigation
2	Local entrepreneur					
3	Marketing manager					
4	CEO	2	Profit-oriented company	50	Senegal	Reverse Osmosis
5	Technical assistant					
6	CEO	3	Social business	164	India	Reverse Osmosis
7	COO					
8	CEO	4	Non-profit organization	44	Tanzania	Solar water disinfection system
9	COO					
10	Sales manager	5	Profit-oriented company	2	Tanzania	Saltwater desalination.
11	Project manager	6	Profit-oriented company	40	Kenya	No water treatment (safe water source)
12	Technical advisor					
13	Project manager	7	Social business	2	Bangladesh	Filtration (sand filter, chlorination)
14	Project manager					
15	Sales manager	8	Profit-oriented company	405	India	Reverse Osmosis, Ultra-Violet Disinfection (UV)
16	Regional manager	9	Profit-oriented company	125	India	Reverse Osmosis, electro-coagulation, UV, electro chlorination, ultrafiltration, ion exchange
17	Sales manager					
18	CEO					
19	Regional manager					

Source: Own elaboration.

3.2. Data collection

Since we relied on key informants, we interviewed decision makers who played a vital role in the scaling process. The interviews lasted 30 to 90 minutes each, and were semi-structured, providing a general framework followed up with additional questions requesting clarifications, examples, and more detail on potentially useful resources and capabilities. All interviews were transcribed verbatim.

In the first part of the interview, we asked for details on how companies provide services and how the whole PSS had evolved. Thus, we gained an understanding of each organization and its efforts to develop services. In the second part, respondents indicated the necessary resources and capabilities for the PSS. To facilitate the process, we asked participants to provide examples of specific successes, failures, and challenges in providing services. We attempted to understand how the capabilities and resources contribute to the success of the PSS, how the lack of capabilities and resources led to failures and how the capabilities and resources allowed overcoming certain challenges.

We phrased questions in an unobtrusive and non-directive manner, so as to avoid the pitfalls of excessively active listening (McCracken 1988). We facilitated the emergence of resources and capabilities, grounded in the managers' own language, rather than using pre-defined constructs. The interviews concluded with respondents describing themselves and their personal background.

3.3. Data analysis and interpretation

We used a grounded theory approach to identify capabilities and resources (Strauss and Corbin 1998). We relied on open coding, in which we first read through the interview transcript and then identified the critical resources and capabilities mentioned in the transcripts. We started with an analysis of each single interview, before conducting a cross comparison.

Specifically, we listed the resources and capabilities identified, defined each construct, specified its characteristics, and substantiated the construct with an example. Furthermore, we included only resources and capabilities which fulfilled the following criteria (Ulaga & Reinartz 2011, Tuli *et al.* 2007): (1) Is the insight into resources and/or capabilities applicable beyond the context of one participating firm (2) Did multiple participants mention the resource and/or capability? and (3) Does the resource and/or capability go beyond the obvious ones, so as to provide useful conclusions for theory building?

To ensure the reliability of our findings, two independent judges reviewed the interview transcripts, and verified the accuracy of the resources and capabilities we identified. Interjudge reliability (Perreault & Leigh 1989) was calculated at .83, which is above the .7 threshold recommended for exploratory research (Rust and Cooil 1994). To enhance content validity, we also provided the participants with summaries of the interviews and with the emerging resource-capability framework. Participants returned comments, indicating their agreement with the structure of our framework, and on several occasions, suggested small changes to the wording, to increase conceptual clarity. We kept all organizational names and participants confidential. Finally, we presented and discussed our resource-capability framework in a group discussion, in which participants shared their views on capabilities, resources, and scaling.

4. RESULTS

4.1. Use-oriented PSS in the early phase of industry life cycle

Surprisingly, all participants argued that they aim for a user-oriented PSS and not for product-oriented and/or result-oriented PSS, even if there would be rationales for the latter two.

These three PSS have been described from a conceptual angle in the section on product service systems. Within the empirical context of the present study, result-oriented PSS suggests that the equipment provider would agree to a certain treatment cost per cubic meter of water. Treatment costs could be allocated according to the contamination level. Product-oriented PSS would also seem rational, since selling the equipment to communities with no access to safe and affordable water would generate revenue directly. The communities organize the necessary capital and pay for the equipment. Despite these rationales, one participant explained why they went for a use-oriented PSS:

«When we first discussed how to approach the market, we assumed that we should try to sell the equipment and support the communities with traditional after-sales services. However, we immediately recognized that our customers [community villages] are not interested in buying any of our equipment. Instead, they just wanted to benefit from the safe water produced by our equipment. ...They are happy paying for each cubic meter of water the community consumes».

Result-oriented PSS would also be an interesting approach to water contamination. Equipment providers could guarantee mitigation levels for water contaminants and translate them into a pre-defined water mitigation fee. One participant explained:

«We observed that water sources differ in their water contamination level. Why not offer performance-based water contracts, where we charge for every mg of fluoride, for which we mitigate a fixed fee. We saw attractive benefits in such performance-based contracts. Treatment costs depend directly on water contamination. Having a fee for the mitigation level of water contamination would correspond very well with the treatment costs, avoiding the risk of pricing failures for the water itself».

While participants were inspired by the idea of result-oriented PSS, customers were against the implementation. Communities argued that they cannot influence the water contamination. Communities with high water contamination do not want to pay a higher fee and higher water prices than communities with less contamination. As one participant explained:

«Water is still a human right. The government regulates water prices to make sure that everyone pays the same price. Even in countries where water prices are

not regulated, water committees in the communities decide on the water prices. These committees favor similar water prices across different communities».

Despite certain rationales for product-oriented and result-oriented PSS, we observed that resource development and capabilities focus on use-oriented PSS.

4.2. Resources and capabilities

Our data suggest four relevant resources for implementing use-oriented PSS (see Table 2): financial, technology, social and service resources. The next paragraphs discuss each resource as well as the capabilities for deploying them.

Table 2. RESOURCE-CAPABILITY FRAMEWORK

Resources	Capabilities
Financial resources	Attracting and negotiating with investors Writing financial proposals Innovating appropriate financial mechanisms Collaborating with banks in innovating the financial mechanisms Risk assessment, evaluation, and management skills
Technology resources	Managing multiple technologies Extending the competences towards enabling technologies Combining enabling technologies for data aggregation and for risk management Outsourcing the development and manufacturing multiple technology assets to suppliers Integrating suppliers into the use-oriented PSS
Social capital	Engaging customers in a dialogue Exploring both recognized and unrecognized needs. Shifting the dialogue from water needs to more social ones Experimenting with the most promising target communities Reducing moral hazard problems
Service resources	Sharing operation & maintenance competencies between customers and equipment providers Standardizing services Prioritizing the sustained service operation in relation to customer demand Expanding the service network.

Source: Own elaboration.

Financial resources and capabilities for deploying them

We observed that use-oriented PSS influence financial resources in three different ways. First, use-oriented PSS are about selling a commodity, for which it is difficult to differentiate the equipment through the actual technology. One participant explained:

«Water is a commodity with very low margins ...As a provider of an innovative water treatment technology, with high investments in R&D, you would normally assume that you generate a high profit margin. You should achieve technical differentiation and a price premium. However, by providing water as a service, we are in a low margin business».

Second, these low margins lead to very long amortization periods. Companies need financial resources to pre-finance equipment and it takes a couple of years until the community pays it off. One manager explained:

«Our equipment costs around 5000 SFr [USD 5400]. That does not sound like much. But consider that we still own the equipment and provide water as a service. Consumers do not pay more than a couple of cents for a 20-liter jerry can. It takes at least five years until we make enough money to cover our equipment costs. As a start-up, we don't have the financial resources to own and pre-finance much equipment».

Third, it is difficult to link costs and the water price. Water prices are fixed, and independent of usage (water volume) and performance (water treatment). Whether companies sell only little or a lot of water, or mitigate low or high contamination levels, the treatment costs differ, but the price for each m³ is more or less the same. Differences in water volume and water treatment lead to different costs. Companies can only convert these cost differences into different amortization periods.

Low margins, pre-financing requirements, and a missing link between costs and prices explain the relevance of financial resources. These come from external, rather than internal sources. Tapping into external financial resources means that companies (need to) gain access to investors, government grants, or start-up funds. Companies need a certain set of capabilities to successfully deploy the external resources. One participant argues:

«...we gained access to external capital from a foundation. This foundation acted as an intermediary finance partner, by paying us for the equipment and refinancing itself with the water sales. ...we were in a better financial position. ...But getting there was a challenge. We needed to learn how to access and manage such external finances, and take advantage of them».

In other words, companies build capabilities to attract and negotiate with investors and to write financial proposals for governmental agencies.^e One participant explained the capability development as follows:

«When we first approached an investor, we were a bit naive. We thought it would be easy for us to convince the investor to support financially us ...After the first meeting, we realized that it was far from easy. We got critical questions about our business approach ...Who is your customer? How do you want to improve costs?, What are the business risks?, Why should we in-

vest? ...You can read such questions in every business textbook. What we realized was that we were not able to answer them well. There was a strong need to develop skills for attracting investments».

There is also a kind of tension or non-alignment between the ability to attract supporting investments (and the kind of sources to get financial support from, on the one hand, and the subsequent funding issues that rolling out a use-oriented PSS, on the other, demands. One company explained:

«Naturally, we found that capital needs were different in each stage of our early company development. Initially, we could finance R&D through a start-up fund. We also received some seed money for funding costs of prototype units and covered early operating losses. But, we were very surprised that these traditional start-up funds were not able to cope with the subsequent financial issues arising from selling water as a service».

Some external financial sources enable companies to finance investments in technology, production, and marketing, but do not deal with the high up-front costs of installing equipment and the long and uncertain timeframe for amortization. To cope with the financial requirements of use-oriented PSS, companies develop capabilities for engineering appropriate financial mechanisms, together with financial service providers. One participant explained:

«Our idea was to convince banks to make the agreements, which we have with communities using our equipment, into a financial service ...We would transfer the equipment ownership to the bank. The bank would pay us directly for the equipment. The community would have one contract with a bank and also one with us. The contract with us is about the equipment maintenance. Here, we would guarantee a certain fixed monthly maintenance fee. The contract with the bank is about paying back the equipment costs. Every month, the community pays back a certain amount. The community generates the payments for operational fees and for the bank through regular water sales. Behind this financial arrangement is the idea that we would keep selling water as a service, but reallocate our risks to the bank. The bank itself would charge a risk premium for taking over the risk and include it in the community payments».

Companies reported that banks initially lack the skills for such services. They need to build the capabilities for developing and managing such financial services in collaboration with equipment providers and communities. The following anecdote from one participant illustrates the difficulties in developing such services:

«When we first started to talk with banks about developing such a financial service, the bank managers did not really understand it. They were still thinking of traditional banking services. After our presentation, they ask:

-‘So, you want to offer a leasing model? Ok. Let’s assume your equipment is leased. Your equipment costs are 100,000 RS (just over USD\$2,000), the community pays 10% down and finances the other 90% of the cost; the lease term is 90 months. After 60 months, the community owns the equipment. Do you want us to calculate a leasing fee?’-. We needed to argue that this is not what we want. Our communities do not want to lease equipment, but want to have water as a service...».

To develop such financial services in collaboration with banks, companies need to manage the risks, or uncertainty about whether treatment equipment providing water as service will become financially sustainable. Risk management skills are critical, since companies are operating existing, and investing in new equipment installations. Companies ensure that investments in new equipment are not too risky to jeopardize existing installations. They have to enable banks to assess and evaluate the risks of each installation. Companies aggregate the individual risks into portfolio management for equipment. One organization, for example, systematically obtained information on the financial performance of each piece of equipment. It became evident that one out of three did not make enough money to amortize the investment costs, another third just amortize the costs, and one third actually made a profit. Similar to financial portfolio theory (Markowitz 1987), companies started to pool their risks across multiple systems. They built effective risk evaluation skills based on an in-depth analysis of previous projects. They are now able to select less risky equipment installation for their future portfolio. Interestingly, banks develop only a limited set of risk management skills, whereas companies themselves develop a broad set of risk assessment and evaluation skills. Banks restrict competence development to the pricing of risks for the financial schemes between bank, equipment provider, and community.

Technology resources and capabilities to deploy them

Companies -of course- need technology resources, particularly since the early phase is still about experimenting with the technology solutions. Companies build technology resources for multiple treatment technologies, rather than a single one. They also build resources for enabling technologies. The former means that companies focus not on one single treatment technology, but engage in multiple technologies developing multiple technology assets. While investing in a single water treatment technology has certain cost advantages, it does not allow dealing with all contaminations. One participant explained:

«Our reverse osmosis technology removes ...microbial and chemical contaminants reliably in a single process. It is modular and compact, but nevertheless, the technology costs [up to \$17000 capital costs and monthly operational costs up to \$330] are higher than other technologies. It is cost-efficient only in a certain context».

The market size for a single technology can be too small in the early phase. Companies, therefore, tend to focus on multiple water treatment technologies. Depending on the water source (ground water or surface water) and contaminants (fluoride, arsenic, iron, bacteria), companies offer a technology portfolio (e.g., reverse osmosis, ultrafiltration, ultra-violet disinfection). Such a broader technology portfolio is costly and means developing more technology assets. To cope with the costs, companies focus only on a narrow set of the assets for each technology. Most technology assets are manufactured externally. Companies typically stated that the technological value they create internally is only around 10% of the total.

Resources for enabling technologies go beyond the actual water treatment technologies. They include remote monitoring for water treatment, electronic water payment systems, and enterprise resource planning systems. The low level of installed equipment and scattered locations pose difficulties for viable maintenance support services. Remote monitoring systems are necessary to predict breakdowns, which reduce unscheduled maintenance costs. The relevance of electronic water payment systems was explained by one of the participants in the following way:

«Since we offer water as a service, it is essential to track the water consumption. We could simply use a water meter, but we assumed that it is much more viable to deploy an electronic payment system, where each household gets a Radio Frequency IDentification-card to pay at our water distribution points. This would enable tracking the water consumption of individual households and the market penetration in terms of the percentage of households buying and consuming water ...Such data would help communities to provide promotion activities for buying safe water. Therefore, each item of equipment now includes an electronic payment system».

Our data suggest several important capabilities for deploying the technology resources, such as multiple water treatment technologies and enabling technologies, successfully. Companies need to align use-oriented PSS with the business model of suppliers so as to more easily refinance the water treatment systems. One participant explained:

«To reduce our financial risk, we asked our suppliers to deploy similar business models. Our pump provider was asked to charge for every m³ of water pumped through the system, rather than selling us the pump ...we minimized our own financial commitment and integrated the suppliers into our pay-per-use business model».

The data obtained through the electronic payment and remote monitoring system should be aggregated in enterprise resource planning systems. ERP systems can monitor service delivery costs and calculate whether an agreement on water as a service achieves the defined cost and revenue targets.

Social capital and capabilities for deploying it

Social capital plays a vital role in any business venture. Social capital is a generic resource capturing industry contacts, relationships with customers, or finance partners (Brush *et al.* 2001). In our context, building the relationships with communities is decisive, since participants expressed moral hazard problems with water as a service (Ulaga & Reinartz 2011). One organization emphasized that it observed by chance that one water kiosk was not keeping to the agreed opening times. Community members queued, but no water was sold. Naturally, members were complaining and as a result, water revenues that the community was expecting were not obtained. Apparently, there was a social conflict among the community members, of which the company was not aware.

Building such social capital only succeeds if companies deploy the following capabilities. Both companies and communities need to build mutual trust, which is a prerequisite for gaining access to households living in the communities, observing their practices, and exploring their preferences and needs. Without such information, companies cannot estimate water volume, water treatment costs, and, finally, decide whether it makes sense to approach the communities to install water treatment equipment. The ability to build trust has to be mutual, which means that customers have to ensure that the company does not face moral hazard problems. Building mutual trust faces certain barriers to customers. One participant reported that its customers often argued:

«Organizations come to us and say that they are going to solve our water problems. But how can they solve our problems when they don't even know us? A number of times they don't even understand our social hierarchies and what we do on a day-to-day basis. Committing to a certain water price and volume requires a lot of trust ...how do we know the organizations won't overcharge?».

Following the mutual trust building, companies need to select customers, who are promising in terms of water consumption and contamination. One participant explained:

«India has a market capacity of some 140 million households. Approximately 100'000 villages could demand our small scale water systems. Even by focusing on one Indian state, there are still plenty of potential customers to choose from. Our challenge is how to select promising villages. We knew that we need villages where at least 1000 households commit to buy water continuously. We could achieve this by focusing on small villages, where the social pressure would help us ensure that close to 100% of the households would buy the water, or alternatively, bigger villages where only 20% of the households are required to commit to buy water. In that case, we would be less independent on social pressure».

Companies need to experiment with different community sizes until they reach the most promising ones. This is similar to the argument that companies need to understand how customers use the treatment equipment (Tuli *et al.* 2007). In one company, we observed that the initial target segment were villages with 1000 households, but among these households, only approximately 30% buy water on an ongoing basis. This was not sufficient to finance the maintenance and the investment in water treatment equipment. Companies learned that larger villages of about 4000 households are a better target market. However, such larger villages are less dense and more difficult to serve, since the installed base would be more scattered. As a result, companies need to link the customer selection to providing the service infrastructure, which is explained in the next section.

Companies need to engage in an intense dialogue with customers. It is not just about listening to them and trying to estimate the water demand and understand the technical skills for operating the equipment. A serious dialogue is necessary, since communities are frequently not fully cognizant of their own requirements and cannot easily articulate them. For this reason, companies need to ask the right questions so as to identify both recognized and unrecognized needs. An intense dialogue with customers is necessary to generate valuable information (Tsai and Ghosal 1998). Such a deep dialogue should not stop at water needs either, but go beyond them. A participant asserted:

«A solution for our customers is when we propose bringing in value beyond the water provision. Rather than saying «here is water for .4 cents for a liter», it's more about finding what a community really needs, figuring out an adequate water distribution model, marketing campaigns for water, payment systems, and water pricing. We have to make sure these things are around to ensure that communities take advantage of water as a service».

Requirement definition is not just about asking customers for functional specifications of water volume and treatment. It is also about understanding broader social needs, including internal community dynamics processes or community hierarchies. One participant explained:

«The community leaders often lamented suppliers' failure to understand the obvious need to minimize maintenance expenses and to manage water sales uncertainties».

To summarize, social capital can only be deployed by developing capabilities for engaging customers in a dialogue, in order to explore both recognized and unrecognized needs. This dialogue then shifts from water needs to more social ones, for experimenting with the most promising target communities and to reduce moral hazard problems.

Service resources and capabilities for deploying them

Water treatment equipment embedded in use-oriented PSS is a complex combination of hardware, software, and services. These combinations are customized according to the local conditions. A challenge in the ferment phase is that the number of installations is still too low to create economies of scale, especially for creating a service support structure. Relevant service resources cover the development of use-oriented PSS, the associated demand creation, as well as its sales and delivery. As the following explanation by one participant shows, service resources are at the core of success for use-oriented PSS:

«Retaining the ownership, but not operating our equipment can become an Achilles heel in our strategy for water as a service. We can come, install our equipment and sell water as a service, ...but what happens when there are problems in the equipment operation? We need to ensure operational support».

Service resources refer to human resources in terms of dedicated service teams usually consisting of technicians, electricians, water experts, and technology experts. Service resources are shared with the communities, which operate the equipment and in some cases, do some basic maintenance. The idea is to minimize service costs for the company and to build operation and maintenance competencies at the customer. One participant explained:

«We train local community members to become responsible for operation and maintenance activities. The training generates local employment. For example, when community members became responsible for maintaining filters, some were able to find work doing pump maintenance».

Sharing service resources can increase the efficiency of the maintenance activities. One participant explained:

«Water as a service requires regular maintenance... which costs significantly less than repairing a major breakdown during which operations have ceased. Regular maintenance ensures that all equipment required for treatment operates with minimal breakdowns. When our customers perform short daily inspections e.g. cleaning, timely backwashing, lubricating, and small adjustments), minor problems can be detected and corrected before they get worse and stop operations. Our own service employees can concentrate on more complex failures».

Such service resources need to be deployed through the following capabilities. Companies need to provide assistance in system setup and in training the customers to perform operations and basic maintenance. This includes providing incentives for the ongoing operation of equipment, building local capacity, creating and main-

taining household interest in safe water, and identifying and training technical service support at the customer level.

Companies need to expand the network of service stations, the number of the service employees, and service competencies. The network configuration of the service centers depends on the location of the customers, which is governed by the presence of water contaminants. Our participants argued that customer locations should not be the only driver for expansion and configuration of the service station network.

«We have currently 52 equipment installations in one region. This region has a difficult terrain that limits the extent of viable operations and maintenance support services. If we were simply to fulfill the demand of every community facing contaminants, we could easily end up in a situation with excessively scattered locations, making it too cost-intensive to actually provide operations and maintenance support services».

Companies need to balance the locations of new equipment installations with other factors such as infrastructure availability, general size and terrain, viable scale of operation and maintenance support services. Among these factors, priority is given to sustaining service operations, rather than just satisfying the demand.

Related to prioritizing the sustained service operation, rather than customer demand for service network configuration, is the ability to build a specialized hierarchy of service teams consisting of technicians, electricians, water experts, and technology experts for providing the necessary customer support. To take advantage of such resources, companies must estimate the number of equipment installations that a service technician can realistically serve. They also need to estimate how reliably the customers operate and maintain the equipment. Since companies offer multiple water treatment technologies, each has different service requirements. Some technologies require regular maintenance activities, and others almost none. These factors lead to a wide range in the number of equipment installations that can be maintained by one service team.

Further capabilities for deploying service resources emerge along with the relational processes on customizing services and offering post-deployment customer support (Tuli *et al.* 2007). Companies reported building capabilities through advising customers on water delivery services. In some communities, water might be only available at the water points, whereas in some others, water is delivered and sold by retailers or micro-entrepreneurs distributing door-to-door or building a small network of water pipes. One participant explained:

«The door-to-door delivery model increases the final cost of water, as the service provider must recover the cost of transportation in order to earn a profit. Developing the water distribution model is a knowledge-intensive

service. Our employees built their knowledge from project to project, so as to understand what elements in the distribution work in which context and how they should configure the elements».

Even if water as a service seems highly standardized, there is a strong need to customize the operations and maintenance elements. One participant explained:

«Remember, communities have very different competencies for operating and maintaining the equipment... There is no ...one-size-fits-all solution.... Customizing operation and maintenance activities require employees who are open to that idea ...Customizing might be costly ...but if we do it right, it really can save money ...in system operation and maintenance».

As the last part of the argument suggests, companies need to be able to deliver operation and maintenance support services cost-efficiently. This relates back to the previously mentioned ability to share operation and maintenance responsibilities and competencies between customers and equipment providers. In addition, companies should take advantage of enabling technologies. Remote monitoring can predict operational failures and assist customers in the operation and maintenance. Electronic payment systems support customers in analyzing the water consumption of individual households. Such a data analysis enables companies to provide advice services for water distribution to the communities.

To summarize, service resources can only be deployed by sharing operation and maintenance competencies between customers and equipment providers, standardizing services, prioritizing the sustained service operation in relation to customer demand and by expanding the service network.

5. DISCUSSION

5.1. Theoretical implications

Our findings extend the existing knowledge on services in product-oriented companies. Use-oriented PSS have been articulated as a promising approach to generating demand in the maturity phases of the industry life cycle. Our findings on use-oriented PSS (based on our research around water as a service) are similar to the idea of software as a service (Timmers 1998, Weinhardt *et al.* 2009). Here, use-oriented PSS are one option within the total offering. Companies can also offer other types of services and use them to leverage the financial risks of use-oriented PSS. The literature rarely reports on companies that offer only use-oriented PSS while they are in the early phase of the industry life cycle. In that respect, our providers of water treatment equipment are a unique unit of analysis, since they focus only on use-oriented PSS during the ferment phase of their industry's life cycle.

Our results -that use- oriented PSS dominate the early phase, question Cusumano *et al.*'s (2015) propositions that companies are not likely to offer use-oriented PSS, but rather product-oriented PSS while going through the ferment phase of their industry. Only under extreme cases of uncertainty and high cost, some firms will offer use-oriented PSS (*ibid*). We do not regard uncertainty and costs as relatively high for the water industry. We assume that the industry providing decentralized water treatment equipment is similar to other industries, such as decentralized energy generation equipment (e.g., biogas, wind power, solar panels). Uncertainty and costs can only be an explanation from a customer perspective. Customers demanding water as a service want to keep costs low and predictable.

We observed similarities between resources and capabilities in the ferment and maturity phase. Similarities occur at the resource level, but there are interesting nuances. For example, financial resources are needed for extending the service business in both the early and maturity phases. For the maturity phase, profit stemming from spare parts and field services provide the financial resources to invest in the service business. In the maturity phase, companies can thus finance use-oriented PSS internally. Accordingly, in the case of Rolls-Royce's power-by-hour service, the financial services are provided by internal finance departments (Gebauer *et al.* 2012). Observing that financial resources originate from external sources are, therefore, a theoretical advancement.

Collaboration between banks and product-oriented companies have been rarely reported and investigated in the literature. Our observation that banks are not prepared to finance use-oriented PSS is surprising. While there are no off-the-shelf finance solutions, it means that banks and product-oriented companies need to collaborate in developing the financial services to back up use-oriented PSS. This implies that banks have to go beyond their traditional financing concepts to be able to finance innovative start-ups or companies with novel business models.

Surprisingly, the ferment phase is not about a transition from products to services and a step-wise extension of the service offerings, even if services play a major role. On the contrary, once companies have developed all elements of a use-oriented PSS, they do not extend the service offerings, but rather «industrialize» the processes for selling and delivering use-oriented PSS, such as: demand creation, as well as sales and delivery of the use-oriented PSS. This confirms Storbacka's (2011) argument that companies need to focus simultaneously on commercialization and industrialization. Industrialization has been often neglected in the literature, since the emphasis has been on revenue generation, rather than cost efficiency. In line with Kowalkowski *et al.*'s (2015) argument that the transition should be coupled with activities for systemizing the services, our findings suggest that these industrialization activities occur even in the early phase of the industry life cycle. Normally, companies in an early phase of an industry life cycle are more likely to be concerned with revenue generation than cost efficiency.

Social capital and the need to deploy capabilities such as the ability to engage the customers in a dialogue on water needs and social needs substantiates Tuli *et al.*'s (2007) relational processes. Moral hazard as a potential challenge in use-oriented services, adds a new aspect to the relational processes. It follows Ulaga and Reinartz's (2011) argument that there is a classic moral hazard problem, where customer actions that the company cannot control, affect service performance. However, our finding suggests that both the product-oriented company (suppliers) and its customers can conduct moral hazard. Companies have to understand that customers also face moral hazard problems, since they cannot check if companies overcharge them.

Previous research has rarely discussed the role of technologies. Enabling technologies play a vital role for cost-efficient delivery (Kowalkowski and Gebauer 2012). Investments in such enabling technologies seem to pay off early in the phase of starting the service business. Remote monitoring and analyzing product usage is very valuable in the ferment phase. Remote monitoring and maintenance avoids high travel costs for sending service technicians to customers. When confronted with a few, regionally scattered, installed bases, such travel costs can comprise a major part of the service costs. As long as the equipment has not reached a dominant technology design, data on the actual technology usage, is very valuable for making technical changes and improving the equipment.

Our theoretical contribution is not limited to what resources and capabilities actually emerged in our data. It is also interesting to interpret, which resources and capabilities are not relevant for the ferment phase. As proposed in the literature section, building a service culture and avoiding a potential clash with product culture is not important in the ferment phase. Management attention is not a critical resource, since it does not require shifting attention from product strategy to service strategy. Managers seem to be initially aware of the use-oriented PSS as the adequate strategy in the early phase of industry life cycle.

5.2. Practical implications

Product-oriented companies trying to implement use-oriented PSS can visualize detailed facets of the capabilities we have identified, and assess their current strengths and weaknesses according to them. Our findings enable managers to take a close look at their existing capabilities and make strategic decisions for capability development. Practitioners can use our resource-capability framework as a guideline to make use-oriented PSS in the early phase of the industry life cycle more successful. We recommend building technology, financial, social and service resources and developing a broad set of capabilities for deploying them. While our discussion of resources and capabilities sounds rational, companies should understand that they differ from common practices in extending the service business. For example, relying on external financial resources and capabilities for co-

llaborating with banks to develop financial mechanisms to facilitate use-oriented PSS is new for most practitioners. However, practitioners need to understand that conventional banks are little prepared to finance innovative start-ups or companies with novel business models and are more into financing established firms and/or companies in conventional markets.

Practitioners need to understand the financial consequences of use-oriented PSS and develop adequate strategies for dealing with them. Similarly, practitioners should consider our findings in their sales strategy. Naturally, companies in the early phase of the industry life cycle are tempted to look for potential customers and might have a very opportunity-driven sales approach. However, while such an approach might lead to a situation, in which companies succeed quickly in recruiting a number of customers, this would not allow setting up a financially sustainable infrastructure for operation and maintenance support. To succeed in the ferment phase, companies need to balance the search for new customers with cost considerations for operation and maintenance support services. Similarly, practitioners should be aware that once they establish water as a service, there is a strong emphasis on cost efficiency, rather than commercializing services.

Considering insights into moral hazard problems, gaining a deep understanding of customer needs in terms of water demand and water treatment is important. However, without a systematic approach to building mutual trust, companies might get stuck in moral hazard situations. Organizations have to become more systematic in using customer insights for mutual trust building, before offering use-oriented PSS.

Altogether, our study identifies resources and capabilities that companies must develop to succeed with use-oriented PSS. Among the described capabilities, our experience shows that organizations may particularly fail to recognize the importance of enabling service technologies. Companies have their core competencies in water treatment technologies, and not in enabling ones. It requires significant investment to take advantage of remote monitoring, electronic payment or enterprise resource planning systems. Companies must ensure that they are not fully absorbed by daily improvements in core technologies, but deploy also initiatives to implement enabling technologies, which are an essential link to the issue of risk assessment, evaluation, and management competencies. These competencies are new for most companies, so that managers must recognize the importance of these competencies and develop them strategically.

5.3. Limitations and further research directions

Of course, our qualitative study has its limitations, although some offer promising directions for future research. A natural next step would be a transfer of our resource-capability framework to other industries in the early phase. For example, re-

searchers can apply our findings to decentralized energy systems using solar or biogas technologies to provide electricity services. Such an application of our resource-capability framework would provide a noteworthy contrast, revealing new insights, and also showing which elements in the framework could be generalizable. Furthermore, we mostly conducted interviews with key informants from the companies providing the water treatment equipment. Similar to Tuli *et al.*'s (2007) study, it would be interesting to obtain more information from the actual communities, in other words, the customers of the water treatment systems. Since one capability relates to adapting the business model of suppliers to the use-oriented PSS, it would be beneficial to triangulate with data from the supplier perspective. Although these limitations must be kept in mind, we are confident that our findings provide new insights for academics and practitioners alike.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- ALLMENDINGER, G. AND LOMBREGLIA, R. (2005): Four strategies for the age of smart services. *Harvard Business Review*, 83(10).
- ANTIOCO, M., MOENAERT, R. K., LINDGREEN, A. AND WETZELS, M. G. (2008): «Organizational antecedents to and consequences of service business orientations in manufacturing companies». *Journal of the Academy of Marketing Science*, 36(3).
- ARAUJO, L. AND SPRING, M. (2006): «Services, products, and the institutional structure of production». *Industrial Marketing Management*, 35(7).
- BARNEY, J.B. (1991): «Firm Resources and Sustained Competitive Advantage», *Journal of Management*, 17.
- BOWEN, D. E., SIEHL, C. AND SCHNEIDER, B. (1989): «A framework for analyzing customer service orientations in manufacturing», *Academy of Management Review*, 14(1).
- BOYT, T. AND HARVEY, M. (1997): «Classification of industrial services: A model with strategic implications», *Industrial Marketing Management*, 26(4).
- BRADY, T., DAVIES, A. AND GANN, D. M. (2005): «Creating value by delivering integrated solutions», *International Journal of Project Management*, 23(5).
- BRAX, S. (2005): «A manufacturer becoming service provider-challenges and a paradox», *Managing Service Quality: An International Journal*, 15(2).
- BRUSH, C. G., GREENE, P. G. AND HART, M. M. (2001): «From initial idea to unique advantage: The entrepreneurial challenge of constructing a resource base», *The Academy of Management Executive*, 15(1).
- CECI, F. AND MASINI, A. (2011): «Balancing specialized and generic capabilities in the provision of integrated solutions», *Industrial and Corporate Change*, 20(1).
- COHEN, M. A., AGRAWAL, N. AND AGRAWAL, V. (2006): «Winning in the aftermarket», *Harvard Business Review*, 84(5).
- CUSUMANO, M. A., KAHL, S. J. AND SUAREZ, F. F. (2015): «Services, industry evolution, and the competitive strategies of product firms», *Strategic Management Journal*, 36(4).
- DAVIES, A. (2004): «Moving base into high-value integrated solutions: a value stream approach», *Industrial and Corporate Change*, 13(5).
- DAVIES, A., BRADY, T. AND HOBDDAY, M. (2006): «Charting a path toward integrated solutions», *MIT Sloan Management Review*, 47(3).
- (2007): «Organizing for solutions: Systems seller vs. systems integrator», *Industrial Marketing Management*, 36(2).
- EISENHARDT, K. M. (1989): «Building theories from case study research», *Academy of Management Review*, 14(4).
- FANG, E., PALMATIER, R. W. AND STEENKAMP, J. B. E. (2008): «Effect of service transition strategies on firm value», *Journal of Marketing*, 72(5).
- FISCHER, T., GEBAUER, H. AND FLEISCH, E. (2012): *Service business development: strategies for value creation in manufacturing firms*. Cambridge University Press.
- FISCHER, T., GEBAUER, H., GREGORY, M., REN, G. AND FLEISCH, E. (2010): «Exploitation or exploration in service business development? Insights from a dynamic capabilities perspective», *Journal of Service Management*, 21(5).
- GALBRAITH, J. R. (2002): «Organizing to deliver solutions», *Organizational dynamics*, 31(2).
- GEBAUER, H. (2008): «Identifying service strategies in product manufacturing companies by exploring environment–strategy configurations», *Industrial Marketing Management*, 37(3).

- (2009): «An attention-based view on service orientation in the business strategy of manufacturing companies», *Journal of Managerial Psychology*, 24(1).
- GEBAUER, H. & FRIEDLI, T. (2005): «Behavioral implications of the transition process from products to services», *Journal of Business & Industrial Marketing*, 20(2).
- GEBAUER, H., FRIEDLI, T. AND FLEISCH, E. (2005): «Overcoming the service paradox in manufacturing companies», *European Management Journal*, 23(1).
- (2006): «Success factors for achieving high service revenues in manufacturing companies», *Benchmarking: An International Journal*, 13(3).
- GEBAUER, H., EDVARDSSON, B., GUSTAFSSON, A. AND WITELL, L. (2010): «Match or mismatch: strategy-structure configurations in the service business of manufacturing companies», *Journal of Service Research*, 13(2).
- GEBAUER, H., PAIOLA, M. AND SACCANI, N. (2013): «Characterizing service networks for moving from products to solutions», *Industrial Marketing Management*, 42(1).
- GLASER, B. G. AND STRAUSS, A. L. (2009): *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Transaction Publishers, New Brunswick/London.
- HELANDER, A. AND MÖLLER, K. (2008): «How to become solution provider: System supplier's strategic tools», *Journal of Business-to-Business Marketing*, 15(3).
- HELFAT, C. E. AND LIEBERMAN, M. B. (2002): «The birth of capabilities: market entry and the importance of pre-history», *Industrial and Corporate Change*, 11(4).
- HOMBURG, C., FASSNACHT, M. AND GUENTHER, C. (2003): «The role of soft factors in implementing a service-oriented strategy in industrial marketing companies», *Journal of Business-to-Business Marketing*, 10(2).
- JACOB, F. AND ULAGA, W. (2008): «The transition from product to service in business markets: An agenda for academic inquiry», *Industrial Marketing Management*, 37(3).
- KOWALKOWSKI, C., WINDAHL, C., KINDSTRÖM, D. AND GEBAUER, H. (2015): «What service transition? Rethinking established assumptions about manufacturers' service-led growth strategies», *Industrial Marketing Management*, 45 (1).
- KOWALKOWSKI, C., KINDSTRÖM, D. AND GEBAUER, H. (2013): «ICT as a catalyst for service business orientation», *Journal of Business & Industrial Marketing*, 28(6).
- MARKOWITZ, H. (1987): *Mean-Variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Markets*. New York: Blackwell.
- MATHIEU, V. (2001): «Service strategies within the manufacturing sector: benefits, costs and partnership», *International Journal of Service Industry Management*, 12(5).
- (2001): «Product services: from a service supporting the product to a service supporting the client», *Journal of Business & Industrial Marketing*, 16(1).
- MATTHYSSENS, P. AND VANDENBEMPT, K. (1998): «Creating competitive advantage in industrial services», *Journal of Business & Industrial Marketing*, 13(4/5).
- (2008): «Moving from basic offerings to value-added solutions: Strategies, barriers and alignment», *Industrial Marketing Management*, 37(3).
- MATTHYSSENS, P., VANDENBEMPT, K. AND BERGHMAN, L. (2006): «Value innovation in business markets: Breaking the industry recipe», *Industrial Marketing Management*, 35(6).
- MCCRACKEN, GRANT (1988): *The Long Interview* (Qualitative Research Methods Series 13). Newbury Park, CA: Sage.
- NEELY, A. (2008): «Exploring the financial consequences of the servitization of manufacturing», *Operations Management Research*, 1(2).
- NEU, W.A. AND BROWN, S. W. (2005): «Forming successful business-to-business services in goods-dominant firms», *Journal of Service Research*, 8(1).
- (2008): «Manufacturers forming successful complex business services: Designing an organization to fit the market», *International Journal of Service Industry Management*, 19(2).
- OLIVA, R. AND KALLENBERG, R. (2003): «Managing the transition from products to services», *International Journal of Service Industry Management*, 14(2).
- PENTTINEN, E. AND PALMER, J. (2007): «Improving firm positioning through enhanced offerings

- and buyer–seller relationships», *Industrial Marketing Management*, 36(5).
- PERREAULT W. AND LEIGH, L. (1989): «Reliability of nominal data based on qualitative judgments», *Journal of Marketing Research*, 26(2).
- QUINN, J. B., DOORLEY, T. L. AND PAQUETTE, P. C. (1989): «Beyond products: services-based strategy», *Harvard Business Review*, 68(2).
- RUST, R.T. AND COOIL, B. (1994): «Reliability Measures for Qualitative Data: Theory and Implications», *Journal of Marketing Research*, 31 (February).
- SAMLI, A., JACOBS, C. AND WILLIS, J. (1992): «What presale and postsale services do you need to be competitive?», *Industrial Marketing Management*, 21(1).
- SAWHNEY, M., BALASUBRAMANIAN, S. AND KRISHNAN, V. V. (2003): «Creating growth with services», *MIT Sloan Management Review*, 45(2).
- SOUSA, T. AND CAUCHICK, M. (2015): «Exploring and Comparing the Sustainable Potential of Advanced Services: Insights from Two Product Service Systems», in: *Servitization: the theory and impact*, Proceedings of the Spring Servitization Conference 18 – 19 May 2015, Baines, T., & Harrison, D. (Ed.), 10-18.
- STORBACKA, K. (2011): «A solution business model: Capabilities and management practices for integrated solutions», *Industrial Marketing Management*, 40(5).
- TIMMERS, P. (1998): «Business models for electronic markets», *Electronic markets*, 8(2).
- TUKKER, A. (2004): «Eight types of product–service system: eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet», *Business strategy and the environment*, 13(4).
- TULI, K. R., KOHLI, A. K. AND BHARADWAJ, S. G. (2007): «Rethinking customer solutions: From product bundles to relational processes», *Journal of Marketing*, 71(3).
- ULAGA, W. AND REINARTZ, W. J. (2011): «Hybrid offerings: how manufacturing firms combine goods and services successfully», *Journal of Marketing*, 75(6).
- VANDERMERWE, S. AND RADA, J. (1989): «Servitization of business: adding value by adding services», *European Management Journal*, 6(4).
- WEINHARDT, C., ANANDASIVAM, D. I. W. A., BLAU, B., BORISSOV, D. I. N., MEINL, D. M. T., MICHALK, D. I. W. W. AND STÖSSER, J. (2009): «Cloud computing—a classification, business models, and research directions», *Business & Information Systems Engineering*, 1(5).
- WINDAHL, C. AND LAKEMOND, N. (2006): «Developing integrated solutions: The importance of relationships within the network», *Industrial Marketing Management*, 35(7).
- WISE, R. AND BAUMGARTNER, P. (1999): «Go downstream: the new profit imperative in manufacturing», *Harvard Business Review*, 77(5).
- WISE, R. AND MORRISON, D. (1999): «Beyond the exchange--the future of B2B», *Harvard Business Review*, 78(6).
- WITELL, L. AND LÖFGREN, M. (2013): «From service for free to service for fee: business model innovation in manufacturing firms», *Journal of Service Management*, 24(5).
- YIN, R. K. (1994): *Case Study Research: Design and Methods*, 2nd ed. Sage Publications, Newbury Park, CA.

La adopción de la estrategia de servitización: estudio Delphi para incrementar el conocimiento sobre la transformación del sector manufacturero

El estudio de investigación que se describe a lo largo de este artículo tiene como principal objetivo poner de manifiesto las principales evidencias obtenidas sobre la adopción de la estrategia de servitización. Con la aplicación del Método Delphi se recogieron los testimonios y opiniones de 33 altos ejecutivos, pertenecientes a 28 organizaciones de diferentes tamaños, las cuales representan una interesante sección transversal del tejido productivo británico. Los resultados obtenidos se han centrado en cinco áreas fundamentales: (1) servitización y servicios avanzados, (2) proceso de transformación: estímulos, incentivos y cambio organizacional, (3) impacto en el cliente y el fabricante, (4) facilitadores e inhibidores y (5) potencial para las empresas y la economía. Como resultado se presentan ocho puntos clave que contribuyen colectivamente a ampliar nuestro conocimiento del proceso estratégico que adoptan las manufacturas para competir en servicios.

Artikulu honetan deskribatzen den ikerketa-azterketaren helburu nagusia da zerbitutzio-estrategia aplikatzeagatik lortu diren ebidentzia nagusiak azpimarratzea. Delphi metodoa aplikatuta, 33 goi-exekutiboren testigantzak zein iritziak jaso ziren. Exekutibo horiek tamaina desberdinetako 28 erakundetakoak ziren eta ekoizpen-sare britainiarraren zeharkako alderdi interesgarria ordeztzen dute. Lortutako emaitzak bost arlo nagusitakoak dira, batik bat: (1) zerbitutzioa eta zerbitzu aurreratuak, (2) eraldaketa-prozesua: estimuluak, pizgarriak eta antolamendu-aldaketa, (3) inpaktua bezeroan eta fabrikatzailean, (4) erraztaileak eta inhibitzaileak eta (5) enpresatarako zein ekonomiarako potentziala. Emaiza gisa zortzi puntu nagusi aurkeztu dira eta puntu horiek zerbitzuetan lehiatzeko enpresak izaten duten prozesu estrategikoari buruz dugun jakintza zabaltzen laguntzen dute kolektiboki.

The research study described in this article seeks to bring to light the main evidence found concerning the adoption of the strategy of servitisation. The Delphi Method was used to collect statements and opinions from 33 high-ranking executives at 28 organisations of different sizes which represent an interesting cross section of the fabric of production in Britain. The findings focus on five main areas: (1) servitisation and advanced services; (2) the process of transformation: stimuli, incentives and organisational change; (3) impact on customers and manufacturers; (4) facilitators and inhibitors; and (5) the potential for businesses and for the economy. As a result, eight key points are presented here that together help to extend our knowledge of the strategic process adopted by manufacturing firms to compete on services.

Tim Baines
Ali Bigdeli
Aston Business School, UK
Carlos Galera Zarco
Universidad de Granada

Índice

1. Introducción
2. Metodología de investigación
3. Resultados obtenidos mediante el estudio Delphi
4. Conclusiones

Referencias bibliográficas

Palabras clave: Servitización, fabricantes de equipos originales, método Delphi.

Keywords: Servitization, original equipment manufacturers, Delphi method.

Nº de clasificación JEL: C80, L20, L80.

1. INTRODUCCIÓN

Todavía hoy, tanto en Reino Unido como en algunas economías avanzadas, se debate intensamente sobre los aciertos y errores de favorecer al sector servicios sobre la manufactura, y sobre cuál debería ser el equilibrio deseable entre estos dos sectores dentro de la economía. Sin embargo, los argumentos clásicos de este debate se vuelven inestables en la práctica porque los propios fabricantes de equipos originales (OEM *Original Equipment Manufacturers*) se están transformando en proveedores de servicios, difuminando así la perspectiva original. La comunidad empresarial se esfuerza para dar un nombre a esta transformación, pero es dentro de la Academia donde existe un consenso en torno al término «Servitización». Este término, surgido del área de investigación en marketing durante los años de las décadas de los ochenta y noventa, goza de una cada vez mayor aceptación entre los académicos de empresa e ingeniería (Baines *et al.*, 2007).

Agradecimientos: este trabajo ha contado con el apoyo de EPSRC Becas Ref EP/K014064/1, EP/K014072/1, EP/K014080/1 'Transforming the adoption of Product -Service Systems through innovations in applied gaming technology', un proyecto conjunto del *Aston Centre for Servitization Research and Practice*, de la Aston Business School y del *Advanced Manufacturing Research Centre* de la Universidad de Sheffield.

Cuadro nº 1.

Implicaciones para las empresas y la Economía					
Facilitadores e inhibidores					
Beneficios, impacto y contrapartidas					
Proceso de transformación: estímulos, incentivos y cambio organizacional					
Adopción de la servitización					
Vandermerwe & Rada (1988)		x	x	x	
Vandermerwe et al (1989)				x	
Bowen et al (1989)	x				
Silvestro R (1992)	x				
Boyt & Harvey (1997)	x			x	
Collier & Meyer (1998)	x				
Wise & B'gartner (1999)			x		
Mathieu (2001)		x	x	x	
Mont (2002)			x	x	
Galbraith (2002)		x			
Oliva & K'berg (2003)	x		x	x	
Sawhney et al (2004)					x
Tukker (2004)	x		x	x	
Brax (2005)		x		x	
Gebauer & Friedli (2005)		x	x	x	
Slack (2005)		x	x	x	
Johannasson & Olhager (2006)	x				
Cort & Mills (2006)	x				
Malleret (2006)			x	x	
Reinhardt & Ulaga (2008)				x	
Pawar et al (2009)	x			x	
Baines et al (2009a)			x		
Baines et al (2009b)		x			
Neely (2009)					x
Martínez et al (2010)		x			
Lightfoot et al (2011)		x			

Fuente: Elaboración propia.

Los estudios realizados sobre los cambios organizativos necesarios para servirizar con éxito crecen constantemente (véase, por ejemplo, Oliva y Kallenberg, 2003; Davies, 2004; Brax, 2005; Davies *et al.*, 2006; Gebauer *et al.*, 2008; Datta y Roy, 2011; Bastl *et al.*, 2012; y Baines y Lightfoot, 2013). Sin embargo, la investigación cuyo foco se centra en los procesos de gestión del cambio para alcanzar la servitización es más inusual. La revisión bibliográfica sobre servitización nos lleva a distinguir cinco puntos clave que han sido tratados por la literatura: a) qué se está transformado, b) por qué se está produciendo esa transformación, c) ventajas / impactos, facilitadores / inhibidores, y d) el potencial global. El cuadro nº 1 ilustra las contribuciones relativas a cada uno de estos aspectos fundamentales.

Es fundamental una mejor comprensión de las organizaciones que están adoptando estrategias de servitización, y qué ofrecen a los mercados, para enriquecer el debate sobre este proceso de transformación. Diferentes estudios han clasificado la oferta de servicios a través de modelos, matrices o marcos conceptuales (por ejemplo: Bowen *et al.*, 1989; Silvestro, 1992; Collier y Meyer, 1998; y Oliver y Kallenberg, 2003). Autores como Vandermerve y Rada (1988); Galbraith (2002); Brax (2005), y otros, como Slack (2005) y Martínez *et al.*, (2010), exploraron los motivos, procesos, ideas y desafíos en torno a los cambios estructurales en la unidad de negocio que soporta el proceso de servitización. Complementariamente, Wise y Baumgartner (1999), Mathieu (2001), Malleret (2006) y Baines *et al.*, (2009b), describieron los beneficios que las empresas han ido descubriendo al seguir una estrategia de servitización. Los obstáculos a los que se enfrentan las empresas que servitizan, y más críticamente, cómo se han gestionado esas dificultades, han sido conceptos explorados por una serie de investigadores entre los que se encuentran Vandermerwe *et al.*, (1989), Mathieu (2001) y Reinhart y Ulaga (2008). Sin embargo, las consecuencias económicas para las empresas y las economías sólo han sido abordadas por unos pocos investigadores, fundamentalmente por Sawhney *et al.*, (2004) y Neely (2009).

En conjunto, la mayoría de los estudios existentes han tratado de conceptualizar y contextualizar la adopción de la servitización, y tienden a confiar en los datos de algunas de las organizaciones que son reconocidas como líderes en la práctica. Sin embargo, el debate sobre la adopción de la servitización puede beneficiarse de una más profunda comprensión de la práctica industrial. En esta línea, se plantean las cinco preguntas fundamentales que este estudio se ha propuesto abordar: (1) ¿Qué tipos de organizaciones están servitizando, qué servicios están ofreciendo, y cuáles son las características de estos servicios?; (2) ¿Cómo han llegado las empresas pioneras a la servitización, qué factores han impulsado a los clientes a contratar los servicios ofrecidos por los fabricantes de equipos originales (OEM), qué factores han impulsado a los OEM a ofrecer esos servicios, y cómo han empezado a cambiar las OEM al ser conscientes de estas oportunidades?; (3) ¿Cuáles son los beneficios reales que han percibido tanto los clientes como los fabricantes, en qué grado se alinean estos beneficios con los factores que teóricamente los motivan, y qué otros beneficios han sido descubiertos?; (4) ¿Qué factores están favoreciendo o inhibiendo la

adopción de estos servicios tanto por parte de los clientes como de los fabricantes de equipos originales?; y (5) ¿Cuál es el beneficio neto de la servitización para las empresas y la economía?

La servitización es un tema complejo de estudiar. Tradicionalmente los estudios se han realizado utilizando amplias encuestas con métricas centradas en la producción (niveles de producción, empleo, etc.), pero este enfoque no refleja con exactitud cómo los modelos de negocio basados en servicios determinan el desempeño organizacional (viabilidad comercial, experiencia del cliente, relación costo-beneficio). Por todo ello, en este estudio hemos elegido una metodología de investigación Delphi para recabar los testimonios y opiniones de 33 altos ejecutivos de 28 organizaciones, de diferentes tamaños, que representan una sección transversal de la industria británica. Son estas experiencias reales las que presentamos en este artículo, proporcionando ejemplos y citas a lo largo del mismo que nos ayudan a demostrar que los resultados presentados provienen de evidencias directas en el sector de estudio. Las conclusiones resultantes abarcan cinco temas fundamentales: (1) servitización y servicios avanzados, (2) proceso de transformación: estímulos, incentivo y cambio organizacional, (3) impacto sobre el cliente y el fabricante, (4) facilitadores e inhibidores y (5) potencial para las empresas y la economía. El resto del artículo se estructura en torno a estos temas, y resume las conclusiones alcanzadas en cada uno de ellos como hallazgos (resultados) para futuras investigaciones.

2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Elección de la metodología

Como ya hemos expuesto anteriormente, la servitización es un tema complejo; algunos matices pueden ser fácilmente mal interpretados y requieren de una cuidadosa explicación. Las técnicas de investigación convencionales (en las cuales los cuestionarios son respondidos de un modo remoto y en aislamiento) yerran al no ofrecer una visión suficientemente práctica, mientras que por otro lado, los estudios de caso son investigaciones tan en profundidad de un caso particular que difícilmente ofrecen unos resultados genéricos fiables. Es por ello que se ha buscado una técnica que combine los puntos fuertes de ambos enfoques descritos y minimice las desviaciones, y es así como se identificó y seleccionó el método Delphi para la realización de este estudio.

El método Delphi es una técnica de investigación sistemática e interactiva para la obtención de un dictamen razonado proveniente de un panel de expertos independientes sobre un tema específico (Hallowell y Gambatese, 2010). Esta técnica fue desarrollada en la década de los cincuenta en la Rand Corporation por Helmer y Dalkey, y trata de obtener un consenso entre los participantes sobre un tema complejo a través de una encuesta que consiste en una serie de rondas (Amal, 2005; Cho, Jeong, y Kim, 1991; McClave y Benson, 1988; Waissbluth y De Gortari, 1990 Fontana y Frey, 1994).

Esta metodología ha sido aplicada en diferentes campos de estudio (Miller, 1993). La validez y fiabilidad de los resultados obtenidos se consigue a través de la interacción y la combinación de los juicios emitidos por los expertos (Bardecki, 1984; Parente, Anderson, Myers, y O'Brin, 1984; Amal, 2005). En particular, el método Delphi es un instrumento de investigación especialmente adecuado cuando existe un conocimiento incompleto acerca de un problema o fenómeno (Cleusa *et al* 2005) y funciona particularmente bien cuando el objetivo es mejorar la comprensión sobre cuestiones que no se prestan a ser resueltas empleando técnicas analíticas precisas (Hallowell y Gambatese, 2010).

Tres son los componentes fundamentales en una investigación Delphi convencional (Amal, 2005): (1) creación de un panel de expertos anónimos en el tema de interés, (2) realización de una serie de rondas utilizando cuestionarios para obtener las opiniones de los expertos sobre el tema, y (3) proceso de retroalimentación generado a través del intercambio de las respuestas de los encuestados entre todos los participantes (Bardecki, 1984; Masser y Foley, 1987). Estos tres pasos fueron aplicados en nuestro estudio del modo que se expone a continuación.

Selección del panel de expertos

La faceta más importante de un miembro del panel es su nivel de experiencia en el tema de estudio. Del mismo modo, el número de miembros del panel es un factor crítico.

Siguiendo estas pautas, nuestro primer enfoque fue identificar los expertos más adecuados. Para entrar a formar parte del panel de expertos, se buscaron personas que (1) estuviesen asociadas con una organización que, o bien entregue o bien consuma servicios avanzados (fabricante o cliente), (2) estuviesen involucradas directamente con la entrega de este tipo de servicios, (3) tuviesen conocimiento y experiencia en una amplia gama de funciones relacionadas, y (4) sintiesen que poseían cierta autoridad sobre el tema a investigar. Se inició así el proceso de búsqueda y selección, que concluyó finalmente con un panel de 33 expertos provenientes de 28 organizaciones diferentes con sede en Reino Unido (véase el cuadro nº 2). Todos los miembros seleccionados eran altos ejecutivos y proporcionaron su percepción y conocimiento sobre diferentes sectores: Salud, Infraestructuras, Transporte o Energía.

Preguntas de investigación y diseño del cuestionario

El protocolo de recogida de datos se desarrolló en torno a las preguntas de investigación propuestas (cuadro nº 1). Estas preguntas fueron compiladas en un cuestionario que fue desarrollado en colaboración con altos ejecutivos de Xerox y que siguió las directrices marcadas por Hallowell y Gambatese (2010). Este trabajo de desarrollo del cuestionario permitió el perfeccionamiento del modo en que se plantearon las preguntas, para asegurar que arrojasen los datos deseados sin llegar a ser demasiado exigente en el tiempo demandado a los participantes para completarlo.

Cuadro nº 2. PANEL DE EXPERTOS Y ORGANIZACIONES ASOCIADAS

	Empresa	Puesto laboral
Entrevistado como cliente	Boughey Distribution Services	Ingeniero de Gestión de Flota
	British Airways	Jefe Ejecutivo de Adquisiciones, Servicios Empresariales, British Airways PLC
	British Telecom	Gerente de Distribución de Servicios, Usuarios finales de Tecnología y Seguridad
	British Telecom	Gerente de Compras, BT Group Procurement
	Eon UK	Jefe de Planta, Grain Power Station
	GDF Suez	Gerente, Deeside and Shotton Power Stations
	Heart of England NHS Foundation Trust	Director de Estrategia Comercial
	Hoyer	Director de Consejo de Administración
	Islington Borough Council	Jefe de Instalaciones, Acomodación y Propiedades corporativas
	Transform Sandwell	Jefe de la Oficina de Operaciones
	University of Nottingham	Director de Compras
Entrevistado como proveedor / OEM	Alstom Power	Gerente de Servicios
	Alstom Power	Director de Operaciones
	Alstom Transport	Director de Operaciones de Tranvías – Servicios de Ciclo de Vida de Trenes, UK & Ireland
	Alstom Transport	Vicepresidente- Servicios de Ciclo de Vida de Trenes, UK & Ireland
	Babcock International	Jefe de Cadena de Suministro
	BAE Systems	Consultor Colaborador de Defensa, UK
	Finning UK	Director de la División de Soluciones para Equipamiento
	Finning UK	Gerente Principal de Operaciones de Apoyo al Producto
	GKN	Director Ejecutivo, Automóvil y Metalurgia
	Haigh Engineering	Director Gerente
	HCL Technologies	Director de Soluciones de Manufactura
	IBM Global Business Services	Consultor Senior, Gestión de Ciclo de Vida de Productos
	Malvern Scientific	Director
	MAN Truck and Bus UK	Consejero Delegado
	MarchantCain Design	Director
	Marshall Aerospace	Jefe de la División Comercial, Soluciones de Apoyo
	Marshall Aerospace	Director Gerente, Soluciones de Apoyo
	Rolls-Royce	Jefe de Investigación y Desarrollo en Servicios
	Selex Electronic Systems	Jefe de la Plataforma de Soluciones
	UK Council for Electronic Business (UKCeB) / Rolls-Royce	Director Ejecutivo, UKCeB
	Water Environmental Treatment	Consejero Delegado
	Xerox	Jefe de Marketing de UK, Global Document Outsourcing

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, el cuestionario fue distribuido a todos los panelistas. Las respuestas se obtuvieron a través de entrevistas semi-estructuradas, las cuales fueron realizadas y grabadas por los investigadores. Dos investigadores estuvieron presentes en cada una de las entrevistas, y las respuestas fueron registradas tanto por la grabación del audio como a través de la toma de apuntes. Cada miembro del panel fue entrevistado por un periodo de entre una y tres horas.

El proceso de retroalimentación

Como se mencionó anteriormente, el proceso de retroalimentación es el mecanismo utilizado para suministrar información a los miembros del panel acerca de las opiniones de sus pares anónimos (Hallowell y Gambatese, 2010). Este proceso es llevado a cabo tras cada ronda de encuestas completada. Se espera que la precisión de las conclusiones se incremente a medida que aumenta el número de rondas. Ello es debido a que la repetición de juicios emitidos y la presión de grupo se manifiesta a pesar del anonimato de las respuestas (Amal, 2005). Tras la valoración de la literatura referente a este proceso, esta investigación se marcó como objetivo tres rondas de retroalimentación, con la advertencia de que el número de rondas se incrementaría si las respuestas no convergían.

Ejecución y resultados

A lo largo de este estudio, el equipo de investigación se asoció con Xerox. Esta empresa tiene una gran experiencia en la prestación de servicios avanzados que asocian a sus equipamientos. El personal de Xerox colaboró en el diseño y gestión del cuestionario, y su ayuda sirvió para asegurar que los resultados obtenidos fuesen relevantes para la industria. En un ambiente de colaboración sincera, el equipo de Xerox respetó plenamente la autonomía e independencia del equipo de investigación.

En resumen, 33 expertos de 28 organizaciones participaron en el estudio entre noviembre de 2012 y mayo de 2013. En cada uno de los casos, los altos directivos fueron entrevistados, y sus respuestas, grabadas y transcritas. Se llevaron a cabo tres rondas de entrevistas. En la primera, se capturó la mayor parte de los datos, que el equipo de investigación posteriormente compiló, agrupando las evidencias en torno a los temas clave. Este resumen fue enviado de nuevo a los expertos, junto a una segunda ronda en la que los entrevistados respondieron perfeccionando sus juicios y añadiendo datos adicionales. La tercera ronda sirvió de comprobación final, al efecto de chequear las anomalías y comprobar la convergencia de los resultados.

3. RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE EL ESTUDIO DELPHI

Los resultados que se derivan de la ejecución del estudio Delphi nos permiten perfeccionar nuestro conocimiento acerca de: (1) la adopción de la servitización, (2) los procesos de transformación que están siendo seguidos, (3) los beneficios que se

están alcanzando, (4) facilitadores e inhibidores que afectan a fabricantes de equipos originales (OEM) y (5) potencial para las empresas y la economía en general. Cada uno de estos temas se discute a continuación de forma individual y se resumen sus resultados clave.

3.1. Adopción de la servitización

En primer lugar tratamos de comprender cómo los OEM toman la decisión de competir a través de los servicios. ¿Qué tipos de organizaciones están servitizando?, ¿Qué servicios están ofreciendo? y ¿Cuáles son las características que presentan estos servicios? Del estudio realizado se desprende la siguiente descripción.

Innovadores tecnológicos como proveedores de servicios

Aquellos fabricantes más avanzados en estrategias de servitización, raramente quieren que se les asocie con conceptos como «fabricación» o «producción». En su lugar, prefieren ser conocidos como «socios de servicio» o «proveedores», y sin embargo estas expresiones no son del todo adecuadas en estos casos. Este tipo de organizaciones son proveedores de servicios, pero a la vez son también innovadores tecnológicos. Estas capacidades de innovación se manifiestan en investigaciones, diseños y procesos de producción que son objeto de una propiedad intelectual, lo que diferencia a estas organizaciones de otros proveedores de servicios más convencionales.

Estos innovadores tecnológicos disponen de una capacidad real para crear un producto (o activo), lanzarlo, gestionarlo, mantenerlo, repararlo, mejorarlo, y desecharlo al final de su vida útil, lo que les aporta un valor intrínseco agregado a la hora de ofrecer servicios. Alstom Transport, por ejemplo, se presenta a sí misma con la capacidad técnica del *saber-cómo y el saber-por qué* (*technical know-how and know-why*), lo que les permite ofrecer un servicio más exclusivo. Xerox se «anuncia» a sí misma como un *incitador hacia servicios permitidos por su tecnología*. Para los clientes de Xerox, como por ejemplo British Airways, el valor de la innovación que ofrece Xerox reside en su capacidad para «entender y rediseñar la tecnología, asegurándose de que la tecnología seleccionada es la más apropiada para la aplicación a la que va dirigida, y ayuda a mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos en los que dicha tecnología se aplica».

Servitización a través de servicios avanzados

Muchos tipos diferentes de empresas se dedican a la prestación de servicios. Este estudio se ha centrado en aquellas organizaciones que han estado históricamente dedicadas a la fabricación de equipos originales (OEM) y que recientemente han transformado sus modelos de negocio, pasando de estar centrados en los productos a centrarse en los servicios. Estas organizaciones se pueden considerar como innovadoras en tecnología, en lugar de integradoras de tecnología. Además, estas organizaciones pueden implementar diversas estrategias de servitización. Por un lado, pueden ampliar su

prestación de servicios intermedios (por ejemplo, monitorización de estado, gestión de averías, reparación), o bien convertirse en proveedores de servicios más convencionales (por ejemplo: consultoría, contabilidad, asesoramiento, formación).

Sin embargo, lo que puso de manifiesto este estudio fue el movimiento que realizan hacia el ofrecimiento de «servicios avanzados». Tal transformación fue observada como fundamental para el proceso de servitización, con servicios intermedios y básicos formando también parte de la sus carteras. *Xerox's Managed Print Services*, el servicio de gestión de impresión que ofrece Xerox es un excelente ejemplo de servicio avanzado. En lugar de simplemente vender equipos de impresión, la compañía decidió ofrecer «soluciones para los documentos» a los clientes. Esto significa que para un cliente como British Airways, Xerox les proporciona:

«La gestión de los proyectos relacionados con su área, implementación de toda la nueva tecnología o nuevos procesos de trabajo a través del suministro de las herramientas adecuadas. La gestión con terceros, Xerox interactúa en nuestro nombre ante organizaciones como Royal Mail o empresas de mensajería».

Existen diferentes nombres con los que se denominan estos servicios avanzados, como contratos de disponibilidad, contratos de rendimiento, servicios gestionados o soluciones. Sin embargo, el resultado de estos contratos es, invariablemente, dotar al cliente de una capacidad para llevar a cabo una función de negocio o un proceso.

Características asociadas a los servicios avanzados.

Los servicios avanzados implican un replanteamiento de los límites entre las actividades que son llevadas a cabo por el cliente y las que son desarrolladas por el fabricante de los equipos. La definición de servicios avanzados aparece a menudo rodeada de confusión debido a las particulares características contractuales que habitualmente llevan asociadas. Las empresas participantes en este estudio describieron cuatro características fundamentales; de las cuales las tres primeras son relativamente comunes.

- Corriente de ingresos a través del «Pago por Uso»: *pago por click, pago por consumo, pago de energía por hora, etc.* son términos comúnmente usados cuando se ofrecen servicios avanzados. Por ejemplo, en su contrato con Xerox, Islington Borough Council recibe un «*cargo por click*» cada vez que un documento pasa a través de una de las máquinas de Xerox que ellos emplean.
- Contratos a largo plazo: los contratos de menos de dos años son poco frecuentes en servicios avanzados. Por ejemplo, la Heart of England NHS Foundation Trust (una organización semi-autónoma dentro del Sistema Nacional Sanitario de Gran Bretaña) tiene un contrato de diez años para la maquinaria de sus laboratorios patológicos, y para la generación de energía, GDF Suez obtiene contratos con NHS de entre 20 y 25 años.

- Gestión del riesgo: el suministrador del servicio, en este caso el OEM, asume la responsabilidad de garantizar las condiciones, disponibilidad y rendimiento de los activos. Por ejemplo, cada minuto de retraso de un tren suministrado por Alstom en llegar a una estación, puede derivar en una indemnización de £ 600 si se demuestra que el fallo proviene del OEM.

Los contratos de servicios avanzados también se caracterizan, cada vez más, por presentar un compromiso de mejora continua en procesos y ahorro de costes. Un ejemplo que ilustra este punto explica la contratación de servicios de Xerox por parte de British Airways:

«Nosotros podríamos haber empleado a alguien para entregar las cartas generadas en nuestra empresa y ya está –y hay un montón de empresas ahí fuera que podrían hacer eso–, pero es Xerox quien tiene la capacidad y también la visión de empezar diciendo: ‘y bien, ¿de verdad es necesario entregar físicamente esa carta?, ¿qué tal si se escanea tan pronto como la recibamos y la gestionamos a través de un flujo de trabajo digital? ¿Qué tal si impulsamos el correo digital, para que su jefe ejecutivo pueda leer sus cartas tanto si está en su oficina de Londres como si está en España o Chicago?».

Cuando estas cuatro características se encuentran asociadas con el principio descrito de entrega de una capacidad, los contratos se han de sofisticar. Además, muchos de los contratos existentes con este tipo de servicios presentan cifras relativamente grandes. Por ejemplo, MAN Truck y Bus UK tienen 10.000 vehículos contratados por terceros en la actualidad, y esperan que esto crezca en un 50% en los próximos tres o cinco años, hasta representar unos 200 millones de libras para su negocio.

En resumen, tras el estudio realizado se puede afirmar sobre la adopción de la servitización que:

Resultado 1: La servitización es vista en la práctica como el proceso por el que algunos innovadores tecnológicos (fabricantes de equipos originales) transforman su negocio de simplemente suministrar productos a entregar a sus clientes una capacidad (servicios avanzados) que sus productos suministrados permiten, siendo a continuación capaces de utilizar sus conocimientos en diseño y fabricación para mejorar continuamente esa capacidad entregada. Estos servicios avanzados están asociados comúnmente con las siguientes características: (1) pago por uso, (2) contratos a largo plazo, (3) gestión del riesgo, y (4) compromiso con procesos de mejora continua.

3.2. **Proceso de transformación: estímulos, incitadores y cambio organizacional**

Una vez analizados los servicios que están siendo ofrecidos, sus rasgos y características, se busca ahora entender lo que motiva a los OEM a desarrollar estrategias basadas en servicios: ¿Qué condujo a las primeras organizaciones a adoptar estrate-

gias de servitización? ¿Qué factores condujeron a los clientes a contratar los servicios avanzados ofrecidos por los OEM? ¿Qué factores motivaron a los OEM a ofrecer servicios avanzados? ¿Cómo los OEM transforman sus organizaciones al ser conscientes de estas nuevas oportunidades?

Estímulos para las estrategias de servicios

Algunos OEM se movieron hacia la oferta de servicios alentados por sus propios clientes. En el caso de MAN Truck & Bus UK, el detonante para ellos fue el *Heavy Duty Truck Comparison 2006*, en el que la compañía se situó última (séptima de siete) en el ranking que evaluaba el servicio al cliente; GKN emprendió una iniciativa para averiguar qué demandaban sus clientes para el futuro; y Selex Electronic Systems también comenzó a interesarse por los servicios, en respuesta a las demandas de sus clientes.

Esta demanda de servicios proveniente del mercado se produjo también a través de rutas indirectas; anteriores gobiernos de Reino Unido han ayudado a estimular la servitización a través de grandes proyectos de infraestructura en los que se trató de incentivar la financiación privada. Alstom Transport ilustra cómo ocurrió esto:

«Anteriormente a la privatización de grandes empresas nacionales como la British Rail o London Underground (Metro de Londres), estas empresas compraban su propio material rodante, e incluso en el caso de British Rail, lo fabricaban ellos mismos. Con la llegada del capital privado, la gestión del riesgo comenzó a ser un asunto importante dado que los bancos y compañías financieras decían: ‘usted desea que le proporcionemos dinero, por lo que nosotros queremos asegurarnos de que el activo se mantiene en óptimas condiciones y que no hay ningún problema potencial para la vida de esos bienes (o activos)’. Para lograr ese objetivo, buscaron involucrar a los OEM».

Por otro lado, los OEM también han alentado a sus clientes hacia la servitización; Rolls-Royce, por ejemplo, acercó a sus clientes a la servitización con sus propuestas innovadoras, logrando además el objetivo de mantener alejados a los competidores que iban surgiendo en el mercado. En última instancia, podemos afirmar que ninguna comunidad (OEM o clientes) ha sido dominante en este proceso; los orígenes son resumidos por British Airways como una interacción de los clientes descubriendo la oportunidad de gestionar mejor sus costes, y de los OEM al darse cuenta de que no pueden apoyarse sólo en la producción de bienes o herramientas, sino que tienen que mirar también hacia los servicios.

Incitadores iniciales de servitización

La comprensión de las razones que sustentan la adopción inicial del proceso de servitización está llena de dificultades. Los beneficios alcanzados por las empresas que dieron ese paso inicial pueden llevar a un fenómeno de «post-racionalización» de la decisión, por lo que debemos tener precaución cuando investigamos sobre este aspecto. Así, se distinguen dos categorías de razones que incitan a la servitización:

- Defensivas: anticiparse a una amenaza y preparar la respuesta.
- Ofensivas: destinadas o utilizadas para atacar.

Las razones dadas tanto por los OEM como por sus clientes para la adopción de servicios avanzados se pueden clasificar dentro de estas categorías (cuadro nº 3). Aunque este cuadro muestra una distribución relativamente uniforme de todas las categorías, podemos afirmar que los factores que guiaron tanto a los OEM como a sus clientes en este proceso obedecieron en gran medida a razones defensivas.

Los OEM estudiados servitizaron principalmente para defender su viabilidad comercial. En particular, como medida preventiva para evitar la entrada de competidores en sus mercados. Alstom Power ilustra este punto:

«...una vez que una tercera organización tenga acceso a nuestras máquinas, ellos podrían atacarnos en cualquier punto y esto es lo que nosotros intentamos evitar con estos contratos».

En ocasiones, los OEM también se movieron hacia el suministro de servicios para hacer valer sus capacidades en el mercado. En particular, para ayudar a sus innovaciones a ganar aceptación en el mercado y conducir a un crecimiento del negocio.

Los clientes decidieron contratar con fabricantes servitizados para mejorar la gestión de sus bienes, así como para mejorar su gestión financiera y de riesgos. Los deseos de ahorro en costes fueron un elemento prevalente. British Airways, por ejemplo, buscó ahorro de costes y mejoras en la eficiencia; Heart of England NHS Foundation Trust se movió por incentivos económicos; y los clientes típicos de Sellex Electronic Systems anhelaban una mejora año a año en reducción de costes. Otros clientes buscaban transferir los gastos de capital a pagos-ingresos variables (que llevan en la cuenta de pérdidas y ganancias en lugar de en el balance). Hoyer, por ejemplo, quería un sistema de pago por consumo donde los costos eran ‘por milla’ conducida, por lo que sus costos generales de contrato eran más previsibles.

Algunos clientes también adoptaron servicios de los OEM para impulsar su enfoque e inversión. Por ejemplo, British Airways vio en estos servicios el modo de evitar «dolores de cabeza» y permitirse un enfoque en el negocio principal de ser una aerolínea. Del mismo modo que Hoyer se ve a sí misma como una empresa experta en transporte, mientras que la gestión de los talleres para su flota no es considerada una competencia básica.

El cambio organizacional dentro del OEM

Tanto los clientes como los OEM han experimentado un importante cambio organizacional como consecuencia respectivamente de la adopción y la prestación de servicios avanzados. En este estudio sólo se trató de identificar aquellos cambios que fueron considerados fundamentales por los ejecutivos. Los más frecuentes fueron los referidos a personal y a la cultura organizacional.

Cuadro nº 3. INCITADORES INICIALES DE UNA ESTRATEGIAS DE SERVICIO

	Clientes	Suministradores (OEM)
Defensivas: Mejoras en la eficiencia del negocio, ahorro en costes y previsibilidad financiera	Pretendiendo mejorar la gestión financiera, gestión de riesgo y gestión de bienes a través de: • Ahorro de costes inicial. • Reducción continua de coste. • Transferencia de costes fijos a costes variables predictivos. • Seguridad de bienes mejorada. • Fiabilidad de bienes mejorada.	Pretendiendo mejorar la viabilidad comercial mejorada a través de: • Respuesta a la demanda del cliente. • Bloqueo de entrada a competidores. • Corrientes de ingresos uniforme. • Respuesta a la legislación. • Incremento del ciclo de vida del producto.
Ofensivas: Mejoras en la competitividad del negocio, foco y crecimiento	Pretendiendo mejorar el foco y la inversión a través de: • Foco en las competencias principales. • Mayor capital de inversión. • Adopción de tecnologías avanzadas y acceso a las habilidades asociadas.	Pretendiendo mejorar el crecimiento a través de: • Mayor intimidad con el cliente (comprendiendo las operaciones del cliente/desarrollando las relaciones). • Adopción por el mercado de innovaciones del producto. • Adopción por el mercado de innovaciones en los procesos.

Fuente: *Elaboración propia.*

Por ejemplo, MAN Truck & Bus UK tuvieron que implementar un cambio cultural completo, junto con cambios asociados a la estructura organizacional; mientras que GKN creó una organización dedicada en particular a los servicios que ofrecen.

A menudo se hace necesario involucrar a socios para permitir la entrega de una completa gama de servicios demandados por el cliente. Por ejemplo, Xerox UK interactúa con empresas como Royal Mail y empresas de mensajería en nombre de sus clientes. Existe también la necesidad de adoptar nuevas tecnologías de información y comunicación para informar sobre ubicación, condición y uso de productos. Esto facilita la gestión de la información hacia al cliente y proporciona transparencia y una base firme para el diálogo cliente-proveedor en torno a mejoras en el servicio.

Así pues, la gestión del cambio se forjó con desafíos, muchos de los cuales no son particulares de la servitización. Las transformaciones no se logran de la noche a la mañana y muchas de las organizaciones que hemos estudiado han estado inmersas en un proceso hacia la servitización durante al menos una década (como GKN, que comenzó su transformación hace diez años). Para otros, sin embargo, este ha sido más corto; MAN Truck & Bus UK subieron desde la séptima posición a la segunda posición en el ranking de servicio al cliente de la *Heavy Duty Truck Corporation* en tan solo cuatro años.

En resumen, del estudio realizado se desprende sobre el proceso de transformación que:

Resultado 2: la servitización ha sido estimulada a través de una interacción de acciones tanto de los OEM como de sus clientes. Las organizaciones pioneras en adoptar la servitización fueron motivadas en mayor medida por razones defensivas para mejorar su viabilidad comercial así como la gestión financiera, de riesgos y de activos dentro de sus empresas. También, aunque en menor medida, las motivaciones obedecieron a razones ofensivas para mejorar el enfoque y la competitividad en el mercado. Por otro lado, la entrega de servicios avanzados exigió cambios significativos en la cultura, las tecnologías, la estructura organizacional y los procesos.

3.3. Beneficios de una estrategia basada en servicios

Los estímulos e incitadores son útiles para la comprensión de la adopción inicial de servicios avanzados. Pero más útil aún es entender los beneficios reales que los clientes y los fabricantes han alcanzado: ¿En qué medida se alinean estos beneficios con sus incitadores? ¿Qué otros beneficios se lograron? ¿Qué inconvenientes se han puesto de manifiesto?

Beneficios: comprensión de los incitadores iniciales

Las empresas de nuestro estudio eran conscientes de los beneficios que buscaban al iniciar el proceso. El cuadro nº 3 expresa los ‘incitadores iniciales’ que ayudan a explicar los motivos particulares de los clientes y los OEM para servitizar, mientras que en el cuadro nº 4 se muestran los que realmente lograron. Como era de esperar, las organizaciones incluidas en el estudio tuvieron éxito (era un criterio para su inclusión en el estudio), sin embargo, es tranquilizador corroborar que sus estrategias concibieron los resultados específicos que buscaban. Por ejemplo, de los incitadores iniciales dados por los clientes en el cuadro nº 3 se registraron los siguientes logros:

«Hemos entregado esa actividad a Xerox, y ahora sólo consumimos con una buena tarificación de precios» [British Telecom].

«Pusimos en manos de un servicio gestionado de impresión el objetivo de ahorrar un millón de libras del costo de impresión, y lo logramos» [Universidad de Nottingham].

Los OEM comunicaron experiencias equivalentes acerca de sus incitadores iniciales:

«Si no nos hubiésemos transformado hacia una organización de servicios, esta empresa estaría muerta» [MAN Truck & Bus UK].

«Nadie puede gestionar este equipamiento de un modo más eficiente que nosotros, nadie puede proveer las piezas y prestar un mejor servicio de provisión que nosotros, por lo tanto nos encontramos en una posición única» [Finning UK].

«En este momento tenemos varios cientos de millones de libras en valor de acuerdos contractuales de servicio... es muy importante y va mucho más allá de una parte de nuestro negocio» [GKN].

Cuadro nº 4. **BENEFICIO DE LAS ESTRATEGIAS DE SERVICIO**

	Clientes	Suministradores (OEM)
Defensivas: Mejoras en la eficiencia del negocio, ahorro en costes y previsibilidad financiera	Una mejorada gestión financiera, de riesgo y de bienes a través de: • Ahorro de costes inicial. • Reducción continua de coste. • Transferencia de costes fijos a costes variables predictivos. • Seguridad de bienes mejorada. • Fiabilidad de bienes mejorada. También: • Mejoras en seguridad. • Mejoras medioambientales (p.e. costo energético / cumplimiento de legislación). • Cambio organizacional.	Viabilidad comercial mejorada a través de: • Respuesta a la demanda del cliente. • Bloqueo de entrada a competidores. • Corrientes de ingresos uniforme. • Respuesta a la legislación. • Incremento del ciclo de vida del producto.
Ofensivas: Mejoras en la competitividad del negocio, foco y crecimiento	Foco e inversión mejorada a través de: • Foco en las competencias principales. • Mayor capital de inversión. • Adopción de tecnologías avanzadas y acceso a las habilidades asociadas.	Crecimiento mejorado a través de: • Mayor intimidad con el cliente. • Adopción por el mercado de innovaciones del producto. • Adopción por el mercado de innovaciones en los procesos. También: • Crecimiento del número de clientes. • Nuevos clientes (entradas en el mercado). • Diseño de producto mejorado.

Fuente: Elaboración propia.

Beneficios: más allá de los conductores iniciales

Los beneficios de los servicios avanzados han superado las motivaciones originales que llevaron a su adopción. El cuadro nº 4 muestra cómo esos beneficios se han desarrollado incluso más allá de los incitadores iniciales del cuadro nº 3, ilustrando todo lo que la servitización ha permitido en estas organizaciones.

Para los OEM se han identificado una serie de beneficios importantes para su crecimiento en términos de número de clientes, mercado y nueva prospección de mercados. El crecimiento con los clientes preexistentes se ha logrado mediante la

consecución de una mayor intimidad con el cliente, provocada por relaciones más estrechas y fuertes. Por otra parte, se han creado nuevas oportunidades de mercado. Por ejemplo, los servicios de Rolls-Royce como *TotalCare* han apoyado la creación de aerolíneas de bajo costo, porque el énfasis de mantener el producto es de los OEM. También se han beneficiado el desarrollo de nuevos productos, como se ejemplifica con MAN Truck & Bus UK:

«El camión es un centro móvil de I + D... ahora tenemos una base de datos de diez mil millones kilómetros en todas las categorías de transporte con la que puedo mostrar con toda claridad lo que cuesta operar nuestros vehículos».

Del mismo modo, Xerox gestiona ahora mismo más de un millón de dispositivos, la mitad de los cuales son los de la competencia, por lo que proporciona una visión increíble en las características técnicas y el rendimiento de los productos en el mercado.

Para los clientes, se han producido mejoras en la seguridad y la sostenibilidad ambiental. MAN Truck & Bus Reino Unido informaron de que los servicios que proporcionan a sus clientes mejoraron el consumo de combustible en al menos un 10% y redujeron las emisiones de CO₂ en un 10-15%. La Universidad de Nottingham ha sido testigo de cómo sus sistemas de gestión de documentos son ahora aproximadamente un 70% más ecológicos. Además, estos servicios han permitido un cambio estructural que hubiese sido más difícil de alcanzar por el cliente por sí solo.

Desde una perspectiva más ofensiva, los clientes también han mejorado su propia competitividad mediante la mejora de la calidad del servicio a sus propios clientes. Por ejemplo, Alstom Transport describió cómo la línea ferroviaria principal de la costa Oeste del Reino Unido era en realidad menos significativa que la de la costa Este cuando Virgin (y sus socios) tomaron el control de su operación. Hoy en día significa el doble que la costa Este, debido a las mejores condiciones de viaje por ferrocarril. En la actualidad más de 32 millones de pasajeros al año viajan por ella.

Cuantificación del impacto

Nuestra intención ha sido traducir los beneficios descritos anteriormente en impacto cuantificable para el negocio. Los cuatro cuadrantes del cuadro nº 5 indican cómo la adopción de los servicios ha impactado en el rendimiento del negocio. Para los clientes, «la reducción de costes atribuidos a la adopción de servicios suministrados por los OEM» refleja las mejoras que deseaban en la eficiencia del negocio, mientras que «el crecimiento de sus propios servicios gracias a la mejora en el rendimiento de los servicios suministrados por los OEM» ayuda a indicar mejoras en su rendimiento empresarial atribuibles a los servicios del fabricante. Para los OEM, el paso de confiar sólo en la venta de productos hacia la diversificación en servicios, fue tomado para indicar la capacidad de recuperación, mientras que el crecimiento en los ingresos por servicios indicó mejoras en la competitividad empresarial.

Cuadro nº 5. **IMPACTOS EN EL RENDIMIENTO DE LA NEGOCIO A TRAVÉS DE ESTRATEGIAS DE SERVICIO**

	Clientes	Suministradores (OEM)
Defensivas: Mejoras en la eficiencia del negocio, ahorro en costes y previsibilidad financiera	Reducción de costes que puede ser atribuida a los servicios avanzados: • BA: 30% de ahorro en costos de impresión y reprografía. • Islington Borough Council: 28% de reducción en costos de impresión a lo largo de 4 años. • Sandwell Borough Council: 30% de reducción en costos de impresión a lo largo de 5 años, entregado a través Transform Sandwell. • BT: 40% de ahorro en reprografía a lo largo de 4 años. • BAE Systems: «UK La oficina Nacional de Auditoría Británica reconoció ahorros significativos para el Ministerio de Defensa».	Actual relación productos / servicios: • BAE Systems: 50% productos / 50% servicios. • Rolls-Royce: 50% productos / 50% servicios. • Xerox: 46% productos / 54% servicios. • Alstom Power: 60% productos / 40% servicios. Evidencia de una serie de empresas que aspiran a una relación del 50% del producto y 50% servicios; (por ejemplo, Alstom Power: «para el año 2020 se nivelará en alrededor de 50/50»; Marchant-Cain Diseño: «estamos apuntando a una división de 50/50 en cinco años»; WET: «Prevemos en el futuro un negocio que opere aproximadamente en una división uniforme de producto vs servicio»).
Ofensivas: Mejoras en la competitividad del negocio, foco y crecimiento	Crecimiento del negocio atribuible a la adopción de servicios avanzados: • Alstom Transport: incremento en el número de pasajeros de 13 millones por año a 32 millones por año. • BAE Systems: «Avión para las Fuerzas Armadas Británicas con capacidades mejoradas».	Crecimiento del negocio atribuible a la adopción de servicios avanzados: • Xerox: el último año, 6% de crecimiento en los ingresos por servicios, debido a los servicios avanzados (<i>in services revenue, due to advanced services</i>), aunque el crecimiento total se vio frenado por la disminución de ingresos de la venta de productos. • MAN: predice un crecimiento del 50% en servicios en los próximos 3-5 años. • Alstom Energy: las evidencias sugieren un crecimiento compuesto del 9% en servicios en el futuro previsible.

Fuente: Elaboración propia.

Los datos cuantificables de rendimiento son difíciles de lograr, al ser también una información sensible para muchas empresas que muestran reticencias a la hora de divulgarla. Normalmente, nos dijeron: «no nos sentimos cómodos aportando detalles sobre esto, pero se ha observado un incremento muy significativo de los ingresos como resultado de haber incorporado el ofrecimiento de servicios avanzados. Esta es una tendencia que estamos tratando de aprovechar y que continuará en el futuro». Cuando nos mostraron evidencias, normalmente no nos autorizaron a publicarlo.

El cuadro nº 5 recoge los limitados datos que las organizaciones estuvieron dispuestas a compartir. Dentro de los clientes, los principales adoptantes habían experimentado importantes reducciones de costes a través de la contratación de servicios avanzados. Estos se mueven entre el 25-30%. Aunque los datos son escasos, hay indicios claros de que un importante ahorro es posible. Asimismo, aunque nos suministraron mucha información sobre las mejoras en los servicios que ofrecen a sus propios clientes, solamente Alstom Transport fue capaz de indicar este impacto, al describir el cambio en el número de pasajeros en la línea ferroviaria principal de la Costa Oeste del Reino Unido.

La evidencia del impacto es mayor para los OEM que para los clientes. Una serie de compañías indicaron que ya habían alcanzado, o estaban cerca de lograr, una partición de 50/50 en los ingresos producto/servicio. Aunque es difícil establecer la exacta composición de estos ingresos por servicios, hay indicación clara de una «economía equilibrada» dentro de los OEM que ha mejorado su capacidad de resistencia frente a la recesión económica. En cuanto al crecimiento, la evidencia que tenemos sugiere que los propios fabricantes creen que pueden lograr un crecimiento en los ingresos por servicios en una franja del 5 a 10% por año. Sin embargo, hay que considerar con cautela estas cifras; el principal punto a considerar es que el crecimiento se ve como posible en un contexto diferente al del estancamiento económico.

Contrapartidas para el negocio

El estudio de las contrapartidas a los beneficios de ofrecer servicios avanzados es complejo. Es muy fácil distraerse en un debate en torno a los desafíos que supone la transformación y la adopción de la servitización. Nuestro enfoque no va a estar en este proceso de gestión del cambio, sino que se centra en la comprensión de los inconvenientes derivados del éxito en la adopción y la prestación de servicios avanzados.

Para el cliente, uno de los peligros es que los contratos a largo plazo asociados con los servicios avanzados tienen el potencial de alterar la innovación y la inclusión de nueva tecnología; además, el número de personas empleadas se puede reducir, especialmente dentro de sus propias operaciones. Esto puede ser un cambio deseado, pero también puede inhibir la adopción. Por ejemplo, Alstom Transport cita Bucarest Metro, donde la plantilla se ha reducido desde 1700 a 850, al pasar la operación del mismo a manos privadas.

Para los OEM, los flujos de ingresos convencionales son susceptibles de reducirse. Las ventas de piezas de repuesto se reducirán, así como el consumo interno de piezas de repuesto (para reparación y revisión). Alstom Power, por ejemplo, ha visto cómo los departamentos más centrados en el producto se han visto significativamente reducidos.

Cuadro nº 6. FACILITADORES E INHIBIDORES DE ESTRATEGIAS DE SERVICIO

	Clientes	Suministradores (OEM)
Defensivas: Mejoras en la eficiencia del negocio, ahorro en costes y previsibilidad financiera	Los clientes no están convencidos o se muestran incómodos o incapaces cuando: • Productos fácilmente sustituibles. • Los suministradores no proveen de una gama suficiente de tecnologías. • Desconfianza institucional hacia la externalización. • La relación calidad-precio no está demostrada. • Falta de visibilidad en las innovaciones tecnológicas. • La pérdida de control o dependencia es un inconveniente. • El proceso de compilación es débil. • Falta de flexibilidad en el sistema presupuestario. • Carente gestión de la información. • Falta de disponibilidad de contratos útiles y empleables.	Los OEM son incapaces de suministrar servicios cuando: • Falta de disponibilidad de contratos útiles y empleables. • Los recursos financieros para la transformación del negocio son insuficientes. • No existe una adecuada gestión de la información. • La duración de los contratos es insuficiente para recuperar la inversión. • La propiedad intelectual para sustentar la innovación es insuficiente.
Ofensivas: Mejoras en la competitividad del negocio, foco y crecimiento	Los clientes están confiados en un adecuado encaje organizacional cuando: • Existe una relación de confianza. • Están tranquilos en cuanto a la relación calidad-precio por el conocimiento de los procesos y la competencia. • Las aplicaciones son repetibles y predecibles. • Los procesos pueden ser rediseñados. • Existe una evidencia de caso de estudio. • Está involucrado un suministrador de servicios financieramente estable.	Los OEM están confiados y capacitados cuando: • Existe una relación fuerte con el cliente. • Tienen relaciones fuertes con sus propios suministradores. • Sus equipos y material son fiables. • El cliente es una organización con credibilidad. • Tienen la capacidad para responder a las necesidades del cliente. • Tienen la capacidad para innovar en procesos y equipos. • Existe la capacidad para acceder a las habilidades técnicas requeridas, incluyendo la capacidad de gestionar proyectos. • Tienen la capacidad para identificar y gestionar los riesgos inherentes a la transformación, operación y reputación.

Fuente: *Elaboración propia.*

En resumen, podemos afirmar sobre los beneficios que:

Resultado 3: Los OEM servitizados y sus clientes han alcanzado los beneficios que buscaban y, además, han descubierto que existen beneficios adicionales que fortalecen su competitividad. Aunque difícil de alcanzar, hay evidencias de que la servitización tiene un impacto muy positivo en la resiliencia, la eficiencia y el crecimiento. Las «contrapartidas» son, sin embargo, inevitables para los OEM, en cuanto a que sacrifican sus más tradicionales corrientes de ingresos.

3.4. **Facilitadores e inhibidores de la adopción de servicios**

Nuestro estudio también exploró el proceso de adopción de los servicios avanzados. En particular, a través de la siguiente cuestión: ¿Qué factores están inhibiendo y facilitando la adopción de estos servicios, tanto para los clientes como para los OEMs? El cuadro nº 6 resume nuestros hallazgos.

Inhibidores para los clientes

Los clientes se resisten a involucrarse en contratar servicios avanzados cuando no están convencidos o cuando son servicios avanzados en los que se sienten incómodos o incapaces. Existen factores prácticos en torno a este asunto: facilidad de sustitución del producto (por ejemplo, si falla puede ser sustituido fácilmente), disponibilidad de proveedores que pueden ofrecer una gama suficiente de tecnologías alternativas, y la falta de voluntad institucional para participar en contratos de estilo *outsourcing* o externalización. La adopción también se ve obstaculizada cuando existe el miedo de que ser demasiado dependiente de un solo proveedor restrinja la capacidad del cliente para obtener una buena relación calidad-precio (tanto ahora como en el futuro). Por ejemplo, Finning UK describió cómo algunos de sus clientes temían que poner «todos sus huevos en una sola canasta» limitaba su capacidad para obtener la mejor relación calidad-precio, e Islington Borough Council hizo hincapié en la importancia de mantener conocimientos que les permitan el reingreso en el mercado.

Incluso aun sintiéndose atraído, el cliente puede no ser capaz de adoptar servicios avanzados. Existen factores limitantes en torno a la recopilación de procesos, sistemas de presupuestación, sistemas de datos, legislación y contratos. Por ejemplo, Heart of England NHS Foundation Trust resaltó la importancia del cumplimiento de un proceso de compilación antes de que ciertos servicios pudiesen ser considerados para su contratación externa. La complejidad de los contratos puede inhibir tanto al cliente como al OEM. Otro factor limitante es la falta de personal con la adecuada capacidad para la gestión de contratos. En ocasiones, incluso cuando un contrato está en vigor, puede haber una renuencia a continuar el compromiso si el cliente siente que los nive-

les de servicio no están siendo conocidos, o más generalmente, cuando el valor no se les demuestra.

Facilitadores para los clientes

Los clientes se muestran predispuestos a adoptar servicios avanzados cuando están confiados en el encaje de los mismos dentro de su organización, y cuando son capaces de monitorizar la relación calidad-precio para ser conscientes de sus propios costos, y de cuantificar el valor que reciben. Es el caso de Eon UK:

«En realidad, está bien permitirle al fabricante la entrega de servicios, pero tú quieres estar seguro de que estás recibiendo una buena relación calidad-precio».

La confianza del cliente en el suministrador de servicios tiene un impacto directo:

«Tenemos que confiar en que ellos no van a irse y dejarnos sin apoyo» [Heart of England NHS Foundation Trust].

«Para nuestros consumidores, confiar más en sus suministradores era un cambio cultural muy importante, el cual les costó asumir durante unos cuantos años antes de que ciertas personas reconocieron los beneficios» [Rolls Royce].

Inhibidores para los fabricantes

Los OEM comparten inhibidores en torno a la contratación, la financiación y los sistemas de datos. La falta de habilidades para construir contratos fiables y sencillos de implementar es un inhibidor importante para las organizaciones más pequeñas; del mismo modo, la falta de disponibilidad de financiación por parte de terceros para desbloquear contratos basados en servicios.

Suponiendo que el OEM se ha comprometido a adoptar la servitización y perseguir la entrega de servicios avanzados, también hay inhibidores específicos que afectan a su capacidad para continuar y sostener una estrategia de este tipo. Vinculado a los problemas de contratación, puede aparecer la falta de propiedad intelectual en el OEM para innovar y modificar sus tecnologías, de modo que puedan ofrecer a sus clientes la eficiencia y ahorro en costes demandado.

«A veces, nuestro Ministerio ha intentado comprar derechos de propiedad intelectual... se podría pensar que estábamos en una posición fuerte. La Fuerza Aérea de Australia llegó un poco más tarde y consiguió los derechos de propiedad intelectual. Así que, de un modo u otro, hicieron algo que nuestro Ministerio de Defensa no hizo... no igualó las condiciones de negociación que los australianos ofrecieron» [Marshall Aerospace].

El conjunto de los conocimientos o habilidades, en general, supone una gran preocupación para los OEM:

«...si nos fijamos en donde se desarrollan habilidades técnicas, generalmente tienen lugar dentro del entorno de fabricación. Y mi preocupación es que si las empresas manufactureras –especialmente en los grandes sectores industriales– están siendo minimizadas, entonces ¿qué ocurrirá con el saber-cómo y el saber-por qué a largo plazo? Yo creo que ahora, si miras a las empresas de servicios en el Reino Unido, todavía existe un conjunto de habilidades técnicas que están ahí provenientes de las manufacturas... mi preocupación es si dentro de 20 años existirá la misma capacidad» [Alstom Transport].

Facilitadores para los fabricantes

Para los OEM, un facilitador clave es tener una relación sólida con el cliente. Como Finning UK sentenció, «tener las relaciones adecuadas es mucho más que clave para nuestro éxito, por no decir la totalidad del mismo». Lo que sustenta esta relación es la reputación de los equipos ofrecidos y de la propia organización del suministrador. Una vez más, Finning UK explicó que: «los clientes que quieren tratar con nosotros saben que estamos respaldados por Caterpillar, que es una marca muy potente».

Las relaciones entre el proveedor de servicios y su propia cadena de suministro son igualmente importantes. Como Finning UK expuso:

«Aprovechamos nuestra relación con Caterpillar, ellos entienden que su cliente es nuestro cliente, que compra a través de nosotros para obtener un producto Caterpillar. Así que nadie salta sobre el otro, estamos muy unidos en esto».

El OEM se ve también favorecido por su capacidad para innovar. Esto no es simplemente tener una función de prestación de servicios y otra de producción como parte de la misma organización; los sistemas internos tienen que aparecer para vincular ambas capacidades. Además, la capacidad de configurar y gestionar la transición hacia la oferta de servicios avanzados es esencial.

En conclusión, gracias al estudio realizado a cerca de los facilitadores e inhibidores, ahora conocemos que:

Resultado 4: La servitización se ve favorecida cuando los OEM se muestran confiados y capaces de ofrecer servicios avanzados, y sus clientes están seguros del encaje organizacional de la contratación de esos servicios. Sin embargo, la adopción de la servitización estará inhibida si el OEM no tiene capacidad para entregar servicios o los clientes no están convencidos o se encuentran incómodos con esos servicios.

3.5. Potencial de la servitización para la economía y los negocios

Una cuestión clave para las empresas en las economías desarrolladas es el beneficio neto que aporta la servitización: ¿va a promover el crecimiento a través de una

mayor competitividad? Esto es más fácil de responder a nivel empresarial que a nivel de toda la economía. Las empresas que hemos estudiado ciertamente indican el potencial de la servitización, con ejemplos de crecimiento de entre 5-10% por año. Y ello confirma estudios anteriores que indican una correlación positiva entre la adopción de la servitización y el crecimiento de los ingresos, beneficios y empleo.

A un nivel global en lo económico, sin embargo, debemos tener en cuenta el desplazamiento y efecto dominó. ¿En qué medida el éxito de una empresa servitizada logra eficiencia a costa de otras empresas y de la destrucción de empleo? ¿En qué medida la mejora de la capacidad para competir a nivel mundial con este modelo de negocio sirve para incrementar la creación de riqueza en un país? Aun así, hay pruebas claras de que la servitización es también una respuesta de los fabricantes de las economías avanzadas a las presiones externas; una oportunidad de diferenciar su oferta; y una forma de realizar una reestructuración económica y afrontar su crecimiento. Conceptualmente, la servitización ofrece una oportunidad que puede tener un impacto sobre el crecimiento regional y nacional. Se aleja de la perspectiva de depender de «la venta de un producto» y se basa en las capacidades tecnológicas.

Los altos ejecutivos que han participado en este estudio refuerzan este mensaje de forma clara:

«Gran Bretaña fue demasiado lejos hacia los servicios, y tiene que volver a la fabricación... pero las dos vertientes son totalmente complementarias en estos términos» [GKN].

«Se ha logrado ser más seguros, más fiables, más económicos y más respetuosos con el medio ambiente» [MAN].

«Las empresas tienen ante sí una oportunidad para conseguir un punto de apoyo en otros mercados en el mundo» [BAE].

El desarrollo de servitización se puede mejorar mediante una adecuada política industrial. La adopción es inhibida en ocasiones por la falta de conciencia de los OEM y sus clientes. Los OEM necesitan ayuda para desarrollar los cambios en la cultura, las habilidades, los contratos y la financiación (cuadro nº 4), que son inherentes a la servitización, así como el desarrollo de sus capacidades de innovación tecnológica durante el proceso. Los gobiernos tienen ahora una oportunidad para implementar iniciativas en este sentido. Las acciones que deberían incluir son:

- Mejorar el mecanismo de medición en los niveles macro y micro para que el progreso en la adopción de la servitización se pueda controlar mejor tanto dentro de las organizaciones como por la economía en su conjunto.
- Mejorar el conocimiento de servitización entre los responsables públicos de las contrataciones a nivel regional y nacional, así como incrementar los incentivos para la inclusión de servicios por parte de los OEMs (grandes y pequeños).

- Alentar a las instituciones financieras y contables a apreciar el valor de los servicios de los OEM y ayudarles en las finanzas y la contratación.
- Continuar con el desarrollo de una base de conocimientos de ingeniería y tecnología en el país e instruir a los estudiantes en que estas habilidades pueden ser explotadas en la prestación de servicios, en lugar de simplemente en la producción de bienes.

En este estudio han estado involucrados directivos de un conjunto de organizaciones que son significativamente importantes para la economía de un país avanzado como Reino Unido. A través de sus testimonios, no cabe duda de que competir a través de los servicios es un concepto de vital importancia para el futuro. No es una panacea, ni es válido para todas las organizaciones y en cualquier momento, pero es sin duda una importante ayuda para la mejora de la sostenibilidad comercial y ambiental de una economía desarrollada. A modo de resumen podemos afirmar que:

Resultado 5: La resiliencia y el crecimiento en una economía desarrollada pueden verse afectados positivamente por la servitización. Si bien estas economías son complejas, de múltiples facetas y en gran medida impredecibles, existe un crecimiento de los ingresos reales entre los fabricantes de equipos que prestan servicios con éxito. En consecuencia, los ejecutivos de nuestro estudio ven un gran potencial tanto para las economías regionales como a nivel macroeconómico, si la oportunidad presentada por estos modelos de negocio basados en servicios se aprovecha de una manera más eficaz.

Resultado 6: El desarrollo de la servitización se halla inhibido por la falta de conciencia respecto a su importancia por parte de los OEM y sus clientes. Esta innovación es frágil, el lenguaje tiene que unirse y se necesitan cuidados mientras la comprensión de todo este proceso se desarrolla y asienta. Los OEM, en particular, necesitan ayuda con los cambios inherentes a la servitización, que afectan a su cultura, las habilidades, los contratos y la financiación. Al menos durante el período en que sus capacidades de innovación tecnológica se desarrollan (cuadro nº 4).

4. CONCLUSIONES

Este estudio ha buscado construir una base de evidencias en torno a la adopción de la servitización. Los resultados analizados se han centrado en cinco áreas: (1) servitización y servicios avanzados, (2) el proceso de transformación: estímulos, incitadores y cambio organizacional, (3) el impacto en el cliente y el fabricante, (4) facilitadores e inhibidores y (5) potencial para las empresas y la economía. A lo largo de la realización del estudio, fueron arrojados otros dos importantes resultados sobre el proceso de transformación en la práctica:

Resultado 7: Los OEM que han sido pioneros en la adopción de estrategias de servicio lo han hecho en gran medida para proteger su viabilidad comercial (cuadro nº 3). También se ha llegado a la conclusión de que los servicios permiten innovaciones tanto en los productos como en procesos de la empresa, que se traducen en el crecimiento del negocio tanto con nuevos clientes como con los existentes (cuadro nº 4). La diversificación hacia la oferta de servicios incrementa la resiliencia de los OEM. Los ingresos provenientes de los servicios se hallan típicamente en una proporción 50/50 respecto a los ingresos por productos. Los ingresos por servicios están permitiendo el crecimiento global de la empresa (por lo general de entre el 5 y el 10%, cuadro nº 5).

Resultado 8: Los clientes utilizan estos servicios para mejorar su estructura financiera, perfil de riesgo y la eficiencia en torno a su gestión de activos (cuadro nº 3). También han encontrado beneficios para su propio crecimiento como consecuencia de un rendimiento mejorado de sus propios servicios (cuadro nº 4). Los adoptantes líderes han experimentado importantes reducciones de costes (cuadro nº 5) y un crecimiento de su negocio en los servicios a sus propios clientes.

Este estudio contribuye a incrementar el conocimiento sobre la servitización. Los ocho hallazgos presentados resumen este proceso de transformación que está teniendo lugar en la práctica. Estos resultados han surgido a partir de las experiencias colectivas de 33 altos ejecutivos de 28 organizaciones de diferentes tamaños que configuran una interesante sección transversal del tejido industrial británico. Todas las metodologías tienen sus limitaciones, pero se ha encontrado en el método Delphi una valiosa herramienta de investigación para la obtención de una rica visión dentro de la práctica industrial. Para ampliar nuestra comprensión de este fenómeno, sugerimos un enfoque similar para investigar cómo y por qué puede fracasar la adopción de la servitización. Nuestro estudio se ha centrado exclusivamente en organizaciones que han tenido éxito en este proceso, ya sea como proveedores o consumidores. Sería útil aportar conocimiento sobre las organizaciones que han optado por no tomar esta ruta, y también sería interesante conocer más acerca de los OEM que de algún modo no lograron alcanzar los resultados deseados. Todo ese nuevo conocimiento sería muy valioso para continuar avanzando en el debate sobre la servitización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMAL, K.A. (2005): Using the Delphi Technique to Search for Empirical Measures of Local Planning Agency Power *The Qualitative Report* Volume 10 Number 4 December 2005.
- BAINES, T.S. Y LIGHTFOOT, H. (2013): Made to serve; Understanding what it takes for a manufacturer to compete through servitization and Product-Service Systems' Wiley.
- BAINES, T., LIGHTFOOT, H. Y BENEDETTINI, O. (2009a): «The Servitization of Manufacturing: a Review of the Literature», *Journal of Technology Management*, Vol. 20.
- BAINES, T., LIGHTFOOT, H., WHITNEY, D. Y KAY, J.M. (2009b): «Servitized Manufacture: Practical Challenges of Delivering Integrated Products and Services», *IJMeChE Part B*, Vol. 223.
- BAINES, T., LIGHTFOOT, H., EVANS, S., NEELY, A., GREENOUGH, R., PEPPARD, J., ROY, R., SHEHAB, E., BRAGANZA, A., TIWARI, A., ALCOCK, J., ANGUS, J., BASTL, M., COUSENS, A., IRVING, P., JOHNSON, M., KINGSTON, J., LOCKETT, H., MARTINEZ, V., MICHEL, P., TRANFIELD, D., WALTON, I. Y WILSON, H. (2007): 'State-of-the-art in Product Service-Systems' *Proc. IMechE Part B: Journal of Engineering Manufacture*. Vol 221.
- BARDECKI, M. J. (1984): Participants' response to the Delphi method: An attitudinal perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 25(3).
- BASTL, M., JOHNSON, M., LIGHTFOOT, H. Y EVANS, S. (2012): «Buyer-supplier relationships in a servitized environment: An examination with Cannon and Perreault's framework», *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 32 Iss: 6.
- BOWEN, D., SIEHL, C. Y SCHNEIDER, B. (1989): *A framework for analyzing customer service orientations in Manufacturing*, in *Academy of Management Review*. 14.
- BOYT, T. Y HARVEY, M. (1997): 'Classification of Industrial Services: a model with strategic implications' *Industrial Marketing Management*, Vol. 26.
- BRAX, S. (2005): «A manufacturer becoming service provider – challenges and a paradox». *Manufacturing Service Quality*, Vol. 15, No. 2.
- CHO, Y.Y., JEONG, G.H. Y KIM, S.H. (1991): A Delphi technology forecasting approach using a semi-Markov concept. *Technological Forecasting and Social Change*.
- CLEUSA, et al. (2005) CLEUSA P FERRI, MARTIN PRINCE, CAROL BRAYNE, HENRY BRODATY, LAURA FRATIGLIONI, MARY GANGULI, KATHLEEN HALL, KAZUO HASEGAWA, HUGH HENDRIE, YUEQIN HUANG, ANTHONY JORM, COLIN MATHERS, PAULO R MENEZES, ELIZABETH RIMMER, MARCIA SCAZUFCA, AND ALZHEIMER'S DISEASE INTERNATIONAL GLOBAL PREVALENCE OF DEMENTIA: A Delphi consensus study Published in final edited form as: *Lancet*. 2005 December 17.
- COLLIER, D. Y MEYER, S. (1998): «A service positioning matrix», *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 18, No. 12.
- CORTI Y MILLS (2007): «A classification of after-sales services within the capital goods industry», *International Journal of Service Technology & Management*.
- DATTA, P. Y ROY, R. (2011): «Operations strategy for the effective delivery of integrated industrial product-service offerings: Two exploratory defence industry case studies», *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 31 Iss: 5.
- DAVIES, A. (2004): «Moving base into high-value integrated solutions: a value stream approach», *Industrial and Corporate Change*, Vol.13, No.5.
- DAVIES A., BRADY T., Y HOBDAI M. (2006), 'Charting a path towards integrated solutions', *MIT Sloan Management Review* 43,7.
- FONTANA, A. Y FREY, J.H. (1994): Interviewing: The art of science. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research*. London: Sage.
- GALBRAITH, J. (2002): «Organising to Deliver Solutions», *Organizational Dynamics*, Vol. 13, No. 2.
- GEBAUER H. Y FRIEDLI T., (2005), «Behavioural implications of the transition process from products to services», *Journal of Business & Industrial Marketing*, Vol.20, No. 2, pp. 70-80.
- HALLOWELL Y GAMBATESE (2010): Qualitative Research: Application of the Delphi Method to CEM research *journal of construction engi-*

- neering and management, ASCE / January 2010.
- JOHANASSON, P. Y OLHAGER, J. (2004): «Industrial service profiling: Matching service offerings and processes», *International Journal of Production Economics*, Vol. 89.
- LIGHTFOOT *et al.* (2011): «Examining the Information and Communication Technologies enabling Servitized Manufacture», *I J Mech. E, Pt B*, Vol. 225.
- MALLERET, V. (2006): «Value creation through service offers», *European Management Journal*, Vol. 24, No. 1.
- MARTINEZ, V. BASTL, M., KINGSTON, J. Y EVANS, S. (2010), «Challenges in transforming manufacturing organisations into product service providers», *Journal of Manufacturing Technology Management*, Volume 21, Number 4, 2010.
- MASSER, I. Y FOLEY, P. (1987): Delphi revisited: Expert opinion in urban analysis. *Urban Studies*, 24(3).
- MATHIEU, V. (2001): «Service strategies within the manufacturing sector: benefits, costs and partnership», *International Journal of Service Industry Management*, Vol. 12, No. 5.
- MCCLAVE, J.T. Y BENSON, P.G. (1988): Statistics for business and economics. San Francisco: Dellen.
- MILLER, M.M. (1993): Enhancing regional analysis with the Delphi method. *Review of Regional Studies* 23(2).
- MONT, O. (2002): «Clarifying the concept of product service systems.» *Journal of Cleaner Production*, Vol. 10. No. 3.
- NEELY, A. (2009): «Exploring the financial consequences of the servitization of manufacturing», *Operations Management Research*, Vol.1, No. 2.
- OLIVA, R. Y KALLENBERG, R. «Managing the Transition from Products to Services», *International Journal of service Industry Management*, Vol.14, No. 2.
- PARENTE, F.J., ANDERSON, J.K., MYERS, P. Y O'BRIN, T. (1984): An examination of factors contributing to Delphi accuracy. *Journal of Forecasting*, 3(2).
- PAWAR, K. S., BELTAGUI, A. Y RIEDEL, J.C.K.H. (2009): «The PSO triangle: designing product, service and organisation to create value», *Journal of Operations and Production Management*, 29, 5.
- REINHART, W. Y ULAGA, W. (2008): «How to Sell Services More Profitably», *Harvard Business Review*, May.
- SAWHNEY, M., BALASUBRAMANIAN, S. Y V.V. KRISHNAN (2004): «Creating growth with services», *MIT Sloan Management Review*, Vol. 34, No. 4.
- SILVESTRO, R. (1992): «Towards a classification of service processes», *International Journal of service Industry Management*, Vol.3, No. 3.
- SLACK, N. (2005): «Operations Strategy: «Will it ever realise its potential», *Gestao & Producao*, Vol.12, No. 3.
- TUKKER, A. (2004): «Eight Types of Product service system; Eight ways to sustainability? Experiences from SUSPRONET», *Business Strategy and the Environment*, Vol. 13.
- VANDERMERWE, S. Y RADA, J. (1988): «Servitization of Business: Adding Value by Adding Services», *European Management Journal*. Vol.6, No. 4.
- (1989): » Europeam Manufacturers Shape Up for Services», *The Journal of Bussiness Strategy*, Nov. / Dec.
- WAISSBLUTH, M. Y DE GORTARI, A. (1990): A methodology for science and technology planning based upon economic scenarios and Delphi techniques. *Technological Forecasting and Social Change*, 37(4).
- WISE, R. Y BAUMGARTNER, P. (1999): *Harvard* «Go downstream: The New Profit Imperative in Manufacturing», *Business Review* Sept/Oct.

Servitización: génesis, temas actuales y mirada al futuro

En la primera parte del presente artículo se ofrece información sobre lo que representa la servitización, por qué suele ser mal comprendida o pasada por alto, y por qué es importante que los actores industriales valoren la adopción de las estrategias de servitización. A continuación se explican las ventajas que pueden obtener las empresas al poner en práctica el ideario de la servitización y cómo les puede ayudar a diferenciarse de la competencia y lograr una mayor fidelización de los clientes. En la segunda parte se pone el foco sobre las posibles sinergias que pueden surgir entre conceptos como Industria 4.0 y servitización, mediante la esmartización de los procesos de producción y las relaciones con el cliente. El artículo muestra cómo una esmartización de los productos y los modelos de negocio, así como una intensificación del uso de las TIC, pueden apalancar la tendencia a la servitización entre las empresas industriales. El artículo concluye con una revisión de los tres tipos de obstáculos que pueden impedir a las empresas lograr una esmartización de su negocio (reduciendo de ese modo también su potencial para beneficiarse de la servitización) y sus correspondientes implicaciones para la gestión empresarial y para quienes se encargan de formular políticas.

Artikulu honen lehen zatian, «zerbitizazio» delakoa zer den azaltzen da; hots, zergatik askotan ez den ondo ulertzen edo kontuan hartzen eta zergatik den garrantzitsua industria-eragileentzat zerbitizazio-estrategiak martxan jartzea. Jarraian, enpresek, zerbitizazio-kontzeptuak erabiltzen hasiz gero, lor ditzaketen abantailak azaltzen dira, baita horri esker lehiakideengandik nola bereiz daitezkeen eta bezeroen leialtasun handiagoa nola lor dezaketen ere. Bigarren zatian, zerbitizazio-jarduerak azaltzen dira, bezeroarekiko harremanen kudeaketaren eta ekoizpen adimendunaren kontzeptuak, hala nola, Industria 4.0, sortu diren garai honetan. Artikuluak erakusten duenez, negozio-eredua arrazionalizatzeak eta IKTak gehiago erabiltzeak industria-enpresak zerbitizatzeke joeraren katalizatzaile izan daitezke. Azkenik, enpresen prozesuak arrazionalizatzea galaraz dezaketen –eta, ondorioz, zerbitizaziotik lor daitezkeen onurak gutxitzen dituzten– hiru oztopo motak berrikusten ditu, eta, horrez gain, horrek kudeaketan eta politikak egiten dituztenengan dituen ondorioen berri ematen du.

In the first part of the present article, insights are provided on what servitization stands for, why it is often misunderstood or overlooked, and why it is relevant for industrial actors to consider pursuing servitization strategies. It goes on to explain what advantages companies can reap from implementing servitization concepts and how it can allow them to differentiate from competition and achieve superior client loyalty. In the second part, outlooks for servitization practices are discussed amidst the rise of smart production and customer relationship management concepts, like Industrie 4.0. The article shows how a smartization of business processes and an intensified use of IT can form a catalyzer for the trend among industrial firms to servitize. The article finishes by passing in review three types of barriers that may prevent firms to smartizise (thereby lowering also their potential to draw benefits from servitization) and by issuing managerial and policy maker implications.

Índice

1. Génesis
2. Temas actuales
3. Mirada al futuro: servitizar en la era de la esmartización y la Industria 4.0
4. Implicaciones

Referencias bibliográficas

Palabras clave: Servitización, Industria 4.0, esmartización, redes industriales, relaciones entre proveedor y usuario.

Keywords: Servitization, Industry 4.0, smartization, industrial networks, buyer-supplier relationships.

Nº de clasificación JEL: L15, L86, O31.

1. GÉNESIS

1.1. Introducción

Durante la pasada década, diferentes académicos (Baines *et al.*, 2009; Neely, 2009; Neely, Benedettini y Visnjic, 2011) han observado una tendencia de «servitización» entre las empresas que va más allá del mero crecimiento del sector servicios dentro del conjunto de la economía; proceso que es más conocido como «terciarización».

El término «servitización» fue concebido originalmente por Vandermerwe y Rada (1988) para referirse al proceso de creación de valor mediante la agregación de servicios a productos. Estos autores observaron cómo empresas manufactureras añadían cada vez más servicios para incrementar y capturar valor añadido de sus propuestas de negocio. Johnson y Mena (2008) definían este fenómeno como una tendencia hacia la generación de propuestas de valor a clientes que incluyen productos (tangibles) y una serie de servicios asociados (intangibles).

Este artículo ha sido elaborado en base a hallazgos obtenidos vía proyectos financiados por la Diputación Foral de Bizkaia, SPRI/Gobierno Vasco y la Diputación Foral de Gipuzkoa. Agradezco también la ayuda e inspiración aportada por Mikel Navarro, Xabier Sabalza e Iñigo Ruiz de Apodaca (Fundación Deusto-Orkestra). Finalmente, debo agradecer a las múltiples compañías y asociaciones de Euskadi y de fuera que sentaron las bases de este artículo y de la investigación subyacente.

Sin embargo, el auge del protagonismo de los servicios en la economía o incluso en la industria no es de ayer, de hecho viene de lejos. Es más, quizás ha sido porque el término terciarización lleva más tiempo «en el mercado» que el fenómeno y el concepto de la servitización, ha estado subexpuesto e infra-atendido en la literatura y en la caja de herramientas de empresas y decisores políticos.

1.2. Terciarización

Desde un punto de vista conceptual y agregado, se puede decir que la primera forma en la que se manifiesta la servitización es precisamente a través de la terciarización de la economía, un proceso que lleva desarrollándose desde hace décadas. Una de las primeras obras que alertó sobre la importancia de los servicios como forma de actividad económica y que revisó las actividades industriales como fuente de creación de empleo y valor, se le debe a Clark (1940). Este autor describió la transición que experimentan las economías en el tiempo, evolucionando de una fase pre-industrial a una industrial, y posteriormente a una etapa postindustrial. En el primer período, el sector predominante es el primario o agrícola. En la etapa industrial, es el sector secundario o industrial el más importante. Finalmente, en la etapa postindustrial, es el sector terciario o de servicios el que representa el mayor peso en la estructura sectorial de la economía.

1.3. Penetración y enlace de los servicios en/con la industria

La segunda manera en que se manifiesta la servitización es vía crecimiento del peso de los servicios dentro de los sectores manufactureros a lo largo del tiempo (Quinn, 1992). Así, una de las primeras personas en hacer hincapié en este proceso fue probablemente Theodore Levitt, cuando dijo: «No existen tales cosas como sectores de servicios o industriales. Todos los sectores cuentan con componentes de servicios, solo que este componente tiene un peso mayor en unos que en otros». Esta frase, que Levitt pronunció en 1972, muestra que hace ya cuatro décadas existía la comprensión de que los servicios forman una parte esencial del mundo manufacturero e industrial.

Posteriores analistas (como Utterback y Abernathy, 1975, y más adelante Anderson y Tushman, 1990) observaron que cuando un sector avanza a lo largo del ciclo de vida industrial, la función y la contribución de los servicios a las actividades manufactureras tiende a aumentar. Además, mostraban que el papel de los servicios es diferente en función de la etapa en que se encuentra una industria, igual que señalaron posteriormente Teece (1986), Neely (2009), Suarez, Cusumano y Kahl (2012) y Cusumano *et al.* (2015).

Durante la primera etapa del ciclo de vida de una industria (también llamada fase líquida o era de fermentación), las preferencias de los consumidores no están siempre muy claras y las tecnologías de producto y proceso cambian constantemente.

te (Utterback, 1994). Teniendo en cuenta la variabilidad en las preferencias de los clientes y el rápido cambio tecnológico; en esta etapa los servicios sirven para: clarificar los gustos de los clientes, aumentar las posibilidades de dar con una fórmula ganadora, y poder acceder y conquistar nuevos segmentos de clientes.¹

Durante la fase de madurez, en cambio, la mayoría de las empresas se centran en la mejora de unos productos y procesos más o menos establecidos. El inicio de la fase de madurez generalmente es provocada por la aparición de un producto imponente o un diseño tecnológico que se convierte en un «estándar» para la industria. Como esto suele conducir a una intensificación de la competencia en los precios, el papel de los servicios aumenta y crece en importancia como una forma de diferenciar las ofertas de las empresas en el mercado. Es en esta etapa donde los servicios aumentan su importancia de cara a crear nuevas y adicionales formas de ingresos (Oliva y Kallenberg, 2003; Davies, 2004; Wise y Baumgartner, 1999). Por otra parte, la creciente importancia de los servicios en las industrias maduras se puede explicar por el hecho de que las ventas de productos inducen nuevas necesidades de servicios (por ejemplo, en forma de acuerdos de garantía, de mantenimiento, en formación, en servicio postventa y en soporte técnico).

Recuadro nº 1

- Neely (2009) estudió una muestra de 13.775 empresas, que según su código CNAE fueron clasificadas como industriales, y estableció que un 30% obtenía una parte significativa de su facturación en base a servicios. La proporción más alta de empresas industriales con esta característica se daba en Estados Unidos (59%), seguida por Finlandia (53%).
- Lay, Copani, Jäger y Biege (2010) establecieron que la mayoría de las 3.376 empresas manufactureras que conformaban la 2006-2007 *European Manufacturing Survey* ofrecían servicios y aproximadamente el 16% de su facturación procedía de los mismos (Bikfalvi, Lay, Maloca y Waser, 2012).
- Examinando un conjunto de 50.000 empresas manufactureras en Francia, Crozet y Milet (2015) constataron que un 77% de ellas obtenía parte de su facturación por la venta de servicios y que, de media, la comercialización de servicios suponía un 11% de sus ingresos.
- Además, autores como Neely (2009), Dachs et al. (2012) y Crozet y Milet (2015), que han analizado de forma longitudinal la relevancia de los servicios para el negocio de las empresas manufactureras, afirman que es un fenómeno que está en alza.

¹ En cierto modo, en esta fase los servicios sirven para conseguir un alto grado de interacción (*creating high encounter situations*) con los consumidores y practicar una especie de *product and market research* (Mills, 1986) con el fin de revelar cómo atender mejor al mercado.

Por lo tanto, se deduce que los ingresos por servicios tienden a intensificarse una vez alcanzado el máximo nivel de ingresos por productos, que es cuando una industria está en su fase de madurez.

Finalmente, en la eventual fase de declive de una industria, los servicios sirven para poner contrapeso al derrumbe de los negocios de las empresas manufactureras y para revitalizarlos a través de una reinversión de proposiciones de valor (Cusumano *et al.*, 2015).

La relevancia de los servicios para sectores industriales puede ser ilustrada también de forma cuantitativa, como demuestran los estudios incluidos en el recuadro nº 1.

2. TEMAS ACTUALES

2.1. ¿Qué entendemos por servitización?

Después de la introducción anterior, hoy en día y en el contexto empresarial actual, es pertinente hacerse la pregunta: ¿Qué es o qué entendemos por servitización?

Más que proponer una (sola) definición, puede ser conveniente presentar un repertorio de «definiciones» para así mostrar diferentes aspectos y facetas del término y luego incidir en asuntos prácticos (ventajas, requerimientos...), que alientan y condicionan la servitización.²

Los dos típicos puntos de referencia para explicar lo que representa la servitización son los siguientes:

- Vandermerwe y Rada (1988) se refieren a la servitización de la siguiente manera: «La tendencia entre las empresas de ir basando sus negocios cada vez más en los servicios para así ganar en competitividad en el mercado».
- Baines *et al.*, (2011) quienes indican que la servitización es: «El desarrollo por parte de empresas manufactureras de las competencias que necesitan para proveer servicios y soluciones a sus clientes (más allá de o en lugar de su capacidad de fabricar un producto)».

Una aproximación más holística (Kamp, 2015) sería la siguiente:

La servitización refiere a:

- a) Nuevas formas de concebir las relaciones entre usuarios y proveedores de activos, basadas más en la prestación de servicio que en la entrega de bienes físicos como tal; con carácter de partenariado y de cooperación entre las partes implicadas, y de compartir riesgos y beneficios del uso de los activos suministrados.

² En este texto me limito a situar la servitización dentro de un contexto interempresarial, es decir, en un entorno de «*business-to-business relations*», aunque la servitización también tiene cabida en un entorno de relaciones con el consumidor final (*business-to-end consumer relationships*).

- b) Nuevas formas de concebir los modelos de pagos y cobros que regulan de forma financiera la relación entre usuarios y proveedores de activos (p.e. vía pago-por-uso, en función de la capacidad que un proveedor pone a disposición de un usuario, o en base a contratos basados en resultados (*performance-based contracts*)).

La anterior aproximación refleja algunos de los fundamentos subyacentes a la servitización, que son:

- La relatividad del culto de la propiedad de bienes:
 - Los clientes no necesariamente quieren comprar un producto, sino pagar por su uso, o pagar para asegurarse de que tienen cierta capacidad para poder disponer de él.
 - Dentro de este contexto cabe también una responsabilidad compartida entre proveedor y usuario del buen uso y del mantenimiento en buenas condiciones del bien suministrado.
- La remodelación de la relación proveedor-usuario:
 - Más basado en el partenariado y con interacción regular/continua entre ambas partes.
 - Donde el proveedor puede asistir al usuario en las operaciones para las que este último emplea los bienes suministrados.
 - Compartiendo beneficios y riesgos (*risk-reward sharing*) entre ambas partes vinculadas al (buen) uso de los activos en cuestión para prolongar el ciclo de vida de los bienes suministrados.³

Por mucho que estas premisas y los resultados que prometen parezcan atractivas para las partes implicadas, el caso es que las experiencias de servitización no abundan aún en la práctica.

2.2. ¿Por qué cuesta tanto interiorizar y poner en práctica los conceptos de la servitización?

Aquí nos encontramos con razones y barreras tanto de carácter «macro» como de carácter «micro». En el ámbito macro vemos en primer lugar que el término apela a otros conceptos y se confunde mucho con la anteriormente explicada terciarización. En múltiples entornos hay además un sesgo negativo hacia los servicios, sobre todo en sitios que cuentan con un orgullo y un pasado industrial, donde reina la creencia (o la añoranza) de que la actividad manufacturera ofrece

³ Lo cual ayuda a combatir prácticas de «obsolescencia programada» y proporciona un argumento medioambiental a la servitización, ya que promueve la durabilidad/longevidad de bienes (extendiendo su ciclo de vida) y de las relaciones comerciales.

(ofrecía) una mayor resiliencia a las crisis.⁴ En estos entornos hay un riesgo de quedarse anclado en la idea de que la manufactura como tal es la vaca sagrada de la competitividad y el crecimiento.

Otra de las barreras que existe en el ámbito macro es de carácter cognitivo y deriva de la racionalidad limitada de la mente humana (Simon, 1957), lo cual hace más difícil apreciar el valor de los servicios. Como consecuencia, los servicios tienden a:

- ser considerados como conceptos más resbaladizos que los bienes físicos.
- ser más difíciles de hacerse tangibles que las actividades de fabricación de productos.
- sufrir de alguna manera, de un problema de imagen: no son atractivos en el sentido de que no suelen representar actividades que generen empleo de forma masiva y visible y de que no suelen asociarse con grandes avances tecnológicos.

Además, los servicios suponen mayores dificultades a la hora de su monitorización, de cuantificar el rendimiento que proporcionan a la sociedad o de estimar el impacto que las políticas de apoyo a los mismos dan de sí, debido a las siguientes razones:

- El *output*, la productividad y la innovación en servicios resultan difíciles de capturar y de medir.
- Hay una falta de estadísticas disponibles en torno a los servicios vía encuestas y sondeos de referencia (como por ejemplo, el Community Innovation Survey de Eurostat).
- El Manual Oslo de la innovación (OECD) clasifica la innovación de servicios y de bienes bajo el mismo título de «innovación de producto», lo que deshabilita la generación de datos que pueden servir para el diseño de políticas basadas en medidas fiables.

En el ámbito micro vemos cómo muchas empresas (manufactureras) mantienen ideas fijas respecto a la importancia relativa de los productos respecto a los servicios. Opinan que el cliente elige un proveedor en función de la calidad del producto tangible que se le suministra y que los servicios son de importancia secundaria para esta elección. Por consiguiente, ponen el bien físico en el centro de su atención. Esto representa el pensamiento según la «lógica dominante del producto» (*product-dominant logic*) (Vargo y Lusch, 2008). Además, este tipo de pensamiento lleva sobre todo a centrarse en servicios básicos (mantenimiento, reparación, reemplazo) y/o en

⁴ La servitización no es para nada un sinónimo o eufemismo de la desindustrialización, sino una vía para revitalizar la industria. Es más, la servitización puede ser utilizada como una receta contra la deslocalización de la producción y la desindustrialización, ya que representa una apuesta para revitalizar y aumentar el valor añadido de la propia industria.

servicios gratuitos: «Si me compras el producto, te doy el mantenimiento» (Matthyssens y Vandenbempt, 2010; Witell y Löfgren, 2013).

Como consecuencia de todo ello, dentro de este «paradigma», un mayor papel de los servicios genera un impacto marginal, por lo que los adeptos a esa lógica no ven el sentido de un aumento de servicios y se preguntan: «Servitización, ¿para qué?».

Otros obstáculos que frenan la aceptación del ideario de la servitización tienen que ver con los elementos subyacentes a la misma (p.e. relativizar la importancia de ser dueño de activos y el cambio en el modelo de gobernanza de la relación proveedor-usuario que supone).

Del lado del usuario pueden darse las siguientes barreras:

- Síndrome de «*not-invented-here*» (Cohen y Levinthal, 1990): clientes que no están cómodos o recelan con ideas y propuestas que vienen de terceros, las cuales consideran como una intrusión o distracción.
- Miedo a perder control sobre procesos «internos», así como miedo a fugas de información valiosa (Gebauer *et al.*, 2005).
- Estar enganchado a la cultura de propiedad: preferencia de ser dueño de un activo en lugar de alquilarlo o aprovecharlo vía otras modalidades de uso y pago.

Y del lado de los proveedores:

- Miedo a avanzar/escalar dentro de la cadena de valor, manteniendo el status quo. Es típico que empresas industriales expresen que ya tienen bastante con sacar un buen producto adelante como para meterse con todo tipo de servicios y temas de monitorización (Gebauer *et al.*, 2005; Mont, 2002).
- Falta de confianza en los propios productos/procesos de parte de los fabricantes, que prefieren jugar sobre seguro. Muchos productores muestran cautela a la hora de responsabilizarse de riesgos que previamente fueron asumidos por el cliente/usuario (Baines *et al.*, 2007; Gebauer *et al.*, 2005).
- Falta de voluntad para aplicar nuevos modelos de negocio por preferir ingresar una suma alta de entrada en lugar de contar con un *cash flow* regular y dosificado en el tiempo. Dado que la servitización implica muchas veces cobrar vía fórmulas diferentes a las que suelen aplicarse en un negocio fabril tradicional, esto no solo puede «despertar» un choque entre adeptos a la lógica dominante del producto (*product-dominant logic*) y los que se dejan guiar por la lógica dominante del servicio (*service-dominant logic*) (Vargo y Lusch, 2008), sino también entre el *staff* comercial y los contables.⁵

⁵ Aparte de que la servitización supone cambios en el flujo de caja, también puede tener implicaciones sobre el grado de financiación previa de operaciones comerciales que una empresa tiene que soportar y de los socios financieros que tiene que escoger para adaptarse a esta situación (Gebauer, 2016).

- Falta de capacidad persuasiva de cara al cliente (Bigdeli y Musson, 2015), ya que si no se es capaz de educar al usuario y de hacerle ver los beneficios de la servitización, no será posible establecer una relación «servitizada» entre proveedor y usuario.⁶
- Inercia en cuanto a innovación organizacional, ya que a muchas empresas les falta la experiencia de estructurar su organización, de dotarla de una cultura apropiada para concebir y entregar de forma exitosa un «sistema de producto-servicio» y entablar relaciones «servitizadas» con sus clientes (Baines *et al.*, 2007; Gebauer *et al.*, 2005).
- Inercia en cuanto a políticas de formación y desarrollo de recursos humanos, tanto en el reclutamiento de personal como en su diversificación de plantilla. Muchas veces hace falta reclutar personas nuevas con un perfil más humanista que ingenieril para entrar en otra dinámica con los clientes/usuarios; más de relación fluida/continua en lugar de una relación transaccional (en la que después de una venta se diluye el contacto). Para que estas personas puedan desplegar su talento y desarrollar un tipo de relaciones más servitizadas con los clientes, muchas veces es preciso que se cree un departamento propio, para que no se repriman sus iniciativas por no alinearse con la forma clásica en la que una empresa manufacturera hace su negocio (Visnjic y Van Looy, 2013).⁷

2.3. ¿Por qué importa la servitización o qué ventajas puede proporcionar?

Si bien es cierto que la lógica dominante del producto está muy arraigada en la mente de muchos actores industriales, se perfila cada vez más un cambio de tendencia.

Así, los clientes son cada vez más conscientes de que no necesariamente quieren comprar o ser propietarios de un producto. Además, opinan cada vez más que los productos sirven en primer lugar para sacar operaciones o funciones adelante, y que el apoyo que un proveedor de producto puede dar después de la entrega de un bien es igual de importante o más para la selección del proveedor.

Todo ello relativiza el deseo de los usuarios de ser dueños del bien suministrado y de apropiarse de él vía una transacción de compra. De hecho, puede interesarles más el pago de forma fraccionada según el uso que dan al bien –o el rendimiento que sacan del mismo– durante sus propios procesos de creación de valor.

Si se da esta circunstancia, es cuando se pasaría de «ofrecer servicios para dar soporte a productos» a «ofrecer servicios para dar soporte a los clientes y sus procesos», al mismo tiempo que podría cambiar la forma en que se cobraría por el «sistema de producto-servicio». O, dicho de otro modo, la forma en que se capta y

⁶ <http://fieldservice.com/university/is-servitization-the-key-to-manufacturers-long-term-survival/>

⁷ Idem.

reparte valor en la relación proveedor-usuario se vincularía más al uso y a las prestaciones del sistema producto-servicio, que al valor contable de los activos implicados.

Por lo tanto, es preciso indicar que existe una serie de factores que suponen un incentivo para llevar a cabo la implementación de prácticas de servitización, sobre todo en los sectores de bienes de equipo y de otros bienes duraderos.

El primero de esos factores sería la madurez del sector en el que se actúa. En general se observa que cuanto más maduro esté un sector, las empresas del mismo tendrán más necesidad de diferenciarse y de añadir novedades al producto base. Múltiples estudios, algunos en base a sondeos y análisis de datos a gran escala, han confirmado la tesis de que los servicios aumentan su importancia para fabricantes de productos conforme su negocio deviene más maduro (Teece, 1986; Neely, 2009; Suarez, Cusumano, y Kahl, 2012; Cusumano *et al.*, 2015). En cierto modo, la introducción de servicios en industrias maduras también evita que una industria entre en declive. Alternativamente, permite extender la rentabilidad de un sector mientras está en su etapa de madurez, como ilustra García Erauzkin (2012) para el sector de telecomunicaciones, Cusumano (2004) para la industria informática, y Kamp y Tözün (2010) para el sector del automóvil.

Muy relacionado con el tema de la madurez del sector está el asunto del aprovechamiento de la llamada «base instalada» (Wise y Baumgartner, 1999; Oliva y Kallenberg, 2003). Dentro del contexto industrial, hay muchos sectores donde las ventas nuevas de máquinas u otros bienes son muy reducidas en comparación con la venta acumulada en el pasado, y este ratio baja con el paso del tiempo (por ejemplo: máquina-herramienta 1:20, ascensores 1:24, aviones 1:150). En estos sectores puede ser más rentable ofrecer servicios a los usuarios de los productos ya instalados (por uno mismo o por terceros) que esforzarse en incrementar la venta de unidades nuevas. Es más, si no se cuida la base instalada o ésta no se apalanca, se corre el riesgo de: perder oportunidades de negocio por no ofrecer servicios de pago en torno a la base instalada⁸, abrir la puerta a que los competidores se hagan con «tus» clientes porque ellos pueden tomar la iniciativa de ofrecer dichos servicios para tus productos, o perder posibilidades de aprender realmente de tus clientes porque al acompañarles en el uso del producto aprendes cómo lo están usando realmente, de qué forma sacan valor de su uso y qué servicios o productos adyacentes les pueden interesar.⁹

⁸ Hallazgos de varios autores han demostrado que los ingresos por servicios a lo largo de la vida útil de un producto pueden llegar a suponer hasta cinco veces (o más) el precio de compra del producto conexo (Wise y Baumgartner, 1999).

⁹ Es típico oír: «Si escuchamos al cliente, lo normal es que las cosas salgan bien». Aun así, suele haber una gran diferencia entre lo que los clientes dicen y piensan que quieren, y lo que las observaciones revelan que buscan realmente.

Otro factor reside en el equilibrio entre los importes que invierten los usuarios en la adquisición inicial de un activo frente a los gastos que desembolsan por el uso del activo durante su ciclo de vida. Cuanto más se gasta en un activo para mantenerlo en buen estado después de su compra, más le vale al usuario cuidarlo y solicitar servicios para optimizar su uso.¹⁰

Lo que se ha observado en el contexto de muchos bienes de equipo y otros bienes duraderos es que el coste operacional relacionado a su uso (*operational expenses*: «OPEX») puede superar fácilmente al coste inicial de su adquisición (*capital expenditure*: «CAPEX»), dado el largo periodo durante el cual se emplean estos bienes.

Dentro del equilibrio entre gasto ex ante y durante el uso de los activos, merece mención especial el apartado de costes de mantenimiento. Entre otras cosas, debido a su alto coste y al interés en amortizar la inversión realizada, los bienes de equipo son muchas veces sometidos a operaciones durante largos turnos. Esto hace que aumente la posibilidad de posponer intervenciones y revisiones. Pero si se produce una avería a raíz de este comportamiento, muchas veces el coste de reparación es sobreproporcional y puede que el *down-time* de la máquina sea más extenso que si se hubiera hecho un seguimiento y un cuidado más responsable. Evitar el riesgo de tal *breakdown* y/o del sobre coste de las reparaciones consecuentes es, por lo tanto, de sumo interés para usuarios de bienes industriales y les induce a considerar fórmulas de responsabilidad compartida (incluida la predicción y la planificación de revisiones) para el cuidado y acondicionamiento de dichos bienes.¹¹

2.4. Ampliación del rol del fabricante

Todo lo anterior hace que un creciente número de empresas manufactureras estén reconsiderando su misión y función dentro de las cadenas de valor en las que actúan. Así, estas empresas desarrollan un interés en pasar de un modo de actuación puramente basado en construir (*build*) o diseñar-construir (*design-build*), a uno de construir-operar (*build-operate*) o de construir-operar-servir (*build-operate-servitize*) (Kamp, 2015).¹²

¹⁰ Véase también la nota al pie número 8.

¹¹ Esta consideración puede ser ilustrada según el modelo de servitización de Rolls Royce. Actualmente, los clientes de Rolls Royce pagan por la potencia que aprovechan de los aerogeneradores que fabrica dicha casa, mientras que Rolls Royce también provee todo el soporte (mantenimiento incluido) para asegurar que estos aerogeneradores puedan ofrecer toda su potencia. Este cambio en el modelo de negocio supone que los intereses de los clientes y de los proveedores estén más alineados que anteriormente, cuando Rolls Royce conseguía sus beneficios sobre todo por el tiempo y los materiales utilizados en las reparaciones. Crudamente dicho: cuantos peores fueran los motores, más mantenimiento requerían y por lo tanto, más dinero podría ganar Rolls Royce en la época y el modelo anterior. Obviamente, los clientes no quieren motores que estén siempre en el taller de reparación. Quieren productos (motores) fiables que, en este caso, permitan a los aviones volar de forma segura.

¹² En analogía con el término «*build-operate-transfer*» que se conoce del mundo de la construcción y la financiación de (grandes) proyectos.

Dentro del marco «*build-operate-servitize*», la parte «*build*» representa la fase de (diseño y) construcción de un activo. Retrata también el arquetipo del pensamiento y la actuación basada en la lógica dominante del producto: el pago por la venta y entrega de un bien físico y una interacción e integración limitada con el cliente. El cliente recibe el bien y lo utiliza en sus propias actividades para atender, a su vez, a sus clientes, pero sin implicación adicional del proveedor.

La parte «*operate*» hace referencia cuando el proveedor se involucra en las operaciones donde se emplea el activo que ha proporcionado al cliente. Representa, por lo tanto, una cooperación mayor en los procesos de creación de valor del usuario y, tal vez, una labor de monitorización de dichos procesos y del funcionamiento de los activos proporcionados para las actividades del cliente. Este «*operate*» puede tomar forma de apoyar al cliente en sus actividades o de tomar el relevo del cliente en las operaciones (Kamp, 2000). En el último caso, este traspaso de roles permitiría al cliente concentrarse en actividades de mayor valor añadido, más de acuerdo con su *core business* y/o con un carácter más integrador (Wise y Baumgartner, 1999). En cuanto a la posible labor de monitorización, esto serviría para optimizar los procesos y el rendimiento que se saca de ellos.

Recuadro nº 2. **TESTIMONIO DE UNA EMPRESA CUYO MODO DE ACTUACIÓN SE CARACTERIZABA POR EL «*BUILD*»**

«Fabricamos maquinas con una vida útil de 40 a 50 años. Después de una venta, estábamos disponibles para el cliente durante el periodo de garantía, pero de forma poco proactiva: si no nos llaman, mejor, porque el servicio postventa puede tener un coste alto. Así mismo, la máquina les va a durar cuarenta años y tampoco es seguro que les vayamos a vender otra unidad. Por eso es probable que un seguimiento intensivo de la cartera de clientes no sea demasiado rentable. Asimismo, los clientes también solían preferir una relación sin flecos: mejor que no les molestemos después de la compra y darles la libertad de buscar un servicio técnico y mantenimiento en su zona [es que vendemos por todo el planeta]. Si hay algo que necesiten y solo pueden obtenerlo de nosotros, ya nos llamarán».

Consecuencia: el modelo «*build*» permite cobrar por venta de máquina, pero suele dar muy poca actividad postventa y hace que el fabricante pierda la pista de las máquinas que vende a lo largo del tiempo (su «base instalada»).

Consciente de ello, esa misma empresa expresaba que estaba decidida a participar más en los procesos en los que sus clientes emplean sus máquinas:

«Lo que queremos es que nuestro producto sirva como plataforma para ofrecer una serie de servicios conexos y que evolucionemos hacia el suministro a nuestros clientes de un 'sistema de producto-servicio'».

Finalmente, «servitize» hace referencia a las nuevas maneras de relacionarse entre proveedor y usuario, en línea con lo que explicamos en la sección 2.1: nuevas formas de gobernanza de esas relaciones (más basadas en el partenariado) y formas distintas de captar valor de la relación mediante la innovación en los modelos de negocio y en las formas de cobrar por las propuestas de valor que hay de por medio.

Lo que enseña el testimonio recogido en el recuadro nº 2 es que si una empresa logra meterse en los procesos de su clientela, no solamente puede avanzar en la captación de valor porque puede ofrecerle más actividades, sino que también puede entender mucho mejor cómo su producto proporciona valor durante su uso (p.e., *value-in-use*: Vargo y Lusch, 2004). De esta manera, una empresa obtiene mejores pistas para un rediseño de su producto, para concebir y ofrecer nuevos productos y para ver qué servicios o accesorios conexos pueden ser interesantes para su clientela (Kindström y Kowalski, 2014; Parida *et al.*, 2014).

Este tipo de conocimiento puede también permitirle asesorar a sus clientes hacia un mejor uso de su producto, evitar desgastes prematuros, programar el mantenimiento por anticipado y aumentar el rendimiento del *product-service system* que está usando, quizás incluso de forma coordinada con otros activos que el cliente está usando y que provienen de otras empresas (Porter y Heppelmann, 2014).

Si una empresa llega a este estadio, será capaz de desarrollar el conocimiento y los *insights* necesarios para tener una idea muy completa de cómo su clientela puede sacar el máximo valor de su oferta y ver de forma nítida el coste operacional de los productos durante su uso y cómo extender su ciclo de vida.

Llegados a este punto, una empresa podría pensar en la «servitización en su plenitud» y en consecuencia considerar la aplicación de nuevos modelos de negocio, lo cual puede traducirse por ejemplo en el cobro por paquetes integrados (*bundle*: Vandemerwe y Rada, 1988) de actividades en función de su uso, o del tiempo transcurrido, o por resultados/prestaciones obtenidos etc. Es así como surgen fórmulas como «*power by the hour*» – Rolls Royce,¹³ «*tire by the mile*» – Michelin¹⁴ y «*pay per print*» – Fuji Xerox¹⁵, que han demostrado ser recetas muy potentes (incluso para fabricantes de productos maduros), de cara a:

- Fidelizar clientes y al mismo tiempo erigir barreras para los competidores (Lay, 2014).
- Escapar de la espiral de la comoditización y de la competencia basada en costes (Davies *et al.*, 2006; Oliva y Kallenberg 2003; Sawhney *et al.*, 2004; Tukker y Tischner, 2006; Wise y Baumgartner 1999).

¹³ <http://www.maintenancetechnology.com/2012/06/the-rolls-royce-of-effective-performance-based-collaboration/>

¹⁴ <http://www.michelintruck.com/services-and-programs/michelin-fleet-solutions/>

¹⁵ <http://www.fujixeroxprinters.com.au/downloads/file/Products/Managed%20print%20brochure.pdf>

- Diferenciar/personalizar la propuesta de valor (Vandermerwe y Rada 1988; Oliva y Kallenberg 2003).
- Hacer más robusta y sostenible la cifra de facturación en el tiempo (Quinn, 1992; Crozet y Milet, 2015).

Por último, estas fórmulas de servitización han resultado ser claramente creadoras de tendencias en sus respectivos sectores y mercados (Furu y Olsson, 2013).

3. MIRADA AL FUTURO: SERVITIZAR EN LA ERA DE LA ESMARTIZACIÓN Y LA INDUSTRIA 4.0

3.1. ¿Qué entendemos por esmartización?

Anno Domini 2015. Estamos en una época donde la esmartización de métodos de producción y de productos por medio del uso de aplicaciones tecnológicas¹⁶ relacionadas con el concepto Industria 4.0, están creando nuevas maneras de actuar y competir en el mercado.

Con esmartización nos referimos a: «dotar de inteligencia o prestaciones ampliadas a un producto físico o proceso, merced a la incorporación de capacidades de procesamiento de datos e interacción con el entorno, sea con otros dispositivos productivos o con internet.» (Kamp, Ochoa y Diaz, *forthcoming*).

Dicha esmartización y el concepto Industria 4.0 están asociadas a la utilización intensiva de diferentes tecnologías en los procesos productivos (tecnologías de información y comunicación, de automatización, de sensorización, de computación y procesamiento, etc.) para lograr procesos más eficientes, ágiles, flexibles y/o con prestaciones superiores (procesos productivos predictivos con procesos de fabricación autónomos, autoadaptables y autorregulados).

Al conectar sedes, máquinas, activos, actividades, etc. entre usuarios y proveedores de bienes de equipo o productos (sea de forma bilateral o en red con otros actores de la cadena de valor), y además equipando los dispositivos en juego con sistemas de intercambio y procesamiento de datos inteligentes, se puede conseguir activos y procesos autoconscientes, capaces de prever y predecir circunstancias y situaciones, de autoprogramarse y autoconfigurarse de forma acorde con ellas y de interactuar entre sí¹⁷. Es decir, conseguir procesos y dispositivos inteligentes en base a conectividad «*machine2machine*», «*man2machine*» (*cyber-physical systems*) y «*plant2plant*», que saben adaptarse y ajustarse a los entornos reales y así acercarse a la inteligencia artificial (Bannat *et al.*, 2011).

¹⁶ Por ejemplo, aplicaciones avanzadas basadas en (la convergencia de) tecnologías como la manufactura avanzada, la sensorización, la telemetría, la robótica (colaborativa), el *cloud computing*, y el *big data analysis*.

¹⁷ Como lo que se conoce en el negocio de la energía eléctrica como «*smart grids*».

3.2. ¿Cómo se interrelacionan la esmartización y la servitización?

Donde la servitización es ya de por sí un concepto que promueve una estrecha cooperación entre proveedor y usuario (así como un intercambio intensivo de información), la esmartización y el concepto Industria 4.0 permiten ir un paso más allá. Por lo tanto, una esmartización de las relaciones entre actores y dispositivos en la cadena de valor puede funcionar como un catalizador para la servitización de prácticas empresariales y de modelos de negocios (Penttinen *et al.*, 2007; Huang *et al.*, 2007).

Es evidente que, como explicamos en la sección 2.4, el paso de *build a operate* y *servitize* requiere una mayor transparencia de las actividades y del uso de activos entre proveedores y usuarios. Por eso, una intensificación del uso de tecnologías de información y comunicación (TIC) y otras tecnologías relacionadas con el concepto Industria 4.0 —que permiten una mejor visualización de procesos y del uso de activos— pueden servir como un soporte adicional para la puesta en marcha de prácticas de servitización (Martinez *et al.*, 2010).

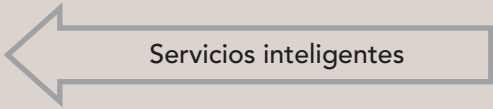
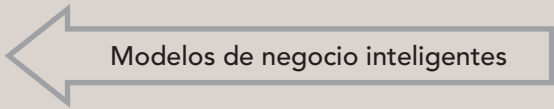
Entre otras cosas, porque ayudan a arrojar una luz más clara sobre parámetros de uso de los activos y de los procesos a los que son sometidos, como la vida útil de los activos, el estado de componentes críticos, el consumo de *inputs* (energéticos), el desgaste y el *planning* de operaciones de mantenimiento, la necesidad de reponer o reabastecer «consumibles», etc.

Con lo cual, la esmartización daría un mejor control sobre las operaciones en las que «actúan» los bienes de equipo o productos, y de esta manera se puede aumentar la agilidad y los resultados de las mismas (por dar una mayor capacidad de reaccionar, de adaptarse a las circunstancias, y de toma de decisiones y de intervenciones en los procesos). Es más, por las sinergias que puede haber entre servitización y esmartización, las ventajas que la servitización puede ofrecer a las empresas (véase sección 2.3) pueden incluso ampliarse e intensificarse. Por consiguiente, postulamos que la esmartización y la servitización están estrechamente interrelacionadas y se benefician mutuamente (ver cuadro nº 1).

El cuadro nº 1 sintetiza las diferentes formas en que se pueden manifestar la servitización y la esmartización, y también deja entrever cómo la esmartización puede servir como palanca para una servitización más sofisticada, más holística, esto es, una «servitización en su plenitud». En definitiva, la esmartización de activos y de procesos mejoran las bases para:

- El desarrollo y la comercialización de servicios inteligentes (servicios que ofrecen un valor añadido superior a los usuarios, en comparación con servicios básicos).
- El manejo de modelos de negocio inteligentes (modelos que provienen de un conocimiento profundo de las actividades y necesidades del usuario y que a la vez permiten crear un vínculo virtuoso entre proveedor y cliente).

Cuadro nº 1. INTERRELACIÓN ENTRE ESMARTIZACIÓN Y SERVITIZACIÓN

	Servitización	Esmartización
«Orientación en mercancías (transables)» / valor por transacciones		
	Servitización de los flujos de ingresos. Aumento del % de facturación que empresas manufactureras sacan de la prestación de servicios (p.e. en calidad de mantenimiento, asesoría, realización de operaciones en la sede del cliente...)	Esmartización de productos: «Internet de las cosas» (p.e. equipando productos con procesadores de información y de comunicación)
«Orientación en procesos» / valor por uso		
	Servitización de modelos de negocio: comercialización de sistemas de producto-servicios con correspondientes modos de obtener ingresos (p.e. vía «pago-por-uso» o en función de la capacidad puesta a disposición del usuario)	Esmartización de procesos de fabricación y de relaciones entre proveedor y usuario, activos y plantas: uso de aplicaciones tecnológicas relacionadas con el concepto «Industria 4.0» (permitiendo una ejecución y un seguimiento de procesos más eficaces).

Fuente: Elaboración propia.

3.2.1. *La esmartización como palanca para el desarrollo y la oferta de servicios avanzados*

La esmartización de bienes de equipo o productos puede generar hallazgos nítidos respecto a una variedad de aspectos operacionales, como: funcionamiento, prestaciones, condiciones, estado y uso de un activo y del entorno en el que se usa. De la misma manera, la esmartización ayuda a diagnosticar si el dispositivo requiere intervenciones, ajustes o acciones de reparación, y de qué naturaleza. También ayuda a ver qué servicios (avanzados) adicionales pueden interesar a los usuarios.

Además, el uso de formas digitales de intercambio y procesamiento de datos puede permitir métricas más amplias y precisas sobre todo tipo de activos y operaciones, en comparación con lo que se puede conseguir de acuerdo con procedimientos análogos. Por eso, cuanto mejor se logre «visualizar» las operaciones en las que entran los dispositivos de un proveedor, más será capaz un proveedor de

perflar los servicios y modos de asistencia idóneos para un usuario y más amplias serán las ventajas que el usuario puede sacar de ello (Porter y Heppelmann, 2014). En consecuencia, también será más fácil para el proveedor de bienes de equipo o productos ofrecer servicios avanzados, del tipo «soporte de operaciones del cliente», para optimizar los procesos de creación de valor de parte del cliente (Uлага y Reinartz, 2011; Kindström y Kowalkowski, 2014) y aumentar el rendimiento de su negocio (Pawar *et al.*, 2009). Finalmente, esto lleva a un uso más eficiente de los activos y de los procesos en juego y a una experiencia más satisfactoria del lado del usuario.

3.2.2. *La esmartización como palanca para la aplicación de modelos de negocio servitizados*

Con la esmartización de los bienes de equipo o productos, así como de las operaciones a las que son sometidos, los proveedores de los mismos obtienen una imagen más veraz del uso y la forma en que se emplean sus activos. Así, la esmartización permite una recopilación y un análisis de datos con un alto grado de detalle y precisión. La información resultante puede servir para visualizar la eficiencia con la que están siendo utilizados los activos en cuestión y en qué estructura de coste se traduce su uso, tanto en base a componentes de costes fijos como variables (p.e. amortización de la inversión inicial –CAPEX– y los costes de operación –OPEX–). Tal reconstrucción proporciona hallazgos cruciales de cara a la eventual implementación de fórmulas servitizadas de pago y cobro (como el pago-por-uso, el pago en función de la capacidad de puesta a disposición de un usuario, o el pago en base a contratos basados en resultados (*performance-based contracts*), así como para fórmulas recíprocas de compartir riesgos y recompensas (*risk-reward sharing*) entre proveedor y usuario (Allmendinger y Lombreglia, 2005; Gebauer, 2015).

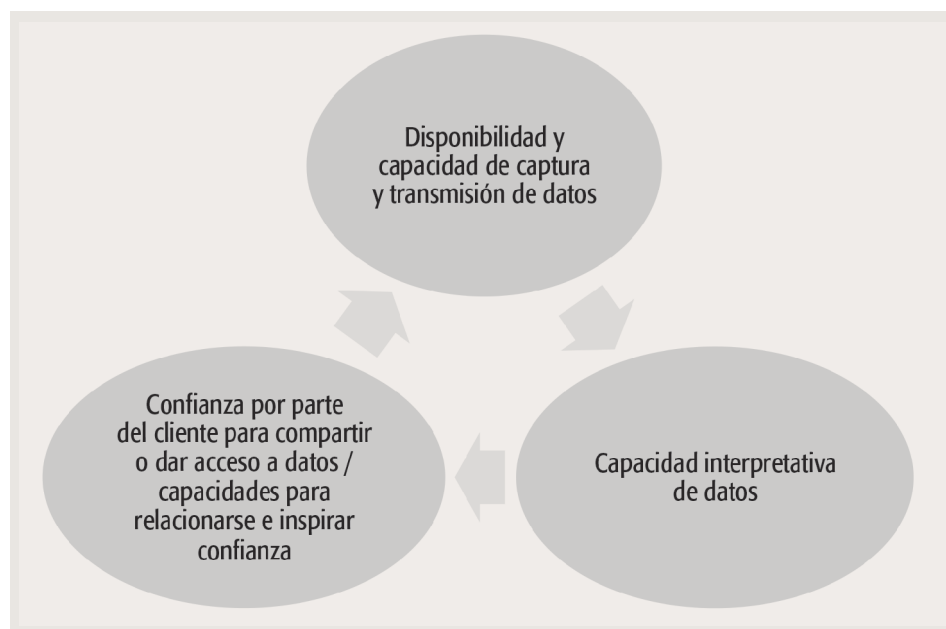
3.3. Retos en el camino hacia la esmartización

Igual que sucede con la servitización, y por mucho que los conceptos de esmartización auguran ventajas¹⁸ para los actores que abrazan estos conceptos, su implementación (aún) no está teniendo lugar a gran escala.

Los motivos y obstáculos que retienen su implementación son diversos. A día de hoy, y aparte del necesario músculo financiero y tecnológico que necesitan las empresas para poner en práctica la esmartización de sus actividades y bienes, destacan tres requisitos claves que se deben cumplir (Kamp, 2015; Schroeder y Kotlarsky, 2015) y que repasamos a continuación (ver gráfico nº 1):

¹⁸ Además de su capacidad habilitadora para prácticas de servitización, se asocia dicho concepto con mejoras en eficiencia, productividad, calidad y flexibilidad de procesos y productos.

Gráfico n° 1. **REQUISITOS PARA QUE LA ESMARTIZACIÓN PUEDA PROPULSAR LA SERVITIZACIÓN**



Fuente: Elaboración propia.

3.3.1. *Disponibilidad y capacidad de captura y transmisión de datos*

Un primer reto en el camino hacia la esmartización es conseguir y transmitir datos que sean útiles de cara a la visualización de procesos industriales y al funcionamiento de activos que entran en dichos procesos. Aquí se pueden plantear dos problemas: por una parte, puede haber una falta de (capacidad de) captura y transmisión de datos adecuados para hacer transparentes estos procesos; por otra, puede haber una disponibilidad en exceso de datos al respecto (*data overkill*) que acaban desorientando a los sistemas de procesamiento de datos y/o a los operarios que manejan estos sistemas.

En la práctica, ambas situaciones se dan y requieren respuestas diferentes. El primer problema requiere, por un lado, una buena delineación de los ítems¹⁹ a monitorizar (así como parámetros y *proxies* que permiten visualizar el estado de estos ítems), y establecer protocolos adecuados de captura y medición de los datos correspondientes. Por otro lado, es necesario disponer e instalar artefactos (como sensores

¹⁹ Como indicadores relacionados con las prestaciones de bienes de equipo durante las operaciones o requerimientos a los que están sujetos los activos (p.e. *output*, calidad, durabilidad, eficiencia, o torsión, velocidad, humedad, calor).

o sistemas de telemetría) que permitan la extracción y medición de tales datos, y la implementación de sistemas de envíos informáticos que los transmitan a un repositorio central al que estén conectados los activos y actores implicados.

Queda claro que el punto de partida es un buen conjunto o sistema de sensores, controladores y dispositivos de (tele)metría y transmisión de datos. Son elementos esenciales para detectar, medir y registrar datos, de forma digital, respecto al estatus y el uso de los activos en las operaciones. Además, ponen una primera base para establecer conectividad e interoperabilidad entre bienes físicos y actores, dentro de la misma planta y entre diferentes plantas.

Si nos dejamos llevar por la abundante información que circula en el dominio público sobre temas como *Big Data Analysis*, uno puede pensar que la captura y medición de datos no es un asunto que deba preocupar porque la literatura disponible hace pensar que los pasos previos de la captura y transmisión de datos se puede considerar como un logro ya adquirido (*acquis*), y porque hace pensar que esos pasos parecen reducirse a un mero acto técnico de instalar sensores sobre máquinas y productos.

Pero ni una cosa ni la otra son así. Es más, por la sensación que puede existir de que los sensores empiezan a ser «productos» de fácil acceso (o por lo menos un negocio que empieza a florecer), aumenta el riesgo de subestimar el reto. En primer lugar, y a pesar de que el coste de los sensores empieza a ser comedido, no hay a día de hoy un uso extensivo de ellos en la industria. Segundo, buena parte de los sensores que están en circulación tienen un carácter genérico y se aplican a máquinas o productos como complementos externos (*add-ons*). Por tanto hay un porcentaje considerable de captadores que tienen límites a la hora de grabar y medir todos los «*ins and outs*» de los objetos a los que van sujetos.²⁰

Consecuentemente, solo si estamos ante sensores que son aptos para hacer un inventario de calidad del conjunto de datos que son relevantes, se conseguirá dar un apoyo y un servicio adecuado alrededor de los procesos en los que participan los activos a los que se aplican sensores. Para orientar de forma adecuada a bienes de equipos en los procesos donde juegan un papel, suelen ser más eficientes los sensores integrados en el corazón mismo de los activos que deben ser monitorizados, ya que pueden dar una información más «íntima» de los procesos que ocurren dentro de ellos.²¹

Mientras que los sensores externos son capaces de registrar prestaciones y ratios de error como hechos consumados (*know-what*), los sensores integrados suelen tener más poder explicativo y predictivo dado que también pueden monitorizar parámetros endógenos y de esta forma permiten trazar y relevar pautas entre observaciones externas y procesos internos (*know-how* y *know-why*).

²⁰ Con el riesgo de que los ejercicios de *big data analysis* conduzcan al análisis y a la digestión de grandes cantidades de datos, pero no en procesos de «*deep learning*».

²¹ De la misma forma que hay una gran diferencia entre los hallazgos que pueden proporcionar un *external* y un *internal body scan*.

3.3.2. *Capacidad interpretativa de datos*

Aparte de acertar con los conjuntos de datos (*datasets*) a conseguir y transmitir (véase sección anterior), es necesario hacer un buen procesamiento de los datos captados y unas buenas mediciones para poder dar sentido a los mismos. Lo cual hace imprescindible contar con medios apropiados para ello.

En la fase de análisis y proceso de datos es cuando se contextualiza y donde se analiza la conexión de los diferentes nodos de datos. Aparte de saber relacionar datos y ponerlos en contexto, también se requiere de capacidades semánticas para que los datos puedan ser interpretados por los diferentes actores interesados y que estos logren sacar inteligencia procesable de ellos, de cara a la toma de decisiones. Se requiere, por lo tanto, más que un mero análisis de «*big data*».

Esta fase presenta diferentes escollos posibles:

- Falta de capacidad de interpretación de datos por:
 - a) Falta de un uso de *software* de *big data analysis* o un uso de *analytical software* inapropiado:

Para empezar, al igual que pasa con los sensores, el hecho de que haya cada vez más *software* dirigido al análisis de *big data* en el mercado no quiere decir que den un buen servicio al usuario o que todos los usuarios estén a la altura para sacar un buen rendimiento de los respectivos programas. Por un lado, existen programas de interpretación de grandes cantidades de datos que generan análisis superficiales (extensión del «*know-what*»). Y por otro, hay programas que son de tal envergadura que no están al alcance de cualquier empresa.

El mercado de *software* analítico para el tratamiento de *big data* está en auge, lo mismo que pasa con los servicios de programación en la nube (*cloud computing*) y el procesamiento en la nube (*cloud processing*) de los datos correspondientes. Sin embargo, las soluciones disponibles actualmente no son por definición una panacea y existen dudas sobre su capacidad a la hora de procesar e interpretar datos. Además, los programas que dominan en el mercado pueden resultar caros, y para que valga la pena emplearlos los usuarios deben disponer de un ecosistema entero de máquinas interconectadas. Esto último no es siempre realista y rentable para empresas industriales, sobre todo para las de tamaño mediano o pequeño.

- b) Falta de capacidades internas (*in-house*) para procesar e interpretar datos:

Para muchas empresas, la digestión y puesta en contexto de grandes cantidades de datos resulta complicado porque carecen de un departamento dedicado a ello o porque falta personal con un perfil adecuado al respecto. Un típico comentario entre empresas que contemplan incorporarse al ámbito de *big data*

analysis, es: «datos no nos faltan, pero no sabemos qué hacer con ellos ni cómo sacar un buen partido de los mismos, ni tampoco quién lo va a hacer».

La esmartización no es un asunto meramente técnico y puede requerir cambios organizativos por parte de la empresa que se pone a ello. Esto puede implicar la creación de una unidad con capacidad de análisis/interpretación de datos. También puede dar lugar a que a la vista de cómo vaya cambiando el negocio, el papel de un responsable o departamento TIC aumente dentro de la empresa. En algunos casos esto puede incluso traducirse en la creación de un centro propio de análisis de datos que sirva para interpretar datos del uso de los clientes, con el objeto de ofrecerles asistencia y consejos. Es más, estas evoluciones pueden incluso cambiar las reglas en cuanto a «quiénes son los interlocutores con los clientes». Es típico que cuando se hace un mayor uso de *software* analítico, las personas que tienen que dar sentido a los datos adopten y consigan un rol más importante de cara a la relación con clientes.

Obviamente, si la creación de una unidad dedicada a las labores de análisis de datos está fuera del alcance de una empresa, se debería nombrar a alguien dentro de la empresa que sea capaz de actuar como pivote e interlocutor entre la propia empresa y especialistas externos.

c) Falta de cooperación con terceros para la extracción e interpretación de datos:

Si una empresa no cuenta con el suficiente músculo interno para el análisis de datos, es preciso recabar ayuda de fuera. En el ámbito que estamos tratando, esto le lleva rápidamente a considerar interacciones con empresas del sector TIC. De hecho, tanto para la interpretación de datos como para la esmartización de productos y procesos en general, las TIC resultan imprescindibles.²²

A pesar de todo ello, en este plano se percibe que queda todavía bastante camino por recorrer y que se utilizan a las TIC sobre todo como herramienta de soporte para los procesos industriales,²³ pero no para formar parte de las propuestas de valor que los fabricantes de bienes de equipo y productos lanzan al mercado.²⁴

Es más, para una parte de las empresas industriales, las TIC resultan territorio extraño y frecuentemente estas últimas tienen que luchar contra síndromes de

²² La Estrategia de Fabricación Avanzada 2020 que redactó el Gobierno Vasco concibe, por ejemplo, que la fabricación avanzada contemple la integración de las TIC y el internet en la producción.

²³ Que ayudan a aumentar la productividad, velocidad, flexibilidad y agilidad de procesos y/o a ganar en eficiencia y en consumo de energía.

²⁴ Cómo incidir en productos y servicios de mayor calidad, sofisticación o precisión, con prestaciones superiores, o al desarrollo de nuevas formas de interactuar a lo largo de la cadena de valor, así como concebir nuevos modelos de negocio.

not-invented-here (Cohen y Levinthal, 1990) en las casas manufactureras. Lo cual da pie a una brecha entre (muchos) fabricantes de equipamiento y proveedores de TIC.

Dicho esto, y a pesar de que bastantes empresas industriales no se sienten del todo capaces de integrar a las TIC en sus sistemas, los fabricantes de bienes de equipo son conscientes de que es una cuestión *sine qua non*.

Concluimos que, para que aterrice la esmartización y el tratamiento de datos entre la industria mediana y pequeña, es preciso que los propios fabricantes de bienes de equipo vayan tomando conciencia de que el apoyo a los clientes en sus operaciones también implica involucrarse en el campo de tratamiento de datos capturados de sus productos. Por lo tanto, parece indicado que los fabricantes de dichos bienes desarrollen capacidades propias y acciones de cooperación y de codesarrollo con proveedores TIC para que haya soluciones de (*big*) *data analysis* que estén a su altura y aporten valor.

- Falta de capacidad semántica para dar sentido a los datos desde múltiples perspectivas:

Hemos expuesto que un correcto análisis e interpretación de datos precisa un adecuado inventario de datos y unas herramientas y protocolos para procesarlos y ponerlos correctamente en contexto. Pero la cosa no acaba ahí, porque el «poner en perspectiva apropiadamente» puede ser una cuestión que afecte a diversos actores, con lo cual es posible que la interpretación de datos y mediciones se tenga que hacer en contextos con múltiples *stakeholders*, que pueden tener diferentes objetivos.

Ante este panorama, puede ser que diferentes actores estén interesados en diferentes tipos de mediciones, y por lo tanto la semántica y los algoritmos que sirven para explotar y dar sentido a las bases de datos deban ser lo suficientemente versátiles para alimentar la toma de decisiones de los respectivos *stakeholders* (Díaz, 2015). Esto implica que los captadores/procesadores de datos deben ser capaces de registrar, interpretar y «empaquetar» los datos de base, de tal manera que respondan a las diferentes necesidades y que todas las partes interesadas puedan entender los datos de forma adecuada. Esto está hoy en día lejos de ser una práctica común en la mayoría de los entornos productivos (Posada, 2015).

3.3.3. *Capacidad para relacionarse con clientes y conseguir su confianza para compartir o dar acceso a datos*

El último obstáculo a solventar en el camino de la esmartización es el menos tecnológico, pero no por ello menos crucial. Se trata de convencer a las partes implicadas a que decidan en efecto a favor de la esmartización y de la conexión de los procesos y activos que les unen. Esto es un asunto de crear confianza (*trust building*) y de ver los beneficios de proceder así (Bigdeli y Musson, 2015).

La realidad nos enseña que no se puede asumir que los usuarios de bienes de equipo o productos sean entusiastas por naturaleza en compartir datos sobre sus operaciones con los proveedores de los activos que usan. Es más, no es difícil encontrar a fabricantes de bienes de equipo que alegan que no observan mayor inquietud por parte de sus clientes a esmartizar sus bienes y hacerlos aptos para la transmisión y análisis de datos en conjunto.

Para ello, dichos clientes apelan a argumentos diversos. En primer lugar invocan motivos de protección y privacidad de datos. Cuando se evoluciona hacia sistemas interconectados, la ciberseguridad se convierte en un aspecto de especial relevancia y preocupación. Es más, el miedo a ciberataques constituye uno de los mayores obstáculos de cara a la adopción de conceptos *smart* en la industria (Navarro y Sabalza, 2016). Relacionado con esto, hay un miedo a fugas de información (Gebauer *et al.*, 2005), a dar salida a información sensible y, en general, a proporcionar datos a terceros. Asimismo, hay reticencia a revelar secretos acerca de cómo aprovechan los usuarios los bienes de equipo y productos y de cómo sacan ventajas competitivas de ellos. En relación a esto último, puede haber usuarios que sepan sacar más prestaciones de bienes específicos²⁵ que los propios fabricantes, y que prefieran no revelar sus secretos.

También hay usuarios que simplemente prefieren mantener el *status quo* entre proveedores y usuarios, y que después de la entrega de un bien no quieren lecciones sobre el uso del mismo por parte de terceros, o que muestran una falta de apuesta por invertir en intangibles. Para completar el cuadro, se puede señalar que, dentro de este contexto, muchos de los asuntos a los que se ha pasado revista en la sección 2.2 son de aplicación también aquí.

4. IMPLICACIONES

4.1. Implicaciones para empresas industriales

En base a todo lo anterior, opinamos que sería positivo que un mayor número de sectores y empresas manufactureras se familiarizaran con el concepto de servitización y, siguiendo su estela, con la esmartización, por las siguientes razones:

1. Es probable que la servitización vaya a influir progresivamente en la competitividad de los agentes económicos en un creciente número de sectores. Esto ocurrirá porque la competencia entre empresas no solo sucede en el plano del coste, la calidad o la diferenciación, sino también en el plano de los modelos de negocio, y la servitización es una manera de innovar en dichos modelos. Y aunque durante un cierto período puede haber una coexistencia de diferentes modelos de negocio en un mercado, es típico ver

²⁵ Algo comparable a cuando se tunea un vehículo o cuando se eleva la potencia de un motor.

cómo con el paso del tiempo un modelo acaba imponiéndose y todos los actores de un sector lo adoptan como un *de facto standard*.²⁶

2. Otra razón por la cual se puede esperar un auge de prácticas de servitización es el hecho de que los clientes esperan cada vez más soluciones integradas en lugar de productos como tales.
3. Otro catalizador puede venir del hecho de que muchas ramas del sector industrial siguen basando su negocio en actividades y productos maduros y en los que el argumento de la «base instalada» tiene importancia. Como hemos explicado en la sección 2.3, en estos mercados maduros la demanda suele saturarse y eso hace difícil crecer en base a ventas de producto nuevo. Conforme esas ventas nuevas se reducen y se empequeñecen en comparación con el cúmulo de ventas en años pasados, aumenta el atractivo de explotar la base de activos ya vendidos e instalados como ‘parque de productos’ sobre los que se pueden ofrecer servicios para así abrir nuevas oportunidades de negocio y crear flujos de ingresos adicionales.
4. También juega a favor de la servitización la creciente concienciación de que la prestación de servicios aumenta la posibilidad de relacionarse con los usuarios y de interactuar con ellos más allá de la venta y entrega del producto. Las oportunidades que estas interacciones generan para aprender en profundidad de y con los clientes, para reforzar los vínculos con ellos y para diferenciar la oferta de una forma simbiótica, forman también alicientes para que los actores industriales promuevan prácticas de servitización.
5. Finalmente, y como hemos ilustrado en la sección 3, la esmartización de la mano del concepto Industria 4.0 augura la llegada y adopción de un sinfín de dispositivos y de un *modus operandi* que supondrá un impulso para la implementación de prácticas de servitización.

Para estar preparado ante este escenario, creemos que habrá que actuar tanto a nivel de empresas (industriales) individuales, como a nivel interempresarial e intersectorial. Sobre todo entre conjuntos de empresas industriales y las del mundo TIC.

4.2. Implicaciones para los decisores políticos (*policy makers*)

La servitización no solo es una asignatura para empresas industriales, sino también para los decisores políticos.

²⁶ Por ejemplo, el sector de fotocopadoras dejó de vender máquinas a sus grandes usuarios casi por completo después de que el modelo de pago-por-uso (*pay-per-print*) de Rank Xerox se erigiera como la fórmula preferida de los clientes. Cosas similares han pasado o están pasando respecto a otros ejemplos que mencionamos al final de la sección 2.4.

Para empezar, opinamos que los organismos públicos tienen la responsabilidad de diseñar una estrategia industrial holística que tome en cuenta la importancia que los servicios avanzados y los principios de la servitización tienen para la competitividad de las empresas manufactureras, y que no los trate como factores exógenos a la política industrial.

Consiguientemente, opinamos que la administración pública y la política tienen un deber de cara a la sensibilización de las empresas (industriales) a incorporar el concepto de la servitización en sus estrategias competitivas. Lo cual puede hacerse vía (un rediseño de) políticas industriales y programas de apoyo a empresas. Es preciso que, sobre todo, las empresas industriales evolucionen hacia la oferta de sistemas integrales de producto-servicio, e innoven y se diferencien no solo de manera tecnológica sino también en cuanto a modelos de negocio y en sus formas de captar ingresos de las proposiciones de valor al mercado.

Con tal sensibilización, lo que se favorecerá principalmente es que una mayor proporción de las empresas manufactureras logren dotar a sus productos «tangibles» de servicios intangibles e *interfaces* que permitan la conexión e interoperabilidad entre dispositivos y funciones subyacentes. Ello permitirá aumentar su sofisticación y su componente de conocimiento, y hará que su competitividad y valor añadido sean más duraderos.

Asimismo, creemos que puede ser útil poner el foco en algunos sectores que son claves en la jurisdicción de cada administración pública y analizar qué tendencias en cuanto a modelos de negocio e irrupción de prácticas de servitización se observa en ellos para, en caso afirmativo, sensibilizar a empresas activas en las cadenas de valor correspondientes a adoptar medidas conforme a sus hallazgos.

En la misma línea de lo que argumentamos en la sección 4.1 respecto a «modelos de negocio que acaban imponiéndose en un sector», es típico observar que cuando los actores centrales o prescriptores en ciertas cadenas de valor optan por prácticas concretas de servitización (y/o esmartización), esto acaba revertiendo aguas arriba. Especialmente, para los actores que operan al final de la cadena, esto puede suponer un riesgo, dada la falta de visión que puedan tener para percibir estas tendencias a tiempo. Como consecuencia, estos actores pueden resultar vulnerables si no se adaptan a tiempo a los nuevos modos de operar en el mercado. En particular, si otros que parten de la misma situación sí logran hacerlo a tiempo.

Una vigilancia de este tipo de tendencias de mercado puede entonces servir como un sistema de alerta temprana con el que el sector público puede ayudar a vigilar los intereses de sectores y actividades económicas que considera claves.

Finalmente, opinamos que las políticas que buscan fomentar la esmartización de la industria (*cfr. uptake* de TIC y tecnologías relacionadas con el concepto de

Industria 4.0) deben aclarar que dicha esmartización no tiene que ser acogida solo para mejorar los procesos industriales, sino también para innovar en las propuestas de valor hacia el mercado y en las formas de interactuar con la demanda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLMENDINGER, G., y LOMBREGLIA, R. (2005): «Four strategies for the age of smart services», *Harvard Business Review*, 83(10).
- ANDERSON P. y TUSHMAN L.M. (1990): «Technological discontinuities and dominant designs: a cyclical model of technological change», *Administrative Science Quarterly*, 35.
- BAINES, T.S., LIGHTFOOT, H.W., BENEDETTINI, O. y KAY, J.M. (2009): «The servitization of manufacturing: a review of literature and reflection on future challenges», *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(5).
- BAINES, T., LIGHTFOOT, H. y SMART, P. (2011): «Servitization within manufacturing: Exploring the provision of advanced services and their impact on vertical integration», *Journal of manufacturing technology management*, 22(7).
- BAINES, T.S., WILSON, H., WALTON, I.M., TRANFIELD, D., MICHELE, P., MARTINEZ, V., et al. (2007): «State-of-the-art in product-service systems. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B», *Journal of Engineering Manufacture*, 221(10).
- BANNAT, A., BAUTZE, T., BEETZ, M., BLUME, J., DIEPOLD, K., ERTELT, C., GEIGER, F., GMEINER, T., GYGER, T., KNOLL, A., LAU, C., LENZ, C., OSTGATHE, M., REINHART, G., ROESEL, W., RUEHR, T., SCHUBOE, A., SHEA, K., STORK GENANNT WERSBORG, I., STORK, S., TEKOUO, W., WALLHOFF, F., WIESBECK, M. Y ZAEH, M. (2011): «Artificial cognition in production systems». *Automation Science and Engineering, IEEE Transactions on*, 8(1).
- BIGDELI, A. y MUSSON E. (2015): <http://fieldservice.com/university/is-servitization-the-key-to-manufacturers-long-term-survival/>
- BIKFALVI, A., LAY, G., MALOCA, S. y WASER, B.R. (2012): «Servitization and networking: Large-scale survey findings on product-related services.» *Service Business*, 7.
- CLARK, C. (1940): *The Conditions of Economic Progress*. Londres: Macmillan.
- COHEN, W.M. y LEVINTHAL, D.A. (1990): «Absorptive-Capacity - A New Perspective on Learning and Innovation». *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, Nº 1.
- CROZET, C. y MILET, E. (2015): «Should everybody be in services? The effect of servitization on manufacturing firm performance». Working Papers 2015-19, CEPII research center.
- CUSUMANO, M.A. (2004): *The Business of Software*. Nueva York: Free Press.
- CUSUMANO, M., KAHL, S. y F.F. SUAREZ (2015): «Industry Evolution and the Competitive Strategies of Product Firms», *Strategic Management Journal*, Volume 36, Issue 4, April.
- DACHS B., BIEGE S., BOROWIECKI M., GUNTHER L., JAGER A., SCHARTINGER D. (2012): *The Servitization of European Manufacturing Industries*. Viena: AIT.
- DAVIES, A. (2004): «Moving base into high-value integrated solutions: a value stream approach», *Industrial and Corporate Change*, 13(5).
- DAVIES, A., BRADY, T., y HOBDAV, M. (2006): «Charting a path towards integrated solutions», *MIT Sloan Management Review*, 47(3).
- DIAZ, J., POSADA, J., BARANDIARAN, I. y TORO, C. (2015): *Recommendations for sustainability in production from a machine-tool manufacturer*. KES-SDM.
- FURU, M. y OLSSON, J. (2013): *How to create value with solution offerings*. Department of Technology Management and Economics, Chal-

mers University of Technology, Gothenburg, Sweden, Report No. E2013:094.

GARCIA ERAUZKIN, A. (2012): «Emprender en sectores maduros», *Boletín de Estudios Económicos*, LXVII (205) 177-196.

GEBAUER, H. (2015): Keynote speech at 4th ICBS conference, Madrid, November.

— (2016): «Use-oriented product service systems in the early industry life cycle», *Ekonomiaz Revista vasca de Economía*, 89.

GEBAUER, H., FLEISCH, E. y FRIEDLI, T. (2005): «Overcoming the service paradox in manufacturing companies», *European Management Journal*, 23(19).

HUANG, H.C., CHU, W Y WANG, W.K. (2007): «Strategic Performance Measurement and Value Drivers: Evidence from International Tourist Hotels in an Emerging Economy», *Service Industries Journal*, 27.

JOHNSON, M. y MENA, C. (2008): Supply Chain Management for Servitised Products: A Multi-Industry Case Study. *International Journal of Production Economics*, 114 (1), 27-39.

KAMP, B. (2000): A visionary approach on the evolution of assembler-supplier relationships in conception and commercialisation of automobiles, Paper presented at 8th Gerpisa colloquium «The world that changed the machine» - The future of the auto industry for the 21st century, 8-10th June, 2000, Paris (France).

— (2015): «Esmartización del tejido productivo», Informe para la Diputación Foral de Bizkaia, San Sebastian, Mayo 2015.

KAMP, B., OCHOA, A. y DIAZ, J. (forthcoming): «Smartization of products and buyer-supplier relationships as enablers for servitization: evidence from a machine tool producer in the context of advanced manufacturing».

KAMP, B. y TÖZÜN, R. (2010): «Automotive Industry and Blurring Systemic Borders: the Role of Regional Policy Measures», *Int. J. Automotive Technology and Management*, 10(2/3).

KINDSTRÖM, D. y KOWALKOWSKI, C. (2014): «Service innovation in product-centric firms: a multidimensional business model perspective», *Journal of Business & Industrial Marketing*, 29(2).

LAY, G. (Ed.) (2014): *Servitization in Industry*, Springer Verlag, Heidelberg.

LAY, G., BIEGE, S., COPANI, G. y JAGER, A. (2010): «Relevance of services in European manufacturing industry», *Journal of Service Management*, 21(5).

MARTINEZ, V., BASTL, M., KINGSTON, J. y EVANS, S. (2010): «Challenges in transforming manufacturing organisations into product-service providers», *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(4).

MATTHIEU CROZET y EMMANUEL MILET (2015): «Should everybody be in services? The effect of servitization on manufacturing firm performance», *Working Papers 2015-19, CEPII research center*.

MATTHYSSENS, P. y VANDENBEMPT, K. (2010): «Service addition as business market strategy: identification of transition trajectories», *Journal of Service Management*, 21(5).

MILLS, P. K. (1986): *Managing Service Industries: Organizational Practices in a Postindustrial Economy*. Cambridge, MA: Ballinger.

MONT, O. (2002): «Clarifying the concept of product-service system», *Journal of Cleaner Production*, 10(3).

NAVARRO, M. y SABALZA, X. (2016): «Reflexiones sobre la Industria 4.0 desde el caso vasco». *Ekonomiaz. Revista vasca de Economía*, 89.

NEELY, A.D. (2009): «Exploring the Financial Consequences of the Servitization of Manufacturing», *Operations Management Research*, 2, 1.

NEELY, A., BENEDETTINI, O. Y y VISNJIC, I. (2011): The Servitization of Manufacturing: Further Evidence. 18th European Operations Management Association Conference, Cambridge, 3-6 July 2011.

OLIVA R. y KALLENBERG R. (2003): «Managing the Transition from Products to Services», *International Journal of Service Industry Management*, 14.

PARIDA, V., RONNBERG-SJODIN, D., WINCENT, J. y KOHTAMÄKI, M. (2014): «Mastering the Transition to Product-Service Provision Insights into Business Models, Learning Activities, and Capabilities», *Research-Technology Management*, 57(3).

PAWAR, K. S., BELTAGUI, A. y RIEDEL, J.C.K.H. (2009): «The PSO triangle: designing product, service and organisation to create value», *International Journal of Operations & Production Management*, 29(5).

- PENTTINEN, E. y PALMER, J. (2007): «Improving firm positioning through enhanced offerings and buyer-seller relationships», *Industrial Marketing Management*, 36(5).
- PORTER, M.E. y HEPPELMANN, J.E. (2014): «How smart, connected products are transforming competition», *Harvard Business Review*, 92.
- POSADA, J., TORO, C., BARANDIARAN, I., OYARZUN, D., STRICKER, D., DE AMICIS, R., PINTO, E.B., EISERT, P., DOLLNER, J. y VALLARINO, I. (2015): «Visual computing as a key enabling technology for industrie 4.0 and industrial internet», *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 35(2) March.
- QUINN JB. (1992): *Intelligent Enterprise*. New York: Free Press.
- SAWHNEY, M., BALASUBRAMANIAN, S. y KRISHNAN, V.V. (2004): «Creating growth with services», *MIT Sloan Management Review*, 45(2).
- SCHROEDER, A. y KOTLARSKY, J. (2015): «Digital resources and their role in advanced service provision: a VRIN analysis». In T Baines & DK Harrison (eds), *Servitization: the theory and impact: proceedings of the spring servitization conference 18 - 19 May 2015, SSC2015*. Aston University, Birmingham (UK), pp. 67-74, Spring Servitization Conference SSC2015, Birmingham, United Kingdom, 18-19 May.
- SIMON, H.E. (1957): *Models of Man*. Nueva York: Wiley.
- SUAREZ, F.D., CUSUMANO, M.A. y KAHL, S.J. (2012): «Services and the business model of product firms: An empirical analysis of the software industry», *Management Science*, 59(2).
- TEECE, D.J. (1986): «Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy», *Research Policy*, 15.
- TUKKER, A. y TISCHNER, U. (eds.) (2006): *New Business for Old Europe: Product-Service Development, Competitiveness and Sustainability* (Sheffield, UK: Greenleaf Publishing).
- ULAGA, W. y REINARTZ, W.J. (2011): «Hybrid offerings: How manufacturing firms combine goods and services successfully», *Journal of Marketing*, 75.
- UTTERBACK, J.M. (1994): «Mastering the Dynamics of Innovation», Boston, MA: *Harvard Business School Press*.
- UTTERBACK, J. M. y ABERNATHY, W.J. (1975): «A dynamic model of process and product innovation», *Omega*, 3(6).
- VANDERMERWE S. y RADA J. (1988): «Servitization of Business: Adding Value by Adding Services», *European Management Journal*, 6(4).
- VARGO, S.L. y LUSCH, R.F. (2004): «Evolving to a new dominant logic for marketing», *Journal of Marketing*, 68.
- (2008): Service-dominant logic: «Continuing the evolution», *Journal of the Academy of Marketing Science*, 36(1).
- VISNJIC KASTALLI, I. y VAN LOOY, B. (2013): «Servitization: Disentangling the impact of service business model innovation on manufacturing firm performance», *Journal of Operations Management*, 31(4).
- WISE, R. y BAUMGARTNER, P. (1999): «Go downstream: The new imperative in manufacturing», *Harvard Business Review*, 77(5).
- WITELL, L. y LÖFGREN, M. (2013): «From service for free to service for fee: Business model innovation in manufacturing firms», *Journal of Service Management*, 24(5).

Subnational government's budget deficit targets in a Monetary Union: the Spanish case 1995-2010

En el presente artículo analizamos los factores que explican los saldos fiscales de las CC.AA. Los resultados empíricos sugieren que los objetivos de déficits a largo plazo no deberían distribuirse linealmente entre las regiones y que no debería esperarse que estos objetivos se cumpliesen en el mismo horizonte temporal. Asimismo, los resultados sugieren que los Acuerdos de financiación deberían ser rediseñados para evitar que el Estado pudiese transferir déficit a las CCAA. Finalmente, los resultados sugieren que debería haber una mayor coordinación presupuestaria para evitar que las CC.AA. sorteasen las restricciones de gasto y deuda a través de su sector público instrumental.

Artikulu honetan, autonomia-erkidegoetako zerga-saldoak esplikatzen dituzten faktoreak aztertuko ditugu. Emaiza enpirikoez iradokitzen dutenez, epe luzeko defizit-helburuak ez lirateke linealki banatu beharko eskualdeen artean, eta ez litzateke espero beharko helburu horiek denbora-muga berean betetzea. Emaitez pentsarazten dute, halaber, finantziario-hitzarmenak birdiseinatu beharko liratekeela, Estatuak autonomia-erkidegoetara defizit ez transferitzeko. Emaizetatik ondorioztatu daiteke, azkenik, aurrekontu-koordinazio handiagoa egon beharko litzatekeela, autonomia-erkidegoek gastuen eta zorren murrizketak ez saihesteko beren sektore publiko instrumentalaren bitartez.

We set out an analysis of the factors that explain subnational budget balances. Ours results suggest that long run deficit targets should not be distributed linearly across Autonomous Communities, and cannot be expected to be fulfilled in the same time-horizon. More important, financing agreements should be redesigned in order to avoid the central government having the opportunity to transfer its deficit to Autonomous Communities. Finally, more budgetary coordination is needed in order to prevent that Autonomous Communities circumvent central governments fiscal rules using their public entities.

Table of contents

1. Introduction
2. Related literature
3. The process of fiscal decentralisation in Spain and the implementation of fiscal rules
4. The process of fiscal decentralisation in Spain
5. Estimating cyclically adjusted balances in Spain
6. The determinants of RGs cyclically adjusted budget balances
7. Conclusions

Bibliographic references

Appendix

Palabras clave: Federalismo fiscal, saldos presupuestarios, autonomía fiscal, *output-gap*, datos de panel.

Keywords: Fiscal federalism, budget balances, tax autonomy, output gap, panel data.

JEL codes: H71, H74, E61.

1. INTRODUCTION

The economic downturn that started in 2007 in some countries in the Eurozone (Spain, Greece and Portugal, among others) activated mechanisms to control budget deviations. These mechanisms, arising from the implementation of the Stability and Growth Pact, introduce, among other restrictions, deficit targets to be achieved by the aggregate of all public administrations in a country within a specific timeframe.

In Spain the distribution of deficit targets is not the result of a bargaining process but, instead, is a unilateral decision by the Central Government (CG hereafter, see section 3.2 for a more detailed description of this process). Given that the deficit

The authors wish to thank the anonymous reviewers for their insightful comments and suggestions during the evaluation process.

target for each country refers to the aggregate of all levels of government, there is some kind of trade-off to what concerns deficit targets among the CG and Regional Governments (RGs¹) because the larger the deficit assigned to subnational governments, the lower the remaining deficit target for the CG. However, this trade-off regarding deficit targets does not prevent RGs to exceed their targets because the CG cannot force them cutting public expenditure or increasing taxes in the short run.

The consequence of such a mechanism may have been irrelevant during 2002 and 2008 because RGs' budgets were balanced during this period due to expanding fiscal revenues. However, during the 2009-2012 period, the Spanish CG assigned itself most of the deficit target (71% in 2012), while the CG was responsible only for 54% of total expenditure (including social security and unemployment subsidies). In addition to that, the CG linearly distributed the deficit target across regions. This meant that all regions, regardless of their economic position in their own economic cycle, were expected to achieve the same deficit target in the same year.

Some efforts have been devoted to analysing the opportunity to implement fiscal rules or increase the level of tax autonomy in decentralized economies and their impact on subnational fiscal balances.

However, most contributions are based on the hypothesis that the CG acts as a social planner that fixes fiscal rules, budget restrictions etc. for RGs in order to correct some possible externalities of RGs' fiscal balances on aggregate deficit targets. Nevertheless, little attention has been devoted to one of the main issues about subnational fiscal deficits, which is how to allocate deficit targets across different levels of government and how to distribute them within each level of government, given that the deficit target fixed by the EU refers to all public authorities in a country. Within this framework, the question can be posed in a different manner - who decides which level of government is going to bear the cost of expenditure cuts and tax increases?

In this paper we analyse the determinants of subnational governments' fiscal balances and we try to shed some light on the opportunity of a CG deciding unilaterally the distribution of deficit targets across public administrations and linearly among subnational governments. We run our analysis based on Spanish data for the period 1995-2011.

Previous analyses of the impact of fiscal rules in theoretical and empirical papers present several additional shortcomings. On the one hand, indexes for fiscal rules, budgetary institutions etc. are frequently based on the existence – or not- of a regulation that develops them. However, we argue that what matters is not if such rules exist but whether they are appropriately designed and implemented. On the other

¹ We use Regional Governments (RG), Subnational Governments (SG) or Autonomous Communities (AC) indistinctly in this paper.

hand, a similar problem occurs when we measure tax autonomy. Tax autonomy indexes may be based on an inaccurate interpretation of the financing agreements that determine the distribution of resources for RGs. However, we argue that some legal technicalities may distort the effective degree of tax autonomy. For instance, in Spain there are some restrictions on altering shared taxes (VAT and Excise Taxes) and some RG's own taxes, which although RGs receive all revenues derived from them they do not manage them effectively. Finally, the literature avoids dealing with another technicality which relates to who estimates tax revenues from shared taxes at period $t-1$ to be delivered at period t , and what is the mechanism to correct possible deviations (see section 4.2 for further discussion).

Although such details are neglected in most empirical analysis, due to the lack of data available, they are not harmless, at least from the perspective of Spanish ACs. Although during 2010-2013 ACs implemented the largest cuts in public expenditure, even so most of them were not able to achieve their targets, which have been largely surpassed. This non-fulfilment of deficit targets has been used by critics of the Spanish process for decentralization who suggest that RGs are the main source for fiscal instability and that there is too much decentralization and too excessive tax autonomy in Spain.

Several additional contributions are to be remarked. First, the literature has omitted considering to what extent CG's fiscal position determines RG's budget balances. Our results suggest that RGs' budget balances depend on the size of the deficit run by the CG and on the mechanism that allows the CGs to decide the amount of resources to be received by RGs (see section 4.2 concerning transmission mechanisms). Our results suggest that the CG may transfer part of its deficit to RGs. Second, the literature has not considered RGs strategic behaviors against CG fiscal rules. We show that RG's may act strategically by using public entities' budget deficits in order to circumvent fiscal rules designed by the CG. Finally, another contribution of our paper is a methodological one because we work with cyclically adjusted balances based on our own estimates of output gaps and revenue elasticities for each AC. The previous literature has dealt with short term budget deficits and considering revenues and expenditure elasticities computed on country data. However, long term deficit targets fixed by the EU refer both to structural as well as current balances.

To sum up, the main contribution in this paper is that we try to solve these shortcomings by computing new variables that consider those technicalities that characterize fiscal relationships among different levels of governments.

From a policy-maker's perspective, our results suggest that long term deficit targets cannot be distributed linearly across ACs (this idea is supported also by Fernandez and Lago 2013) and cannot be expected to be fulfilled in the same time-horizon because financing agreements generate asymmetries among ACs (regardless of ACs' position in the economic cycle) and, more important, that financing agreements

should be re-designed in order to avoid the CG having the opportunity to transfer its deficit to ACs (beyond the expected effects due to AC's cycle) and ACs' having the opportunity to circumvent CG's fiscal rules.

In section 2, we briefly review the literature analysing the factor that explains national and subnational fiscal balances. In section 3 we describe the distribution of deficit targets across public authorities and across RGs in Spain. We also provide the level of achievement of deficit targets. In section 4 we describe briefly the Spanish process of decentralization and the mechanism used by the CG to distribute fiscal resources to subnational levels of government. In section 5 we estimate AC's cyclically adjusted budget balances and in section 6 we estimate the determinants of such fiscal balances. Finally, section 7 contains our conclusions.

2. RELATED LITERATURE

There are extensive contributions analysing the relationship between fiscal deficits and fiscal federalism issues, such as the role of RGs in the law-making process, the default-bailout game, etc. As far as the latter point is concerned, the links between bailout expectations for RGs to the regional tax base and its connection to the deficit bias were analysed by von Hagen and Eichengreen (1996). Their argument is that the CG cannot credibly commit itself to a no-bailout policy if the revenues of subnational levels of government are not generated from fiscal sources that they have direct discretion over. On the contrary, if revenues largely come from own tax sources the CG can avoid bailouts by requiring subnational governments to increase taxes under their control.

Von Hagen (2005) states that an overspending problem may occur when subnational governments receive resources from a national common pool -for example, through intergovernmental fiscal transfers- which creates vertical externalities (see Wildasin 1997, Goodspeed 2002; see also Bordinon 2006 for a survey on this literature). According to Rodden *et al.* (2003) hard budget constraints make subnational governments internalise the total costs of their policies. On the other hand, soft budget constraints motivate subnational governments to increase expenditure without facing the full cost of their decisions. Therefore, fiscal responsibility is an instrument aimed at achieving that subnational governments internalise the cost of the public goods and services they supply, which ought to avoid overspending.

Additionally, there are a large number of contributions that analyse the role of soft budget constraints. Some of them focus their analysis on the design and effectiveness of fiscal rules (see von Hagen 2006, Hallerber *et al.* 2007 and Debrun 2008), concluding, from a country specific perspective, that institutional and political background do have a clear effect on the effectiveness of budget constraints. Other contributions find evidence for subnational bailouts from a descriptive case study

(see Foremny, 2013, for a survey) and most of them conclude that higher degrees of tax autonomy harden budget constraints. Finally, Roden (2002, 2006) find that vertical fiscal imbalances do have a positive effect on subnational governments' deficits. This conclusion is also reached at Foremny (2013) who concludes that deficits of subnational governments in federations can be avoided through tax autonomy.

From an empirical perspective, the literature has defined an extensive number of factors that aim to explain national and subnational fiscal balances (see Argimón *et al.*, 2012, for a complete survey). These factors can be grouped into two categories. On the one hand, we find political and institutional factors such as the composition of majorities, the existence of budgetary institutions, the role of political business cycles, partisanship, etc. On the other, we find macroeconomic factors such as economic inequality, regional income level, the population structure, interest rates, asset prices, inflation, economic cycles, etc.

In the particular case of Spain, most efforts have been devoted to analyse the determinants of AC debt levels (Hernández de Cos *et al.*, 2013) as well as the existence of bailout effects (Sorribas, 2011). Another strand of the literature, which is not so highly developed, has analysed the factors that explain fiscal deficits and borrowing levels at subnational level in Spain. Lago-Peñas (2005) found a relationship between the level of transfers received by the ACs and their expenditure and budget deficits, suggesting that fiscal deficits were a rational decision by ACs given that financing agreements between CG and AC governments did not provide sufficient resources to finance their needs. Barrios and Martinez (2013) find similar results in a paper in which Spain, Germany and Canada are analyzed. These results are very close to those previously obtained by Monasterio and Suarez Pandiello (1993) and García-Milà and McGuire (1990). A similar approach is followed in Perez-Cucarella (2013), where the authors analyse the fiscal balances of Spanish ACs and they try to determine whether deficit and debt levels are due to their greater tendency to spend or to insufficient income. Following a different approach, Argimón *et al.* (2012) found that fiscal rules did not have any significant effect on ACs' fiscal balances during 1984-2004 and also that tax autonomy contributes to controlling budget deficits, although such tax autonomy causes fiscal deficits to depend largely on business cycles. Finally, Mussons (2013) confirms the procycality of subnational fiscal deficits and the positive effects of tax autonomy on fiscal balances (1987-2010).

In this paper we argue, following Foremny (2014) in a cross-country study and Roden (2002, 2006), that ACs' subnational fiscal deficits in Spain are influenced by the decisions of the Spanish CG. In this sense, Molina-Parra and Martínez-López (2015) in the context of yardstick competition models, for the Spanish case, found that fiscal imbalances at the federal tier of government encourage public deficits of regional governments. Complementary to the previous authors, we focus our analysis on the role of institutional design on fiscal deficits, we do so by emphasizing the transmission mechanisms through which the CG might influence RG's fiscal deficits.

We argue that the Spanish CG affects subnational fiscal deficits through different mechanisms: i) the CG decides the distribution of deficit targets between the CG and the other levels of government and, therefore, it decides who is going to bear the burden of budget adjustments, ii) the CG unilaterally decides subnational government's deficit targets which traditionally have been fixed linearly (2002-2012) or discretionary for 2013 and, iii) the CG unilaterally estimates the amount of resources that ACs are going to receive from shared taxes and transfers, which, as suggested in the data, based on financial agreements that introduces significant asymmetries among ACs and allows the CG to underestimate these resources and transferring part of its fiscal deficit to ACs (see section 4 for further details on transmission mechanisms and see also BBVA 2015 and López-Casasnovas *et al.* 2014).

Our paper follows a similar approach to the literature that analyses the determinants of subnational fiscal balances. However, we introduce several changes that provide new results. First, we work with structural deficits rather than with current fiscal balances. Second we introduce new variables that improve the definition of tax autonomy. Third, we introduce a variable that captures transmission mechanisms of deficit from CG to RGs mentioned in the previous paragraph. Fourth, we intend to capture the possibility of strategic behaviours of RGs against CG fiscal rules. Finally, we extend our analysis to consider the last period of economic downturn (2009-2012) and the characteristics of the new financing agreement (2009) between the CG and ACs.

As mentioned above, another difference in our paper with respect to previous literature is that we work with subnational government's cyclically adjusted balance (we also refer to them as structural balance) that requires estimating ACs' output gaps and ACs' revenues elasticities individually. In addition to the fact that the EU fixes long term deficit targets based on structural deficits, we argue that, in order to test the relevance of financing agreements, tax autonomy and the role of the CG, it is more appropriate to work with budget deficits once cyclical effects have been adjusted. If a robust relationship exists between budget deficits and our explanatory variables this would suggest that the mechanism of devolution and/or the financing agreements between CG and ACs may have been designed incorrectly.

3. THE PROCESS OF FISCAL DECENTRALISATION IN SPAIN AND THE IMPLEMENTATION OF FISCAL RULES

3.1. Fiscal rules in Spain

ACs and Local Governments (LGs) in Spain are empowered to take on debt, as long as they respect certain limits. The basic rule is that debt repayment and interest cannot exceed 25% of the ACs' and LGs' current revenues. In addition to this, authorisation from the CG is required to arrange credit operations abroad and for

debt issuance. Nevertheless, credit operations with national banks and short term credit operations (less than one year) do not require such authorisation.

With regard to the rules governing ACs' budget balances, these have evolved over different periods. In the first period, from 1992 to 2001, the CG-assigned budget deficits and debt to each AC were based on bilateral negotiation for a two-year period (known as the Budgetary Consolidation Scenarios).

In the second period, from 2001 to 2005, under the Budget Stability Law (BSL) the CG assigned a single limit, in terms of budget deficit, for all ACs. No individual targets were settled for each region therefore they faced the same deficit target regardless of their cyclical position.

Finally, the reform of BSL in 2006 stated that CG and ACs would be able to adapt their deficits and surplus targets to their economy's cyclical positions. As a consequence budget surpluses were to be achieved if the growth rate of the economy exceeded 2% and deficits were allowed if the economy's growth rate was below 0%. The allocation of deficit targets between the CG and the ACs was decided unilaterally by the CG and the same deficit target was assigned to all ACs regardless of the region's economic position. Thus, effective deficit targets were significantly different across ACs because the mechanism that allocates fiscal revenues across ACs introduces significant asymmetries across regions (see López-Casasnovas *et al.* 2014), regardless of the evolution of the AC's fiscal basis.

We should point out that since the implementation of the BSL, some ACs have demanded a different distribution of deficit targets between CG, ACs and LGs based on a real bargaining process at different levels of government. In addition to this, they demanded an asymmetric allocation of deficit targets among ACs. Demands were rejected by the CG arguing that it was impossible to implement a distribution of deficit targets that satisfied all ACs' and LGs' interests.

However, in 2013 the CG assigned individual short term budget deficit targets to ACs. This allocation was not transparent and was not based on any rule known ex-ante. Apparently, it seems that they were decided unilaterally by the CG based on AC budget deficit at $t-1$. Nevertheless, long term budget deficit targets remain uniform and ACs' budgets must be balanced by 2020.

In spite of AC demands, it seems that the result of implementing the BSL has been rather positive, because data indicates that ACs' budget deficits and debt levels remained under control (debt/GDP ratio reached its maximum at 6.5% in 2005 and its minimum at 5.7% in 2007). However, one cannot argue that this is due to the implementation of fiscal rules because from 2001 to 2007 CG and ACs revenues increased continuously.

3.2. Deficit targets in Spain, 2008-2012

Table 1 provides the distribution of deficit targets, decided unilaterally by the CG², across all levels of Administration in Spain during 2008-2012. The first column indicates the deficit target for each administration for each year. The second column shows the proportion of the deficit target assigned to each administration. The third column provides the final deficit achieved by each administration. For 2012 we have introduced an additional column that represents the proportion of total public expenditure managed by each level of administration.

Data in table 1 suggests that deficit targets were evenly distributed across different levels of administration in favour of the central administration. For instance, in 2012 when the proportion of expenditure managed by the CG is above the average for the last 10 years due to the increase in unemployment subsidies, data shows that although CG is responsible for 56% of total expenditure, it self-assigns 71% of total deficit. Data also shows that CG has demanded larger cuts in deficit targets from local and regional administrations. From 2010 to 2011 local and regional administrations were required to reduce their deficit targets by 50% and 46%, respectively, while the effort of the CG was 17%.

The target that is assigned to ACs is the same for each region, in terms of GDP, regardless of their position in the cycle, or regardless of any initial economic factors that influence their cyclical deficit.

However, the problem in Spain is not only that the CG unilaterally decides the distribution of deficit targets but also that the mechanism according to which RGs obtain their resources presents some pitfalls which allow the CG to transfer deficit to ACs.

Finally, we must remark the rapid increase in the level of debt related to public entities, which are not considered when computing Public Administrations' fiscal deficit. According to the Bank of Spain, public debt of these entities represented 2.5% GDP in 2000 while in 2010 represented 5%.

² Regarding deficit targets for ACs, the CG raises a proposal to the Consejo de Política Fiscal y Financiera. Although this proposal is discussed in the Council, it is not subject to negotiation. It must be approved and although 17 regions and two autonomous cities are represented the CG holds the majority. As a consequence, this suggests that there is no real multilateral bargaining process, as the Council is designed as an instrument for validating CG initiatives. At the most, the political bargaining process might be bilateral, with some regions, and in most cases it would simply be validated multilaterally ex-post by majority voting.

DEFICIT TARGETS BY LEVEL OF ADMINISTRATION, 2008-2012															
	2008			2009			2010			2011			2012		
	Target	%	Result	Target	%	Result	Target	%	Result	Target	%	Result	Target	%	Result
Central	0,3		-2,8	0,02		-9,5	-5,9	66%	-5,72	-4,8	75%	-5,13	-4,5	71%	-3,83
Regional	-0,75	100%	-1,49	-0,75	100%	-2	-2,4	27%	-2,94	-1,3	20%	-3,31	-1,5	24%	-1,73
Local	0		-0,48	0		-0,5	-0,6	7%	-0,48	-0,3	5%	-0,45	-0,3	5%	-0,2
Social Security	0,6		0,78	0,8		0,8	0,2		-0,2	0,4		-0,07	0		-0,96
Total	0,15		-3,99	0,07		-11,2	-8,7		-9,34	-6		-8,96	-6,3		-6,72

(1) Deficit targets (expressed as the ration deficit/GDP) correspond to the last figure approved by the CG. Some years deficit targets have been changed at least three times in a year.

Source:Own elaboration

4. THE PROCESS OF FISCAL DECENTRALISATION IN SPAIN

4.1. Financing agreements between CG and RGs: increasing tax autonomy

Very often it is said that the Spanish Autonomous Communities model has a level of decentralisation that goes far beyond that of many countries with federal-type regimes. This might be true with regard to the level of decentralisation of public expenditure (regional and local governments are responsible for a large share of the total expenditure, 44% in 2012) but not with regards to tax autonomy. Attention should be paid to the effective responsibility assumed by ACs because the CG fixes minimum public goods and services that must be provided by ACs that clearly restricts ACs' autonomy in managing such responsibilities.

The main characteristic of the Spanish process of decentralisation is that the level of responsibilities that were devolved to ACs was rather asymmetric at the beginning, although asymmetries had been almost eliminated by 2013. Still, some responsibilities have not been devolved yet to all ACs such as penitentiary, justice, etc.

Another asymmetry concerns the origin of ACs' fiscal revenues. There are two different groups of regions. On the one hand, there are two regions (named Foral Regions³) that manage and collect the most tax revenues and transfer resources to the CG in order to cover the services that the Spanish government is providing in these regions. On the other hand, there are the rest of ACs, which receive transfers (direct transfers or derived from shared taxes) from the CG. RGs in this group of regions also have some revenues that are obtained from own taxes.

The financing agreements that rule such mechanism for the second group of regions since 1987 are rather complex. For simplicity, we refer only to the main characteristics of such agreements:

First, apparently there has been a significant increase in fiscal co-responsibility, for two reasons: i) because the mechanism has moved from a transfer based to a shared tax process, ii) because ACs have been increasing regulatory power on income tax, which is a shared tax, and on some of the taxes that were transferred to them but that were considered as own taxes. Therefore, it seems that tax autonomy has gradually been increasing.

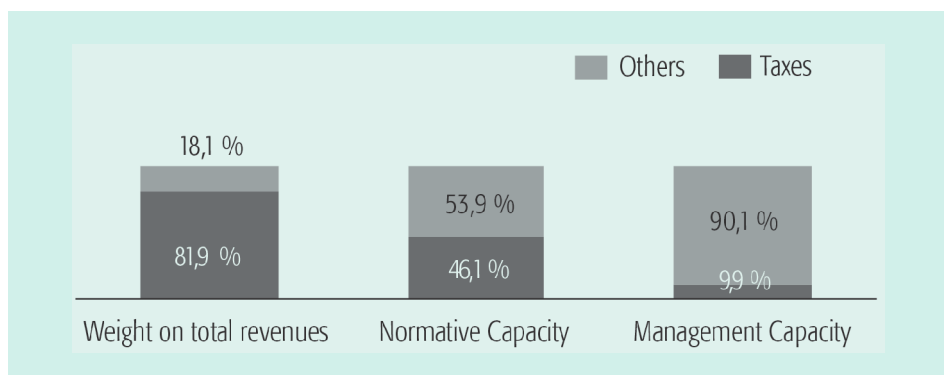
However, some characteristics of the mechanism distort effective tax autonomy. This is due to the fact that the CG has traditionally opposed the creation of new taxes by ACs, even when these new taxes did not overlap with CG taxes and even though ACs had the regulatory capacity to create and regulate them. Additionally, the fact that there are some shared taxes does not mean that ACs can manage or regulate them. For

³ There are also several differences among Navarre and the Basque Country, because in Basque Country fiscal authority corresponds to the Diputaciones forales, which transfer part of their resources to the Basque Government.

instance, the 2009 agreement stated that ACs shared Income Tax (50%), VAT (50%) and Excise Duties (58%) but the possibility of regulating or managing VAT and Excise duties is non-existent (with the exception of the tax rate on the duty of petrol).

In figure 1 we present the different measures of tax autonomy. In the first column we show the distribution of fiscal revenues between taxes and other sources of income for the 2011 financial year. We observe that 82% on their income is obtained from tax revenues. However, this proportion decreases significantly when we consider only those taxes over which regional governments have some kind of regulatory power (they can decide on tax bases, or tax rates, tax credits, etc.), because only 46% of total revenues (including Income Tax) come from taxes that can be regulated by ACs. Finally, the picture changes dramatically when we consider the proportion of revenues obtained from taxes that are managed by ACs. If this is the case, as shown in the third column, one can observe that only 10% of ACs' revenues come from taxes that are entirely managed, and very often entirely ruled, by them.

Figure 1. **TAX AUTONOMY FOR THE AUTONOMOUS COMMUNITIES. 2011 (%)**



Source: Own elaboration.

Second, the mechanism has moved from a bilateral bargaining process based on devolution costs to a mechanism in which ACs' needs were estimated according to some «objective» variables (beginning in 1987). However, the results of any attempt to compute «objective» necessities have been systematically counteracted by the implementation of a guarantee clause that stated that any modification to the mechanism could not result in a decrease of the funds that each AC received prior to the modification (known as the *statu quo* effect). This vertical equalization transfers distorts the initial redistribution because it actually means that those regions that were «over-financed» will continue in that position, and that some regions that should significantly improve their funding according to the model did not do so as much as they should. This result comes from

the fact that the theoretical necessities of the regions are somehow linked to the estimated cost of devolution. To sum up, the final allocation of resources has no systemic relationship either in terms of any sort of needs assessment of the regions or regarding their fiscal capacity or income levels (see López-Casasnovas *et al.* 2014).

Third, since 2009 there exists a powerful horizontal mechanism of equalization aimed at ensuring that all regions have the same resources per capita in order to cover the costs of 'similar' levels of provision of those goods and services that are considered to be essential services (education, health and social services). Nevertheless, this initial redistribution of resources should allow, in principle, the maintenance of certain differences in revenue-raising capacities because that horizontal equalization is implemented on 75% of total tax revenues (plus a lump sum transfer from the CG).

Table 2. REGIONAL FISCAL RESOURCES PER CAPITA (average=100). 2012

	Tax Revenue (1)		Total resources pc (2)		Total resources pc* (3)	
	Index	Ranking	Index	Ranking	Index	Ranking
Madrid	134,2	1	94,6	11	99,80	10
Balearic Islands	122,5	2	100,1	9	100,20	8
Catalonia	118,6	3	98,7	10	99,50	11
Aragon	115,1	4	116	4	110,40	5
Cantabria	114,5	5	125,1	1	125,20	1
Asturias	107,8	6	112,7	6	108,40	5
La Rioja	103,5	7	120	2	118,00	2
Castilla-Leon	100,8	8	115,8	5	108,00	6
Valencia	93,9	9	94	13	95,60	14
Galicia	92,3	10	110,8	7	104,30	7
Castilla-La Mancha	85,3	11	103,4	8	99,00	9
Murcia	83,9	12	93,7	14	95,70	13
Andalusia	79,7	13	94,4	12	96,50	12
Extremadura	76,6	14	117	3	111,80	3
Canary Islands	41,8	15	90,2	15	87,00	15
Total	100		100		100	
Coef. of Variation	0,252771		0,10986		0,09503	

Notes: 1) Tax Revenues relate to all taxes in the system that allocates resources among Autonomous Communities; 2) Total resources relates to the final distribution of financing resources - taxes plus transfers - among ACs for the same level of responsibilities; 3) pc* refers to per capita adjusted population.

Source: Generalitat de Catalunya.

The effect of such Vertical (*Fondo de Suficiencia*) and Horizontal (*Fondo de Garantía*) Equalisation Funds can be observed in table 2. The coefficient of variation of the initial territorial distribution of tax revenues doubles that of the final allocation of fiscal resources across regions, regardless of whether it is calculated considering population or the adjusted population⁴, once the Equalisation Funds have been implemented. This suggests that these transfers are highly redistributive.

Finally, we observe that Equalisation Funds introduce a significant change in the relative position of each region. Some regions with the highest fiscal capacities that contribute the most to horizontal regional transfers (through *Fondo de Garantía*) in per capita terms, obtain fiscal resources pc that are well below the average, and vice versa. Needless to say that these differences cannot be explained by differences in the resources that should allow provision of similar levels of public goods under similar fiscal effort levels but they are due to the *statu quo* effect.

As result, given that deficit targets are distributed uniformly, it seems obvious that ACs do not have the same opportunities to achieve their target.

4.2. Estimation of tax revenues on shared taxes by the Central Government

Up to now, we have described the main characteristics of financing agreements succinctly. Nevertheless, financing agreements, and in particular since 2002, contain some technicalities that have a significant effect on ACs' revenues. These technicalities suggest that CG could reduce part of its deficit by transferring it to ACs.

This technicality refers to how the CG calculates the resources that are going to be transferred to regions with respect to shared taxes and transfers. The CG estimates revenues for shared taxes and transfers at $t-1$ and notifies these estimates to ACs by October $t-1$. The CG will transfer all estimated resources regardless of whether their calculations were achieved, or not, during period t . Then, at period $t+2$, once real revenues are known, the CG compensates ACs for the difference (results might also be in favour of the CG).

Apparently, this procedure suggests that the CG has not incentives in underestimating RGs' transfers because at $t+2$ it should compensate RGs with additional revenues. However, short run effects matter in real politics.

In table 1 we showed that the CG reduced its deficit from 9.5% in 2009 to 5.72% of GDP in 2010. It is obvious that fiscal transfers to RGs should be reduced as far as tax revenues in shared taxes dropped significantly. However, data in table 3 suggest that a significant portion of the reduction of CG's fiscal deficit in 2010, 2011 and 2012 might have been accomplished by underestimating the resources that should

⁴ Adjusted population is based on real population which is modified by considering several factors that explain different costs of provision of public goods and services (population density, age, dispersion, etc.).

Table 3. **BALANCE BETWEEN ESTIMATED RESOURCES (t)- VALIDATED RESOURCES (t+2) 2007-2011**
(thousand euros)

CC-AA	Balance 2007	% GDP 2007	Balance 2008	% GDP 2008	Balance 2009	% GDP 2009	Balance 2010	% GDP 2010	Balance 2011	% GDP 2011
Catalonia	816.575	0,41%	-690.717	-0,34%	-2.478.108	-1,27%	916.507	0,47%	847.000	0,43%
Galicia	393.029	0,73%	-573.758	-1,02%	-1.600.592	-2,92%	361.682	0,66%	301.000	0,55%
Andalusia	1.426.172	0,98%	-1.475.978	-0,99%	-4.637.439	-3,24%	289.592	0,20%	442.000	0,31%
Asturias	117.325	0,51%	-171.162	-0,72%	-588.064	-2,59%	143.751	0,63%	116.000	0,51%
Cantabria	114.656	0,86%	-125.021	-0,90%	-364.226	-2,73%	105.210	0,79%	35.600	0,27%
Rioja	55.022	0,71%	-46.314	-0,58%	-202.974	-2,59%	61.698	0,79%	14.000	0,18%
Murcia	197.101	0,73%	-160.515	-0,57%	-581.974	-2,14%	104.398	0,38%	133000	0,49%
Valencia	515.569	0,50%	-635.685	-0,60%	-1.707.219	-1,68%	727.551	0,71%	923000	0,91%
Aragon	201.589	0,61%	-171.838	-0,50%	-721.646	-2,22%	156.201	0,48%	119000	0,37%
Castilla-la-Mancha	366.870	1,03%	-265.153	-0,72%	-1.033.694	-2,89%	170.543	0,48%	120000	0,34%
Canary Islands	471.193	1,13%	-340.039	-0,79%	-1.102.358	-2,67%	-46.609	-0,11%	75.000	0,18%
Extremadura	184.287	1,05%	-252.350	-1,39%	-764.378	-4,27%	92.742	0,52%	35.800	0,20%
Balearic Islands	34.643	0,13%	-162.051	-0,60%	-178.377	-0,68%	429.057	1,62%	520.000	1,97%
Madrid	819.831	0,44%	15.069	0,01%	-1.336.223	-0,70%	1.272.225	0,67%	330.000	0,17%
Castilla-Leon	362.226	0,64%	-443.607	-0,76%	-1.439.181	-2,55%	317.551	0,56%	266000	0,47%
Total	6.076.088	0,63%	-5.499.120	-0,55%	-18.736.453	-1,94%	5.102.099	0,53%	4.277.400	0,44%

(*) A positive value represents that at period t the CG underestimated revenues to be transferred to regional governments. These resources are transferred at t+2.

Source: Own elaboration.

be transferred to ACs (equivalent to 0.53% of GDP). One could argue that these deviations are due to unpredictable errors because the CG overestimated also fiscal transfers in 2008 and 2009, meaning that ACs had to pay back this excess revenue. The CG allowed them to pay back within ten years. However, in terms of deficit, the impact was computed on 2010 and 2011 ACs' accounts, which allowed an additional reduction in CG's and caused an increase in ACs' fiscal deficits.

Data in table 3 also indicates that the «error» in the estimation of fiscal transfers to ACs is not uniform across regions because they are evenly distributed. This problem existed in the previous model but it increased since 2011, because those regions (basically regions with an above average tax capacity) receive additional resources aimed at providing them average revenues pc. In 2010 the CG decided that these regions would not receive any advance payment of these resources in 2011, but in 2013 (the same occurred in 2012 and 2013). However, this argument does not apply for 2008 and 2009 where larger asymmetries exist.

Finally, there is another technicality that favours the CG. In 2010 some reforms increasing consumption taxes (VAT and Excise Duties) were introduced. Formally, regions received additional resources associated to these taxes, but effectively the CG reduced Vertical Equalisation Transfers by that amount (see Table 4). In addition to that, it must be remarked that the procedure used by the CG to estimate tax revenue increases due to changes in the economic position of each region or due to tax rates increases is not available to ACs', which again introduces the possibility that tax revenue estimates are biased in favour of the CG.

Table 4. **ESTIMATED REVENUES, 2012-2013. AUTONOMOUS COMMUNITIES**

	2012	2013	Var	Var%
Income Tax	33.588,80	33.161,29	-427,51	-1%
V.A.T	23.368,59	26.781,93	3.413,34	15%
Excise Duties	11.048,28	12.245,76	1.197,48	11%
Vertical Transfers (*)	6.928,38	1.966,30	-4.962,08	-72%
Horizontal Transfers (**)	6.801,64	8.534,27	1.732,63	25%
Total	81.735,69	82.689,55	953,86	1%

(*) Fondo de Suficiencia Global, (**) Fondo de Garantía.

Source: Central Government Budget, 2012-2013.

Altogether, this data suggests that the CG has the possibility to transfer part of its deficit to ACs by underestimating the resources that regions should receive for period t and transfer the difference to $t+2$.

5. ESTIMATING CYCLICALLY ADJUSTED BALANCES IN SPAIN

In general, the literature that estimates the determinants of fiscal balances is based on current deficits as a dependent variable and introduces variables that control for business cycle. Instead, in this paper we use structural balances as our dependent variable.

Structural balances are estimated according to the methodology implemented by the European Commission (see European Commission 1995), the OECD (see *Giorno et al.*, 1995) and the European Central Bank (see *Bouthevillain et al.*, 2001).

Structural balances are estimated in two steps. The first step estimates the cyclical position of the economy by measuring its deviation from its «normal» growth path. In a second step, the impact on the budget of the cyclical position is estimated on the basis of fiscal elasticities. In our paper such elasticities are estimated based on an econometric model⁵. Multiplying the deviations from the reference path by the estimated fiscal elasticities yields the corresponding cyclical components of the various budgetary items. Finally, cyclically adjusted balances are then computed by subtracting the cyclical component from the actual budget balance.

In the next sections we explain briefly how output gaps and tax and expenditure elasticities are estimated as well as the results obtained.

5.1. Output Gap

5.1.1. Methodology

Our series refer to the period 1989-2011. Although it is not a large span, it covers a complete cycle (1994-2008), part of an expansion cycle (1989-1993) and part of a recessive one (2009-2011).

Output gaps are estimated based on the methodology used in *Giorno et al.* (1995), European Commission (1995) and *Bouthevillain et al.* (2001) that consists of applying the Hodrick-Prescott⁶ filter (HP) to the series of real GDP (the log of)⁷. The HP filter parameter was set as $\lambda=100$, the standard value with annual data. As in

⁵ In the appendix we explain the methodology that we implemented in order to obtain large GDP series for each Autonomous Community (both at constant and current prices) that are required for output-gap and elasticities estimates.

⁶ The HP filter is a symmetric centred moving average except at the extremes of the series, where there is a bias problem in estimating both the trend and the cyclical component. Given the special interest in the end of the series when studying the budgets' cyclical component, to avoid the bias problem we extended the GDP series logs with 4-steps ahead forecasts as in the European Commission (1995) methodology. This way the estimated HP trend and cyclical component of the GDP at the last year's available data is based on a symmetric centred moving average filter.

⁷ *Giorno et al.* (1995) also consider a Cobb-Douglas production function for the private sector to compute the potential output. However, this alternative cannot be implemented in our paper due to the lack of data available.

the previous references, we used automatic univariate procedures for forecasting the GDP series, which can easily be reproduced by other researchers⁸.

Once the trend component of real GDP for the period 1989-2011 was obtained for each Spanish region, the output gap was computed as

$$GAP_t = \frac{Y_t - Y_t^*}{Y_t^*},$$

where Y_t is the real GDP in year t and Y_t^* is the trend of the real GDP for year t estimated with the HP filter.

5.1.2. *Output gap estimates*

Estimated output gaps for all ACs during 1989-2011 (see figure 2) present the following characteristics.

First, it seems that there is an almost perfect synchrony in output gaps for all ACs. Output gap estimates present a positive sign for most ACs during 1989 and 1992 and also 2000-2008, while during 1993-1998 and 2010-2011 the output gap presented negative values. However, during 2007 and 2008 all ACs present a cyclical position well above their trend (between 4 and 6 percentage points above), just before the economic downturn. From 2000 on, the sign and size of the output gap allowed the expansion of fiscal revenues and public expenditure, in spite of the fact that the increase in tax revenues was based on unstable fiscal basis (property development, etc.).

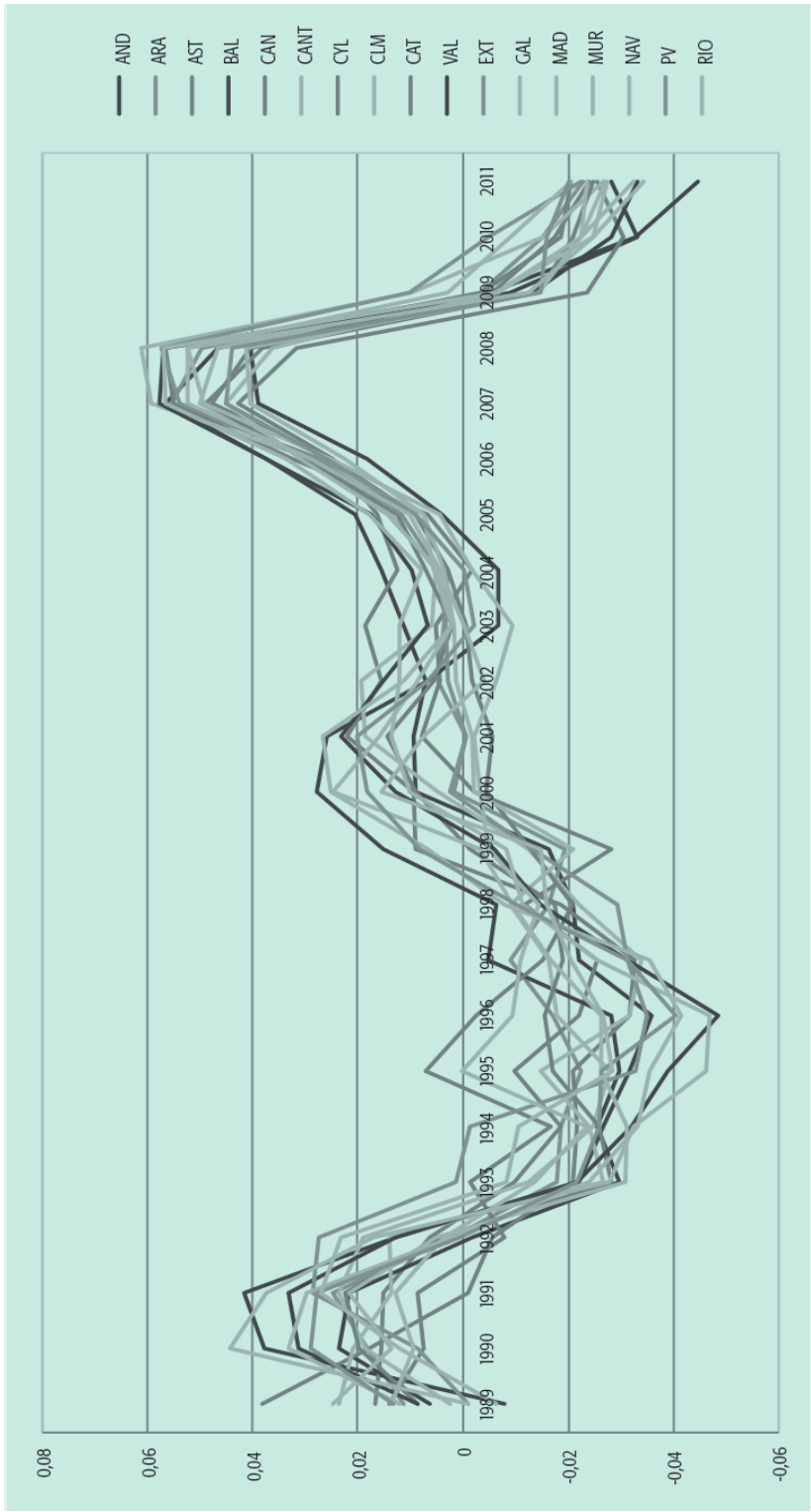
Second, in 2011 all ACs present output gap values that are between 2 and 3.5 percentage points below their trend GDP (the exception being Andalusia which is 4.5% below).

Finally, it can be noted that during the period 1989-2001 there were differences among the cyclical positions of ACs although they were very stable (except in 1995 and 1998). However, from 2002 differences among ACs decrease significantly, to a minimum in 2005, and increase thereafter until 2008, when dispersion in ACs output gaps decreased to the estimated levels for 1998.

Altogether, it seems that regional economies in Spain, as expected, present similar cyclical positions although there are significant differences among regions, which suggests that economic shocks on the Spanish economy do have asymmetric effects on regional economies.

⁸ We used the TRAMO program automatic process to identify the orders of the univariate ARIMA models for the real GDP in Spanish regions. Subsequently, using these univariate models, we proceeded to forecast the series until 2015. Then the extended series with predictions were filtered using the HP filter to obtain the trend component.

Figure 2. OUTPUT GAP 1989-2011 (%)



Source: Own elaboration.

5.1.3. *Income elasticities and cyclically adjusted balances*

In general, the estimation of cyclically adjusted balances takes into account public revenues and expenditures. As far as public expenditure is concerned, only government transfers to households, in particular those aimed at covering costs related to unemployment, are considered. In this paper we do not consider such transfers because ACs are not responsible for unemployment benefits, the CG is. This means that in our estimates original series of public expenditure are considered as structural (or cyclically adjusted).

Another distinctive feature of our estimates is that, although the standard procedure consists of estimating a weighted average of components revenue elasticities (personal taxes, corporate taxes, social security contributions and indirect taxes), the particular structure of ACs' revenues, and the lack of data, brings us to estimate revenue elasticity for each AC considering all sources of income⁹. It seems obvious that ACs' revenues from own taxes and revenue from shared taxes are affected by the cyclical position of their economies. However, due to the mechanism that regulates CGs' transfers to ACs, it can be accepted that they are sensitive to the economic cycle (they depend on the evolution of CG's tax revenues but also on AC's tax revenues and on AC's tax revenues in comparison to all ACs¹⁰).

Once revenue elasticities are estimated, the cyclical component of budget revenue and expenditures is obtained by multiplying the output gap with the budgetary sensitivity. The cyclically adjusted balances are then computed by subtracting the cyclical component from the actual budget balance.

Data in figure 3 indicates that cyclically adjusted balances can be grouped into three different periods. The period that covers 1995-2007 is characterised by a degree of dispersion (the standard deviation of budget deficits ranges from 0.0027 to 0.0070) that is rather low, considering that during this period all ACs alternated negative with positive output gaps. Something similar occurred during 1989-1995, however this period presents larger dispersion values in structural balances, with standard deviation ranging from 0.015 to 0.0038. Finally, there is a third period that covers 2008 to 2011 during which all regions present negative output gaps. In this last period, dispersion among ACs is again rather large, ranging from 0.011 to 0.019.

⁹ We have also estimated similar models for each ACs' sources of revenues (central government transfers, shares of direct taxes and indirect taxes) but due to the continuous changes to the financing system, manifest in structural changes, model estimates were not satisfactory.

¹⁰ Revenue elasticities are estimated using an expression similar to that in Bouthevillain *et al.* (2001)

$$\Delta \ln R_{jt} = \alpha_j + \beta_j \Delta \ln GDP_{jt} + A_j + \varepsilon_{jt},$$

where R_{jt} are total revenues at moment t for AC_j (revenues from own taxes, shared taxes and CG's transfers), GDP_{jt} refers to nominal GDP. A_j is a set of dummy variables associated with the particular nature of financing agreements between CG and ACs, and ε_{jt} is the error term. α_j and β_j are the parameters to be estimated, with β_j being the sensitivity of AC's revenues to GDP. Δ is the lag operator, so that $\Delta \ln x_t = \ln x_t - \ln x_{t-1}$ is the approximate growth rate of variable x_t .

Figure 3.1. **STRUCTURAL DEFICIT/GDP. AUTONOMOUS COMMUNITIES, 1989-2011. Andalusia, Aragon, Asturias, Balearic Islands**



Figure 3.2. **STRUCTURAL DEFICIT/GDP. AUTONOMOUS COMMUNITIES, 1989-2011. Canary Islands, Cantabria, Castilla la Mancha, Castilla León**

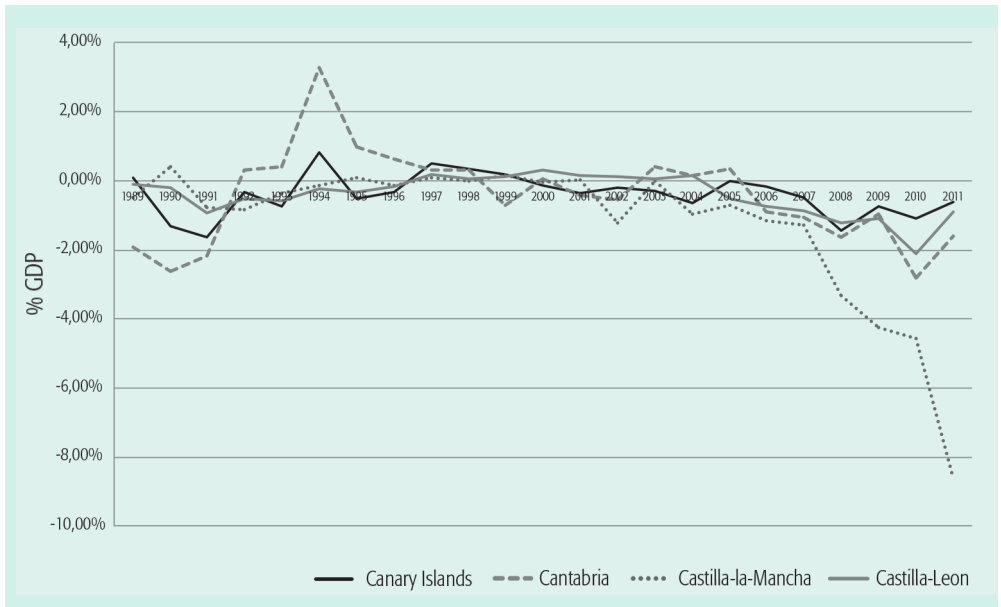


Figure 3.3. **STRUCTURAL DEFICIT/GDP. AUTONOMOUS COMMUNITIES, 1989-2011. Catalonia, Extremadura, Galicia, Rioja**

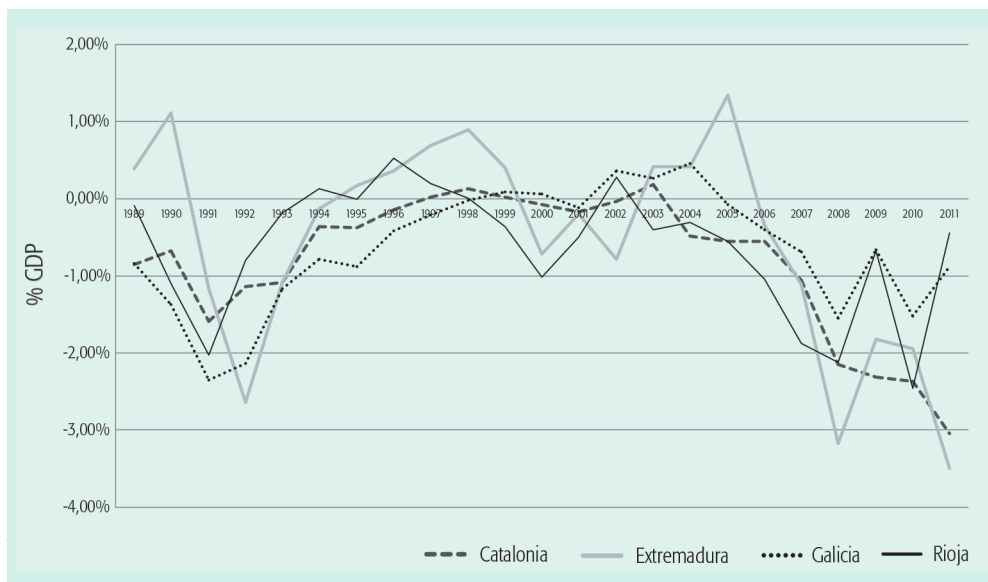


Figure 3.4. **STRUCTURAL DEFICIT/GDP. AUTONOMOUS COMMUNITIES, 1989-2011. Madrid, Murcia, Navarre, Basque Country, Valencia**



Source: Own elaboration.

As a consequence, data suggests that there are significant differences among AC's cyclically adjusted fiscal balances, and it is rather unlikely that these differences can be attributed to the cyclical position of each region.

In the next section we analyse which factors explain such differences. Given that it seems that the economic cycle is the same for all regions (although with different intensities) it is interesting to analyse to what extent ACs' differences in fiscal balances are explained by institutional and political variables, as well as by the financing agreements that determine resources to be received by ACs.

6. THE DETERMINANTS OF RGS CYCLICALLY ADJUSTED BUDGET BALANCES

6.1. Methodology

In order to run our empirical analysis, we use the methodology that is standard and that has been used in the different articles mentioned in the literature that analyses similar issues based on Spanish data. It is worth mentioning that there are other contributions related to the analysis of political economy data. In particular, in Beck and Katz (2011) and Beck (2001), the authors suggest that the analysis of panel data models should be addressed using OLS with panel correct standard errors rather than GLS. In addition to that, the authors suggest that dynamics could be modelled via lagged dependent variables (which is what we do in this paper).

In particular, we estimated the level model in first differences, by applying GMM (Arellano and Bond 1990), using lagged regressors as instruments. In order to check for first-order serial correlation in levels, we looked for second-order correlation in differences. The problem with the Arellano-Bond test is that it depends on the assumption that N is large and, as suggested by Rodman (2009): «applying it to panels with $N=20$, seems worrisome». In our dataset N takes the value 17. We mention this apparent pitfall because for some definition of the dependent variables (structural primary deficits over GDP and structural deficit over non financial instruments) in some of the estimations $M2$ is significant, which suggests that there might be an autocorrelation problem in two-step GMM. Nevertheless, this problem is not present for one-step GMM.

We also present the results of the Sargan test, which tests the validity of the overidentification restrictions and is asymptotically distributed as a χ^2 . However, as reported by Roodman (2009), the test is subject to errors that depend on the number of instrumental variables. In fact, we found significant differences in this test depending on whether we estimated one-step or two steps GMM. In particular, one-step GMM rejects the null hypothesis of valid overidentification restrictions, while two-step GMM corrects such bias.

However, none of these problems exist when we use cyclically adjusted balance (also denoted as structural balance) over GDP as our dependent variable.

6.2. Explanatory variables

There are an extensive number of variables that have been used as explanatory factors to ACs budget balances. Traditionally they have been classified into two groups. Table 5 shows the variables that we used in our estimates.

Table 5. DETERMINANTS OF STRUCTURAL FISCAL BALANCES IN SPANISH ACs

	Description	Value	Expected Sign on Budget Balances
INSTITUTIONAL VARIABLES			
TotalResources FA	Total Revenues pc obtained by ACs from each FA	Euros	Negative
FA	Financing agreement for the Autonomous Communities 1995-1996, 1997-2001, 2002-2008 and 2009-2010	1/0	?
Tax Autonomy	Ratio Revenues from Own taxes and shared taxes (excluding excise taxes and VAT) over Non Financial Income	%	?
Transfers	Ratio Transfers received by ACs over Non Financial Income	%	?
DebtPublicSector/GDP		%	Negative
CGDeficit/PIB	CGBudget deficit over GDP	%	Positive
CGDeficit (t-1)	CGBudget deficit over GDP at t-1.	%	Positive
POLITICAL VARIABLES			
PolCoincidence	Coincidence between political parties governing ACs and the CG	1/0	Negative
Right	Right-wing ruling parties at ACs	1/0	Negative
Left	Left-wing ruling parties at ACs	1/0	Positive
Nationalist	Nationalist ruling parties at ACs	1/0	Positive
ECONOMIC VARIABLES			
Interest Rate	Ratio Interest payments over Total debt	%	Positive

Source: Own elaboration.

In the first group, economic factors are included. Variables such as economic cycle, interest rates, income per capita, income inequality and, to a lesser extent, inflation and asset prices, have traditionally been considered as potential determinants of budget balances. In this paper we omit most of these variables because they tend to capture the position of a Government's fiscal balance according to cycle and, as we mentioned, we are working with structural fiscal balances, thus correcting for its cyclical component. Nevertheless, we introduce the estimated interest rate because it captures the cost of the total debt issued by a government at moment t . We expect that higher interest rates might increase budget deficits because it is very unlikely that unexpected increases in interest rates at period t be compensated with a unexpected reduction in public expenditure or an increase in tax rates (the potential revenues of tax rates increased unexpectedly at period t are rather small) while the budget is being executed.

The second group of variables is made up of those referring to political factors. Political instability, ideology and electoral-cycles are very often used as explanatory variables to budgeted balances. As an explanatory variable, we introduced Political Coincidence, which refers to the coincidence (or not) in the ideology of ruling parties at ACs and the CG (it takes the value 1 if there is coincidence and 0 otherwise). We expected that if there is political coincidence the CG will favour related ACs by transferring more resources to them or by financing their capital expenditure, while unrelated ACs may have to finance capital expenditure with their own resources. Another political variable is the ACs political orientation of their ruling parties. It is commonly expected that nationalist and left-wing oriented ruling parties tend to present higher budget deficit levels than right-wing oriented parties.

Finally, there is a third group of variables that refer to institutional factors, which is where the reader will find our main contribution to the literature. The existence of budgetary institution and variables related to the implementation of fiscal rules are the most commonly used variables in the literature. Nevertheless, we argue that the existence of these institutions does not guarantee that fiscal rules are implemented or that there is coordination among different levels of governments. In Spain a budgetary institution exists (see footnote 1), but instead of fostering institutional coordination it is fostering institutional disloyalty (see Lopez-Casasnovas *et al.* 2014). Two different groups of variables are introduced concerning institutional factors. We try to go beyond traditional variables computed based on general definitions concerning the level of decentralization, tax autonomy, etc. and we compute new variables that consider some of the technicalities that characterize fiscal relationships between CG and RGs that we detailed in section 4.

On the one hand, we introduce two variables that are associated with potential strategic behaviours of CG and ACs. First, we introduce the ratio of ACs' Public Debt in relation to their Public entities over GDP. Our argument is that fiscal rules on ACs can be circumvented by deviating AC's fiscal deficit to those ACs' public en-

tities that are not considered when computing AC's fiscal balance. This explains, in Spain, the fact that there has been an enormous increase of such public entities, and their debt. Every time the CG introduces more restrictions on such entities, ACs (and also the CG itself) created new entities with different legal status. Therefore a negative sign is expected for this variable. Second, we introduced CG's Budget Deficit. We argue that CG can be tempted to reduce its deficit by transferring it to ACs. We introduced two lags in this variable. A positive sign is expected in this variable, which means that the larger the CG budget deficit, the more tempted the CG will be to transfer it to ACs. Alternatively, one may argue that this is an endogenous variable, because the CG may generate budget deficit by increasing the amount of resources aimed at relieving ACs' budget deficits. However, as we mentioned earlier, the financing agreements between the CG and ACs prevent this occurring, because this would increase ACs' budget deficits at $t+2$. In addition to this, as we have already mentioned, the CG unilaterally controls the process through which ACs receive their resources and also the allocation of deficit targets between and within different levels of government.

On the other hand, we introduce some variables relating to the financing agreements between the CG and AC. In this group of variables we include the Total Resources per capita available to each AC (a negative sign is expected, meaning more resources – regardless of whether they come from taxes or transfers – available to ACs to allow fiscal deficits to be reduced). This variable is measured considering estimated revenues on shared taxes and transfers to ACs from the CG at period t plus the compensation received by ACs due to the difference of estimated revenues and effective revenues at $t-2$.

We also introduced a *dummy* variable with the intention of capturing the specificity of each financing agreement (FA1, FA2, FA3 and FA4). Given that renovation of financing agreements has tended to increase the degree of tax autonomy, this variable might be interpreted as a proxy for tax autonomy. Additionally, we introduced two different direct measures of tax autonomy. The first one is the Total Transfers over Total non Financial Revenues ratio. The second one was measured based on Total Revenues from Own Taxes (plus Income tax, which is a shared tax and which can be slightly regulated by ACs) over Non Financial Revenues. No expectations were made in relation to the sign of such variables because, while some authors suggest that more tax autonomy is expected to make ACs more responsible (a positive sign would be expected for FA1, FA2 and FA3 in comparison to FA4), some others argue that with more tax autonomy ACs' revenues largely depend on the tax basis evolution, while ACs expenditure are rather structural¹¹.

¹¹ They are considered as structural because most of ACs public expenditure is devoted to health, education and social services which are characterised by being rather rigid in relation to the business cycle. In addition to this, we must remember that the CG fixes public services that must be provided compulsorily by ACs to their citizens.

Table 6. DETERMINANTS OF CYCLICALLY ADJUSTED BUDGET BALANCES IN SPANISH ACs (1994-2010)

Dependent	Structural Deficit/GDP				Structural Primary Deficit/GDP				Structural Deficit/ NonFinancialRevenues			
	One Step		Two Steps		One Step		Two Steps		One Step		Two Steps (No Robust)	
Method	Coef	Std Error	Coef	Std Error	Coef	Std Error	Coef	Std Error	Coef	Std Error	Coef	Std Error
Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(7)	(8)
Dependent (t-1)	.32439	.094269(*)	-.69252	1.19469	.85671	.0559278(*)	.61885	.5663681	.34251	.0618936(*)	-.01409	.57247
DebtPS/GDP	-.00505	.001828(*)	-.006221	.002407(*)	-.00604	.0023062*)	-.00811	.0055177	-.05440	.0169713(*)	.03181	.07059
InterestPayments					-.02755	.0809359	-.07567	2.63768				
Transfers	.00125	.008312	.006185	.006857	.01876	.0090649(*)	.00162	.0246863	.10977	.0828155	.55335	.47893
OwnTaxes/NFR	.01582	.009718	-.001936	.0128092	.01527	.0150213	-.01295	.0354532	.07903	.0293111	.53864	.46460
Interest Rate	.03000	.058046	.129567	.0999648	.05801	.0427933	.00923	.750401	.04795	.2606103	-.13.261	10.7791
PolCoincidence	.00027	.000959	-.003565	.0012552(*)	.00028	.0015222	-.00216	.0050774	.00729	.0094786	-.11394	.08936
Left	.00372	.003018	-.003087	.0043975	.00909	.0034583(*)	-.00070	.0069198	.01960	.0158335	-.17790	.15334
Nationalist	.00424	.002371	-.013083	.0077674	.00193	.0028804	-.00099	.0109532	.02491	.0263512	-.48569	.42011

.../...

.../...

FA1	-.01479	.0071208(*)	-.099606	.0382234(*)	-.03520	.0094229(*)	-.01664	.1139227	-.11382	.0446458(*)	-3.4656	3.10392
FA2	-.01984	.007555(*)	-.120246	.0472453(*)	-.04356	.0103745(*)	-.01764	.1204125	-.15751	.0535055(*)	-4.7827	4.13960
FA3	-.01520	.0053924(*)	-.112554	.046814(*)	-.03130	.0067097(*)	-.01221	.1037192	-.09306	.0338233(*)	-4.3352	3.77438
TotalResources FA	-.00001	-2.82e-06(*)	-.000031	.0000138(*)	-.00001	3.30e-06(*)	-1.45e-06	.000021	-.000062	.0000156(*)	-.001453	.00119
CGDeficit/GDP	.11420	.04278279(*)	1.051318	.6346653	.13259	.04692559(*)	.14269	.9525278	.68857	.2654723(*)	41.2939	37.2156
CGDeficit (t-1)/GDP	.15650	.05544859(*)	.946327	.3980151(*)	.27707	.08572701(*)	-.11059	.9608626	1.13658	.430858(*)	40.3411	33.8649
Constant	.02409	.0081957(*)	.194034	.0775031(*)	.04633	.0129018(*)	.02828	.1520907	.17136	.071197(*)	8.83695	7.30171
Obs.	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	
TSargan	0.0000			1.000		0.000		1.000		0.000		1.000
Arellano-Bond												
M1	0.0044		0.4675		0.0092		0.3365		0.0077		0.2766	
M2	0.2451		0.2505		0.0951		0.3063		.3731		0.0809	

Note: estimation in first differences via GMM using as instruments regressors lagged two periods. Robust standard errors in brackets. (*) denote statistically significant at 5% level of confidence. TSargan captures the p-value corresponding to the Sargan Test and M1 and M2, provide the p-value corresponding to the first and second order correlation test for the residuals.

Source: Own elaboration.

A *dummy* variable was introduced for each region, which is particularly interesting for those regions with special status (Navarra, the Basque Country and the Canary Islands) and a variable that measures the different degrees of devolved responsibilities (as provided for in articles 143 and 150 of the Spanish Constitution).

Given that we introduce so many variables, it is very likely that multicollinearity among the regressors exists. In order to control for multicollinearity we analyzed the matrix of correlations and we identified some variables such as Transfers, Interest rate, Sf3, and Total Resources. Given that there is not a standard solution to this problem, we proceeded estimating each of the regressions introducing all variables and then we did the same exercise eliminating those variables that were supposed to introduce multicollinearity. In any of the estimates deleting Interest rate and Transfers, which are not significant in most estimates, we did not observe that the estimations changed significantly, this is why we present the estimates introducing these variables. To what concerns Sf3 and Total Resources, they are highly correlated, but Sf3 is a dummy variable and it seems that there is no relationship between both variables. As expected, results did change slightly, but we decided to maintain both variables in order to avoid the biased caused by omitting relevant variables.

6.3. Results

We used three different definitions of cyclically adjusted budget balances. Results are presented in table 6 and the results for each definition of the dependent variable refer to one-step and two-steps GMM.

Although we have calculated many regressions, we only present some of the results in this section because very often the variables were not significant, or because we dropped them due to multicollinearity problems (this occurred when we introduced cross effects among Transfers/GDP and Financing Agreements, for instance).

Estimations by two-step GMM (columns 3 and 4) are the best because the Sargan test accepts the null hypothesis of valid overidentification restrictions and because M2 indicates that there is no second-order correlation. These are the estimations that we are going to comment in the following paragraphs.

The most interesting result is that estimates confirm that CG budget balance, at period $t-1$, is significant and it has a positive effect on ACs' budget balances. This suggests that the CG can affect ACs' budget balances, which is an issue that was not previously considered in the literature, by transferring its deficit to ACs. However, one could interpret that this result is due to the fact that AC's budget balances cause CG's budget balance because the CG has to bail out ACs' governments. Nevertheless, this is clearly not what occurred during the 2008-2011 period and it is something that financing agreements prevent from occurring because any deviation in favour of ACs at period t is necessarily adjusted at period $t+2$. In addition to that it is obvious that if Financing Agreements are based on shared taxes, if tax revenues decrease, so will transfers from the CG. However, we must remind that we are working with structural fiscal deficits, meaning that the cycle effect is already considered.

A second result suggests that ACs may behave strategically when fiscal rules are tightened because the variable DebtPS/GDP is significantly negative. This indicates that ACs might try to prevent fiscal rules by increasing the budget deficits (and debt) of the institutions that have a specific legal status. This interpretation is also validated based on the data that shows significant increases in the number of public entities, precisely during the period when BLS was implemented.

Table 7. **MAIN STATISTICS**

	Obs	-0,004176	Std Dev.	Min	Max
StructuralDeficit/GDP	289	0,0096828	0,0098349	-0,0456574	0,0329434
Structural PrimaryDeficit/GDP	289	0,4847751	0,0364597	-0,0426008	0,1900578
DebtPS/GDP	289	0,4934328	0,6321068	0	3,3
Transfers	289	0,358736	0,2413824	-0,2767024	0,9693747
OwnTaxes/NFR	289	0,358736	0,2205676	0,0694184	0,9742702
InterestRate	289	0,0555339	0,0262841	0,0025248	0,1702213
Interest Payments	289	0,0260824	0,0250556	0,0007897	0,1821598
TotalResourcesFA	289	1837,72	974,4939	198	4232
CGDeficit	289	-0,0002406	0,0002768	-0,00093	0,00012

Source: Own elaboration.

A third result relates to political variables. It seems that only Political Coincidence has some impact on AC's budget balances, suggesting that the CG might favour related ACs by transferring more resources to them or by financing their capital expenditure. On the contrary, it seems that there is no clear empirical evidence that the ideology of ruling parties explains different levels of budget balances among ACs, which suggests that right-wing oriented ruling parties also generate fiscal deficits as much as left-wing and nationalist oriented ruling parties do.

Fourth, with regard to the effects of financing agreements on ACs budget balances we find that the Transfers/Total Income ratio, which is a measure of tax autonomy, does not have any impact on ACs budget balances. Another measure of tax autonomy is implicit in the *dummy* variable that refers to each of the financing agreements. Given that tax autonomy has been increased in each of the financing agreements, one could interpret, as it is, that FA4 is the one in which tax autonomy reached its maximum level. Accordingly, a negative sign in FA1, FA2 and FA3 suggests that agreements characterised by providing low levels of tax autonomy had negative effects on ACs budget balances (budget deficits were lower under FA1, FA2 and FA3), in comparison to FA4. Alternatively, one could make the interpretation that tax autonomy has a positive effect on ACs budget deficits. This result is the op-

posite of that in Argimón *et al.* (2012), who found a positive role for the degree of fiscal co-responsibility on regional fiscal balances. Their interpretation of that result is that there is a positive association between a greater restraint in public accounts and a higher degree on regional control over revenue and expenditures¹². Nevertheless, our result is not unexpected because while ACs expenditures are rather structural (public expenditures are rigid with significant cuts in the short term), tax autonomy makes ACs more dependent on the evolution of their tax basis¹³.

Finally, our estimates indicate that the amount of effective resources that Financing Agreements provide to ACs has a negative effect on ACs budget balances. Although the coefficient is very small, it seems that the larger the amount of resources effectively available to ACs, from Financing Agreements, the lower the ACs' budget deficits.

Even though for one step GMM estimations the Sargan test rejects the null hypothesis, results indicate that almost all variables maintain their significance, with the exception of Political Coincidence.

Regarding the other definitions of our dependent variable, we must point out that two step GMM estimates are very poor because none of the variables are significant. Although one-step GMM estimates (columns 5 and 6, and 9 and 10) show similar results to those arising when Structural Balances/GDP is considered as our dependent variable these results should be taken with some caution because the Sargan test rejects that overidentifying restrictions are valid. The only difference is that when we take Structural Primary Balance as our dependent variable, variable Transfers have a positive impact on ACs' budget balances, a result that would suggest that more tax autonomy is associated with lower deficit levels, a result that coincides with that in Argimón *et al.* 2012. In addition, the variable associated with left-wing oriented ruling parties indicates that AC's ruled by these parties may present higher levels of budget deficits.

7. CONCLUSIONS

In this paper we set out analysis of the factors that explain subnational budget balances. To sum up, the main contribution in this paper is that we use new variables that try to solve the shortcomings that characterize traditional definitions of variables that do not consider those technicalities that characterize fiscal relationships among different levels of governments in Spain.

From an empirical perspective our main findings are the following. First, our results show that ACs' budget balances depend on the size of the deficit run by the CG

¹² We must remind that Argimón *et al.* (2012) analysed the period 1984-2004, thus excluding part of the period in which the Spanish economy presented positive, large growth rates and the period (starting in 2009) where the economic downturn started. In addition to this, they do not analyse the effects of the financing agreement settled in 2009, which presents the largest level of tax autonomy for ACs.

¹³ We also crossed FA and Transfers, however some of the variables were deleted due to multicollinearity problems and for the ones that remained in the estimates we did not obtain any significant coefficient.

and on the mechanism that allows the CG to decide the amount of resources to be received by ACs. Our results suggest that the CG can transfer its deficit to ACs. Second, we show that RG's act strategically by using public entities' budget deficits in order to circumvent fiscal rules designed by the CG. Finally, another contribution of our paper is a methodological one because we work with cyclically adjusted balances based on our own estimates of output gaps and revenue elasticities for each AC. The previous literature has dealt with short term budget deficits and considering revenues and expenditure elasticities computed on country data. However, long term deficit targets fixed by the EU are both for structural balances as well as current deficits.

From a policy-maker's perspective, several implications derive from our empirical findings. First, results suggest that deficit targets should not be distributed linearly across ACs and should not be expected to be fulfilled in the same time-horizon because financing agreements generate asymmetries among regional governments (regardless of their position in the economic cycle). Second, and more important, that financing agreements should be re-designed in order to prevent the CG having the opportunity to transfer its deficit to regional governments (beyond the expected effects due to their own cycle). Finally, our results suggest that more budgetary co-ordination is needed in order to prevent that ACs circumvent central governments fiscal rules using their public entities.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- ARELLANO, M. and BOND, S. (1991): «Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment», *Review of Economic Studies*, Vol. 58, Issue 2, April, 277-297.
- ARGIMÓN, I. and HERNÁNDEZ DE COS, P. (2012): «Fiscal rules and federalism as determinants of budget performance: an empirical investigation for the Spanish case». *Public Finance Review*, 40(1) 30-65.
- BANK OF SPAIN (2013): Boletín Estadístico. 12/2013, 246.
- BARRIOS, S. and MARTÍNEZ, D. (2013): «Fiscal equalisation schemes and sub-central government borrowing». Documentos de Trabajo IVIE. WP-EC 2013-03.
- BBVA (2015): *Situación España*. BBVA Research, Second Trimester 2015, 45-47.
- BECK, N. (2001): «Time-Series-Cross-Section Data: what have we learned in the Past Few Years?» *Annual Review of Political Science*. Vol 4, 271-293.
- BECK, N. and KATZ, J.N. (2011): «Modelling Dynamics in Time-Series-Cross-Section Political Economy Data». *Annual Review of Political Science*, vol 14, 331-352.
- BORDIGNON, M. (2006): «Fiscal Decentralization: How to Harden the Budget Constraint». In *Fiscal Policy Surveillance in Europe*, edited by Elena Flores Peter Wierts, Servaas Deroose and Alessandro Turrini, chap. 6. New York: Palgrave Macmillan, 109-136.
- BOUTHEVILLAIN, C. *et al.* (2001): «Cyclically Adjusted Budget Balances: an alternative approach». European Central Bank, Working Paper Series, WP n° 77, September 2001.
- DEBRUN, X., MOULIN, L., TURRINI, A., AYUSO-I CASCALS, J. and KUMAR, M.S. (2008): «Tied to the Mast? National Fiscal Rules in the European Union.» *Economic Policy* 23 (54):297-362.
- EUROPEAN COMMISSION. DIRECTORATE-GENERAL FOR ECONOMIC and FINANCIAL AFFAIRS (1995): «The Commission services' method for the

cyclical adjustment of government budget balances». *European Economy*, 1995, 35.

- FERNÁNDEZ-LEICEAGA, X. and LAGO-PENAS, S. (2013): «Sobre el reparto de los derechos de deficit entre las Comunidades Autónomas, una propuesta alternativa». *Revista de Economía aplicada*, nº 63 (vol XXI), 2013, 117-136
- FOREMNY, D. (2014): «Sub-national deficits in European countries: The impact of fiscal rules and tax autonomy». *European Journal of Political Economy*, vol 34. June 2014, 86-110.
- GARCÍA-MILÀ, T. and MCGUIRE, T. (1990): «The effects of central government financing on regional government expenditures in Spain. Public finance with several levels of government». *Proceedings of the 46th Congress of the International Institute of Public Finance* (Ed) R Prud'homme, IIPF, Brussels.
- GIORNO, C. *et al.* (1995): «Estimating potential Output, Output Gaps and Structural Budget Balances». OECD Economics Department Working Paper, nº 152.
- GOODSPEED, T.J. (2002): «Bailouts in a Federation». *International Tax and Public Finance* 9 (4):409-421.
- HALLERBERG, M., STRAUCH, R. and VON HAGEN, J. (2007): «The design of fiscal rules and forms of governance in European Union countries», *European Journal of Political Economy* 23 (2):338-359
- HERNÁNDEZ DE COS, P. and PÉREZ, J.J. (2013): «Subnational Public Debt in Spain: political economy issues and the role of fiscal rules and decentralization» in *Fiscal Relation across governments levels in times of crisis –making compatible fiscal decentralization and budgetary discipline*. *European Economy. Economic Papers*, 501.
- LAGO-PENAS, S. (2005): «Evolving federations and regional public deficits: testing the bailout hypothesis in the Spanish case», *Environment and Planning C: Government and Policy* 2005, Vol. 23, 437-453.
- LÓPEZ-CASASNOVAS, G. and ROSSELLÓ-VILLALONGA, J. (2014): «Fiscal Imbalances in Asymmetric Federal Regimes. The Case of Spain». *Revista de Hacienda Pública*, 209- (2/2014):55-97.
- MOLINA-PARRA, A. and MARTÍNEZ, D. (2015): «Do federal deficits motivate regional fiscal (im)balances? Evidence for the Spanish case». *Documentos de Trabajo Centro de Estudios Andaluces*. DT 001/15.
- MONASTERIO, C. and SUÁREZ-PANDIELLO, J. (1993): in *El Endeudamiento autonómico: Teoría y evidencia empírica*. Bilbao, Fundación BBVA
- MUSSONS, J. (2013): «Fiscal policy responses to changes in the cyclical position of the Spanish Autonomous Communities: an empirical analysis». Paper presented at Encuentro Economía Pública, Girona 2014.
- PÉREZ, F. and CUCARELLA, V. (2013): «Determinantes de la diferencias entre CC.AA en la evolución del déficit y el nivel de endeudamiento». IVIE, Serie EC, WP EC 2013-04.
- RODDEN, J. A. (2002): «The Dilemma of Fiscal Federalism: Grants and Fiscal Performance around the World». *American Journal of Political Science* 46 (3):670-687.
- (2006): *Hamilton's Paradox: the Promise and Peril of Fiscal Federalism*. Cambridge Studies in Comparative Politics. Cambridge University Press.
- RODDEN, J. A., ESKELAND, G.S. and LITVACK, J. (2003): *Fiscal Decentralization and the Challenge of Hard Budget Constraints*. The MIT Press.
- RODMAN, D. (2009), «How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata». *The Stata Journal*, volume 9 n. 1: 86-136.
- SORRIBAS-NAVARRO, P. (2011): «Bailouts in a fiscal federal system: Evidence from Spain.» *European Journal of Political Economy* 27 (1):154-170.
- VON HAGEN, J. (2005): «Political Economy of Fiscal Institutions.» In *Oxford Handbook on Political Economy*, Barry Weingast and Donald Wittman (Editors). Oxford University Press, 464-478.
- (2006): «Fiscal Rules and Fiscal Performance in the European Union and Japan.» *Monetary and Economic Studies* 24 (1):25-60.
- VON HAGEN, J. and EICHENGREEN, B.: (1996): «Federalism, Fiscal Restraints, and European Monetary Union.» *American Economic Review* 86 (2): 134-138.
- WILDASIN, D.E. (1997): «Externalities and bailouts: Hard and soft budget constraints in intergovernmental fiscal relations.» Policy Research Working Paper Series 1843, The World Bank.

APPENDIX

We describe the time series used to compute the output gap (real GDP) and the elasticities (current GDP) of the Spanish Autonomous Communities. Time series come from different sources and methodologies that had to be linked. The general criteria was to use the most recent official data from INE, the Spanish national statistical agency, and link back to the other sources and methodologies by applying the growth rates retrospectively. The last methodological base for regional accounts relates to 2008 (CRE08), and is the one used by central Government to compute public deficit. Therefore, these series are enlarged back in order to make predictions and calculate the output gap (real GDP) and to estimate elasticities.

Thus, the series of real GDP for the period 1989-2011 were built linking the following series:

- Growth rates of the CRE08 chained volume indices covering 2009-2011. Data corresponding to 2009 and 2010 were provisional and 2011 was a first estimation.
- Growth rates of the chained volume indices of INE regional accounts with a methodological base in 2000 (CRE00), for 1996-2008 Data relating to 2007 and 2008 were provisional.
- Real growth rates of the Gross Added Value for Spanish regions for the period 1990-1995 estimated by De la Fuente (2009).

Therefore, based on year 2008, the GDP with base CRE08, which is the only definitive one on this basis, forward and backward growth of rates discussed in the previous three points were applied. The series of GDP at current prices needed to estimate elasticities were built from the CRE08 (2008-2011) retrospectively applying nominal growth rates of CRE00 for the period 1995-2007, and CRE86 for the period 1984-1994.

BAINES, Tim. Doctor por la Aston Business School (Aston University) y Director del *Aston Centre for Servitization Research and Practice*. Es considerado una autoridad mundial en servitización y colabora con empresas de fabricación locales y globales para llevar a la práctica la servitización y ayudar a transformar sus negocios. Dirige un programa de investigación sobre servitización mundialmente reconocido y ofrece programas de adaptación y desarrollo de ejecutivos a la industria local y global. Su libro *Made to Serve: Cómo pueden competir los fabricantes a través de la servitización y sistemas de servicios de productos*, descrito como «lectura esencial para empresas o ejecutivos que desean explorar esta opción para sus negocios», ofrece una guía práctica sobre la servitización, basada en una investigación exhaustiva en empresas líderes como Xerox, Caterpillar, Alstom y MAN Truck & Bus UK.

BENAGES CANDAU, Eva. Licenciada en Economía por la Universidad de Valencia. Postgrado en Especialización Profesional en Bolsas y Mercados Financieros, en 2007 obtuvo la suficiencia investigadora por la Universidad de Valencia con especialización en el área de integración y desarrollo económico. Forma parte del equipo técnico del Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (Ivie) desde 2003. Ha participado en la elaboración de varias monografías y artículos de investigación, así como en numerosos proyectos nacionales e internacionales (EU KLEMS, PRE-DICT, SPINTAN, etc.). Sus campos de especialización son: capitalización, crecimiento y productividad, nuevas tecnologías e intangibles y estudios de impacto económico.

BIGDELI, Ali. Doctor por la Aston Business School (Aston University) y Director de Investigación en el *Centre for Servitization Research and Practice* en Aston Business School. Su interés radica en el cambio operativo y organizativo de las empresas al introducir innovaciones tecnológicas en el mercado. Su investigación se enfoca en determinar cómo puede la servitización ayudar a la empresa a poner sus productos en el mercado, ampliar la escala de sus operaciones e incrementar la sostenibilidad financiera y la innovación del modelo de negocio necesario para conseguirlo. Participó en dos proyectos en *Cass Business School* en Londres, colaborando estrechamente con fabricantes para establecer cómo influye la oferta de productos-servicios integrados en factores tales como operaciones, captación y creación de valor e integración de la cadena de suministro así como los desafíos existentes.

DHÉRET, Claire. Analista Senior de políticas en el *European Policy Centre* (EPC) (un *think tank* independiente de Bruselas) y líder de *FutureLab* Europa, un

programa para potenciar la voz de los jóvenes en Europa. Dentro del EPC, trabaja en una amplia gama de áreas políticas relacionadas con la política económica y social europea. Ha trabajado en diversos proyectos de investigación, entre ellos *Well-being 2030*, un proyecto de investigación a dos años, cofinanciado por la Comisión Europea, y el *Completing the Single European Labour Market* - un proyecto que analiza la forma de optimizar la movilidad laboral en Europa. También ha investigado el impacto del Marco Financiero plurianual de la UE a nivel local y regional y fue nominada como experta por el Comité de las Regiones para dictaminar sobre el presupuesto de la UE para el año 2015. Ha dirigido los grupos de trabajo del EPC sobre política industrial y actualmente lidera el grupo de trabajo sobre empleo juvenil, así como un taller de expertos sobre inversión social. Ha escrito ampliamente y es una oradora frecuente sobre la política de cohesión, el presupuesto de la UE, las políticas sociales y de bienestar, la cohesión social, la política industrial y las políticas laborales. Antes de trabajar en el EPC, gestionó la Oficina de Bruselas de la Fundación Robert Schuman.

DUTRÉNIT BIELOUS, Gabriela. Investigadora y docente del Posgrado en Economía y Gestión de la Innovación de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Unidad Xochimilco. Doctorado en Economía de la Innovación en el *Science Policy Research Unit* (Universidad de Sussex), Maestría en Economía en la UNAM de México y licenciatura en Economía en la Universidad de La Habana. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Nivel III. Fue Coordinadora General del Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC. Miembro regular de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) y Profesora Distinguida de la UAM. Es miembro del Comité Científico de GLOBELICS (*Global network for Economics of Learning, Innovation and Competence Building Systems*). Se ha especializado en estudios sobre la vinculación academia-industria, los procesos de aprendizaje tecnológico y la construcción de capacidades tecnológicas en empresas, los sistemas de innovación y las políticas de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo.

GALERA ZARCO, Carlos. Investigador candidato a doctor en Ciencias Económicas y Empresariales (Universidad de Granada). Máster en *Economics & International Management* (Univ. de Granada & SRH Berlín, 2012) e Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (Univ. de Granada, 2008). Ha desarrollado actividad profesional en gestión de proyectos de ingeniería. Ha sido profesor visitante en la Aston Business School (U.K). Su principal área de investigación se centra en el desarrollo de la innovación dentro de la estrategia empresarial y la configuración de modelos de negocio, con especial atención en las estrategias de servitización y la aplicación de las nuevas tecnologías para el desarrollo de servicios avanzados. Ha publicado artículos en revistas científicas especializadas y presentado sus investigaciones en diversos congresos internacionales.

GEBAUER, Heiko. Doctor por la Universidad de St. Gallen. Trabaja desde 2011 en el Instituto Federal Suizo de Ciencia y Tecnología Acuática (Eawag). Es asimismo profesor invitado en la Universidad Karlstad de Suecia e imparte clases en la Universidad de St. Gallen. Su área de investigación es la innovación empresarial en países en vías de desarrollo y los servicios en empresas de fabricación. Su principal campo de interés en investigación es la ampliación del negocio de servicios en las empresas de fabricación. Ha estudiado el tema de los servicios en empresas de fabricación desde diversos ángulos: estrategias de servicio, transformación de productos a servicios, innovación de servicios, estructuras organizativas, etc. Ha publicado artículos en diversas revistas académicas como *Journal of Service Research*, *Journal of Business Research*, *Industrial Marketing Management*, *Journal of Service Management*, etc. Colabora como experto académico con pequeñas y medianas empresas y con empresas multinacionales.

JONCOURT, Simon. Se graduó en MA de Antropología Social de la Universidad de Berna, Suiza. Ha trabajado como colaborador y asistente científico de proyecto en innovación de negocios para el Grupo de servicios de Infraestructura Sostenible en el Instituto Federal Suizo de Ciencia y Tecnología Acuática EAWAG en Zúrich. Actualmente trabaja en su tesis doctoral sobre la innovación del modelo de negocio inclusivo para el desarrollo sostenible, en colaboración con el Grupo de investigación de gestión de servicios en la EGADE Business School en Monterrey, México.

KAMP, Bart. Actualmente es Coordinador del área de Internacionalización en Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad. Su investigación se centra principalmente en el comportamiento estratégico de Líderes en Nichos de Mercados Internacionales, y en la servitización de modelos de negocio por parte de empresas manufactureras. A lo largo de más de veinte años de actividad profesional, ha actuado como investigador y consultor de políticas de innovación, de competitividad industrial, de atracción de inversión extranjera, y de desarrollo regional para instituciones multilaterales, gobiernos nacionales y regionales, y multinacionales de entidad privada. Ha publicado extensamente sobre los temas anteriores en revistas y libros de referencia internacional. Asimismo, imparte clases en la Deusto Business School y en la Louvain School of Management (Bélgica).

MARCOS MARTÍNEZ, Esperanza. Ingeniera y doctora en Informática por la UPM, fue profesora en la UC3M. Actualmente es catedrática de la URJC donde lidera el grupo de investigación de Ingeniería del Software y de Servicios (Kybele) y el grupo interdisciplinar en Ingeniería de Servicios. Coordina el Grado en Ingeniería de Servicios Empresariales de la URJC. Es socia-fundadora de la *Spin-off*, *Kybele Consulting*. Coautora de libros, capítulos de libros, más de treinta artículos en revistas de impacto y de un centenar de artículos en conferencias de internacionales. Ha dirigido diez tesis doctorales. Ha sido representante de AENOR en comités interna-

cionales de estandarización de BD y revisora en revistas de reconocido prestigio internacional. Ha participado en la organización de congresos y *workshops* nacionales e internacionales. Ha liderado diversos proyectos de investigación y múltiples convenios y contratos con empresas como Boeing Research & Technology, BBVA, Telefónica I+D, IBM, EULEN, Meliá Hotels International, entre otras.

MARTÍN PEÑA, M^a Luz. Doctora en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad Complutense (Premio Extraordinario de tesis doctoral). Profesora titular en la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales en Universidad Rey Juan Carlos. Vicerrectora de Docencia, Ordenación Académica y Títulos en la Universidad Rey Juan Carlos. Responsable de la docencia en Dirección de Operaciones tanto en los estudios de grado como de postgrado. Sus líneas de investigación principales son la estrategia de operaciones, la gestión medioambiental en la empresa y la servitización. Ha presentado diferentes comunicaciones y ponencias en Congresos de ámbito nacional e internacional. Es revisora en revistas indexadas, como *International Journal of Production Economics* y *Journal of Cleaner Production*. Es autora de numerosas publicaciones en revistas y libros de ámbito nacional e internacional.

MAS IVARS, Matilde. Licenciada, doctora en Economía y catedrática de Análisis Económico por la Universidad de Valencia, así como directora de proyectos internacionales del Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (Ivie). Sus campos de especialización son la economía del crecimiento, el análisis del capital público, en especial, de las infraestructuras, las nuevas tecnologías de la información y los intangibles. Coordinadora del proyecto europeo SPINTAN, financiado por el 7.º Programa Marco UE y asesora del proyecto LA KLEMS para Latinoamérica. Responsable en España de los proyectos EU KLEMS e INDICSER financiados por el 6º y 7º Programa Marco UE. Ha participado como investigadora en la red europea ICNET para la investigación del impacto económico de las TIC. Miembro del Consejo de Redacción de *Investigaciones Regionales y Hacienda Pública* y coautora de 61 libros y capítulos de libros, editora de *Industrial Productivity in Europe. Growth and Crisis* (Edward Elgar 2011) y de más de ochenta artículos en revistas especializadas.

NAVARRO ARANCEGUI, Mikel. Catedrático de Economía de la Deusto Business School (Universidad de Deusto) e investigador senior de Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad. Director del curso *Microeconomics Of Competitiveness* (MOC) que se imparte en colaboración con el *Institute of Strategy and Competitiveness* de Harvard. Está especializado en temas de competitividad industrial y sistemas de innovación, sobre los que ha publicado una quincena de libros y más de medio centenar de artículos y colaboraciones científicas, tanto nacionales como internacionales. Ha ocupado diferentes cargos en la Universidad de Deusto y en el Instituto Vasco de Competitividad. En la actualidad es miembro del *mirror group* de la plataforma de especialización inteligente organizada por la Comisión Europea.

ROOS, Göran. Miembro de la Junta de Desarrollo Económico de Australia del Sur y del Consejo de la Universidad de Flinders. Es miembro de la Junta Stretton nombrado por la Ciudad de Playford (Universidad de Adelaida), profesor adjunto del *Entrepreneurship, Commercialisation and Innovation Centre* (Universidad de Adelaida), profesor adjunto de la Sidney Business School y de la Escuela Empresarial, *Nanyang Business School, Nanyang Technological University* de Singapur. Miembro de la Academia Australiana de Ciencias Tecnológicas e Ingeniería (ATSE) y de la *Royal Swedish Academy of Engineering Sciences* (IVA), es uno de los fundadores de la moderna ciencia del capital intelectual y reconocido experto mundial en este campo. Ha realizado importantes aportaciones teóricas y prácticas a los campos de la estrategia, la gestión de la innovación, y la política industrial y de innovación. Autor y coautor de más de doscientos libros, capítulos de libros y artículos sobre Capital Intelectual, Gestión de la Innovación, Estrategia y Política Industrial muchos de los cuales han sido galardonados. Miembro del consejo editorial del Boletín Internacional de Gestión del Cambio Estratégico, del Boletín Internacional de Aprendizaje y Capital Intelectual, del Boletín de Capital Intelectual, y del She Ji: Boletín de Diseño, Economía e Innovación.

ROSSELLÓ VILLALONGA, Joan. Profesor titular de Economía de la Universitat de les Illes Balears (UIB). Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universitat de Barcelona y doctor en Economía por la Universidad Pompeu Fabra. Síndico Mayor de la Sindicatura de Cuentas de las Islas Balears, Director General de Presupuestos de la Conselleria d'Economia i Hisenda del Govern Balear (2007-2011). Experiencia docente en la Universitat Pompeu Fabra, Universitat Illes Balears, Universidad de Managua. *Visiting fellow* en las Universidades de Columbia (USA), Harvard (USA) y en el CEMFI y el Tropical Research Institute (Portugal). Especializado en Economía y Finanzas Públicas y en Federalismo Fiscal. Ha publicado artículos en revistas del área con difusión internacional.

SABALZA LASKURAIN, Xabier. Doctor Ingeniero Industrial por el Institut National Polytechnique de Grenoble (Francia) y Mondragon Unibertsitatea, y MBA por la Universidad del País Vasco. Ha sido Director del instituto tecnológico DeustoTech ligado a la Universidad de Deusto en Bilbao. Ha sido Director de Innovación y Sociedad de la Información en el Departamento de Industria, Innovación, Comercio y Turismo del Gobierno Vasco. Tiene una larga trayectoria empresarial e investigadora como líder en el desarrollo de proyectos de innovación dentro del Grupo Danobat y la Corporación Mondragón a través de los centros tecnológicos IK4-Ideko e IK4-Ikerlan. Ha presidido y formado parte del consejo de administración de varias empresas tecnológicas e innovadoras. Participa de forma activa en organizaciones e iniciativas para la promoción de actividades empresariales innovadoras y de impulso de la innovación, la tecnología y la competitividad. Actualmente desarrolla su carrera profesional en la unidad de Salud de la Deusto Business School.

SANSÓ ROSSELLÓ, Andreu. Catedrático de Economía Aplicada de la Universitat de les Illes Balears (UIB). Decano de la Facultad de Economía y Empresa de la UIB. Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales y Doctor en Economía por la Universidad de Barcelona. Exdirector General de Economía, Conselleria d'Economia i Hisenda del Govern Balear (2007-2011) y exdirector del Instituto de Estadística de les Illes Balears (2008-2011). Experiencia docente en las universidades de Barcelona, Illes Balears, UOC y Veracruzana (Xalapa, México); e investigadora en las universidades de Aarhus (Dinamarca), Western Australia (Perth, Australia), Canterbury (Christchurch, Nueva Zelanda), Universidade Federal de Minas Gerais (Belo Horizonte, Brasil). Especializado en Econometría, ha publicado artículos científicos en las principales revistas del área.

SAUL, Caroline Jennings. Trabaja en el Instituto Federal Suizo de Ciencia y Tecnología Acuática (EAWAG) y está finalizando su doctorado en negocios en la Universidad de Karlstad (Suecia). Con el fin de completar sus másteres en Gestión e Ingeniería de Medio Ambiente y Energía, realizó un estudio de campo de los modelos de negocio utilizados para la energía rural de Bangladesh. Su área de investigación es la innovación empresarial en los países de ingresos bajos, sobre todo los sectores de suministros y bienes públicos. Trabaja con organizaciones de suministro de agua, saneamiento y servicios de residuos, para mejorar su sostenibilidad financiera.

LÍNEA EDITORIAL DE *EKONOMIAZ*

DECLARACIÓN DE OBJETIVOS

Ekonomiaz es una revista semestral editada por el Departamento de Hacienda y Finanzas del Gobierno Vasco que tiene por objetivo principal fomentar el análisis y el debate económico con un enfoque regional y especial atención al campo aplicado y señaladamente a la economía vasca. Para el cumplimiento de este objetivo se marca tres líneas de trabajo fundamentales: 1) la promoción de la investigación teórica y aplicada, con especial atención a los ámbitos de la Economía, las Instituciones y la Administración del Sector Público; 2) la divulgación de calidad de los resultados obtenidos en las áreas que cultiva; y 3) la contribución a la mejora de la racionalidad del proceso de toma de decisiones públicas en materia económica, facilitando explicaciones, fundamentos y datos para respaldar el diseño, la ejecución y la evaluación de las políticas económicas de las administraciones públicas y de la vasca en particular.

Fundada en 1985, *Ekonomiaz* ha conocido diversas etapas: tras una primera de lanzamiento con carácter trimestral que aunó el análisis estructural con el coyuntural ambos ligados a la economía vasca; pasó a adoptar una periodicidad cuatrimestral y una política editorial de calidad en aspectos cruciales como son los relativos a la ética de la investigación y publicación, al proceso de evaluación y a una buena gestión profesional, con los que ha llegado a consolidarse en el panorama editorial como revista de referencia dentro del enfoque regional de la ciencia económica. A partir de 2014 pasa a tener carácter semestral e inicia una tercera etapa en la que sin renunciar a mantener el rigor propio de la investigación académica y de la divulgación científica de calidad, expresadas en un lenguaje accesible que facilite su comprensión a cualquier lector interesado en el debate económico, busca redoblar su compromiso con los problemas reales de la economía para extraer consecuencias prácticas para la acción pública.

Para ello, *Ekonomiaz* no se limita a abordar los temas candentes del momento, con una visión a corto plazo; sino que como herramienta de prospección económica a medio y largo plazo intenta también penetrar en el futuro, y trata de situarse lo más cerca posible de la vanguardia del conocimiento, planteando temas que puedan llegar a ser objeto de especial interés y atención en el mundo académico, económico y político.

Con el subtítulo de *Revista Vasca de Economía* se ha querido subrayar que aunque sus análisis no se circunscriben exclusivamente a su ámbito territorial natural, el conocimiento de la economía vasca y la perspectiva del desarrollo y la innovación regional deben estar siempre presentes.

La concepción del contenido de la revista se basa en la elección de un tema central sobre el que pivotan los artículos. La elección de dichos temas se guía por el cri-

terio de relevancia en su doble acepción de importancia y pertinencia: los temas seleccionados son aquellos que se encuentran en cada momento en el centro del debate académico, político y social. Además, la revista incorpora la sección «Otras colaboraciones» donde se publican trabajos originales «no solicitados expresamente» relativos a asuntos de interés en la economía real y la investigación académica.

GESTIÓN EDITORIAL

La gestión de la revista *Ekonomiaz*, que es uno de los elementos esenciales de la política editorial, descansa en dos órganos: el Consejo de Redacción y la Dirección ejecutiva. El primero es el responsable de mantener la línea editorial, así como de la selección de los temas centrales de investigación, del asesoramiento científico general y de la relación con centros de investigación y universidades. Los miembros de este Consejo se eligen de acuerdo con principios de excelencia profesional y académica, capacidad investigadora, así como con criterios de experiencia en tareas de dirección y de edición de revistas científicas. La dirección ejecutiva es responsable del buen funcionamiento de los procesos de selección de temas, coordinadores y autores, de la evaluación basada en un sistema de doble evaluación anónima y de la publicación final de los trabajos.

Ekonomiaz está admitida en el Catálogo de revistas Latindex en el que sólo aparecen las revistas previamente seleccionadas y clasificadas según criterios internacionales de calidad editorial previamente probados y convenidos por el Sistema Latindex. Dichos criterios son utilizados por la base de datos DICE (Difusión y Calidad Editorial de las Revistas Españolas de Humanidades y Ciencias Sociales y Jurídicas) que tiene como objetivo facilitar el conocimiento y la consulta de algunas de las características editoriales de las revistas españolas de Humanidades y Ciencias Sociales más estrechamente ligadas a la calidad. La base de datos DICE está desarrollada por el CINDOC (Centro de Información y Documentación científica) y la ANECA (Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación).

Ekonomiaz está calificada dentro del primer tercio de las revistas vivas de Economía de mayor impacto según los criterios de evaluación de revistas científicas IN RECS (Ministerio de Educación y Ciencia) y RESH (Revistas Españolas de Ciencias Sociales y Humanidades). Asimismo, está incluida en el DOAJ (Directory of Open Access Journals) y en RePec, la mayor biblioteca digital mundial de acceso abierto. Su edición impresa se distribuye a clientes públicos y privados, administraciones, facultades, universidades, consultorías, empresas y particulares.

POLÍTICA DE ACCESO ABIERTO

Todos los artículos de los monográficos de la revista *Ekonomiaz* son de acceso abierto y gratuito a texto completo en nuestra web <http://www1.euskadi.net/ekonomiaz>. La revista no cobra ni por el envío de artículos ni por su publicación.

NORMAS DE PRESENTACIÓN DE TEXTOS ORIGINALES A *EKONOMIAZ*

1. ORIGINALIDAD

Los artículos remitidos no pueden haber sido publicados y tampoco figurar en otro trabajo que esté a punto de publicarse o en proceso de publicación en cualquier otra revista nacional o extranjera (en una versión similar traducida), ya sea de edición ordinaria o electrónica. Se entiende por publicación repetitiva no sólo el duplicado exacto de un artículo, sino también la publicación repetida de esencialmente la misma información y análisis, así como formar parte de un libro del autor o colectivo.

Además, en la carta de presentación de artículos originales se debe incluir la declaración de que el manuscrito se ha enviado solamente a *Ekonomiaz* y que, por tanto, no se ha enviado simultáneamente a ninguna otra.

De no haber una declaración expresa de la contribución específica de cada uno de los autores en un trabajo colectivo, se entiende que todos ellos indistintamente han participado en la concepción y el diseño, la recogida de datos, el análisis y la interpretación de los mismos, la redacción del borrador, la revisión crítica del artículo y la aprobación final.

2. RIGOR Y CALIDAD

Los factores sobre los que se fundamenta la calidad exigida a los trabajos originales que se presentan y, en consecuencia, la decisión sobre la aceptación y rechazo de los originales por parte de la Redacción de *Ekonomiaz* son:

- Originalidad de los resultados obtenidos o hipótesis verificadas (con distintos grados). Actualidad y novedad científica.
- Relevancia epistemológica: utilidad o aplicabilidad y significación o avance en el conocimiento.
- Fiabilidad y validez científica, es decir, calidad metodológica contrastada.
- Redacción excelente, estructura y coherencia lógica y buena presentación material.

Asimismo, *Ekonomiaz* recomienda y valora la incorporación de la perspectiva de género en los análisis efectuados.

3. ESTILO

Debe cuidarse el estilo y la claridad de la escritura, respetarse escrupulosamente las normas gramaticales y recomendaciones de las autoridades de la Lengua, y evitarse las expresiones redundantes e innecesarias, así como un uso sexista del lenguaje. Cuando el idioma original no sea el inglés, se desaconseja el uso de anglicismos técnicos, salvo que no exista voz ni forma de adaptación al español o al euskera, así como los anglicismos sintácticos o de construcción. Las normas internacionales ISO (UNE, en español) son de especial relevancia y deben tenerse en cuenta en el ámbito de la edición científica.

La Redacción de *Ekonomiaz* podrá hacer modificaciones menores de redacción: eliminar errores gramaticales y tipográficos; expresiones poco afortunadas; giros vulgares o enrevesados, frases ambiguas o afirmaciones dudosas,... a fin de asegurar la corrección gramatical, la adecuación al estilo científico y el estricto respeto a las normas técnicas y de estilo de las fuentes más autorizadas: el Libro de Estilo del IVAP (Instituto Vasco de Administración Pública); y los diccionarios de la Real Academia de la Lengua Española y Euskaltzaindia.

Obviamente, no se introducirán cambios en el contenido sustancial del artículo, y en todo caso la versión final será sometida a la aceptación del autor. Dado que la responsabilidad del contenido de un trabajo así como su propiedad pertenecen a los autores hasta que no es publicado en *Ekonomiaz*, la revista les informará de los posibles cambios y modificaciones de significado que hayan podido producirse durante la revisión crítica y estilística del original, previa a su publicación, y pedirá autorización para modificar el contenido y adaptarlo al estilo editorial. El autor deberá aceptar las correcciones de estilo propuestas por *Ekonomiaz* o rechazarlas razonadamente.

4. NORMAS DE PRESENTACIÓN FORMAL DE ORIGINALES

1. Los originales que podrán estar escritos en español, euskera o inglés, en formato MICROSOFT WORD® o compatible, deberán remitirse por correo electrónico a: ekonomia@euskadi.eus
2. La Redacción de *Ekonomiaz* acusará recibo de los originales y notificará al autor, a la dirección electrónica de contacto señalada, las posibles incidencias del envío y la situación en todo momento de la fase de evaluación, así como el dictamen final. Para cualquier información sobre el proceso editorial, los autores pueden contactar con la redacción en: ekonomia@ej-gv.es.
3. Los originales deberán estar mecanografiados a espacio y medio, con un cuerpo de letra de tipo 12 y con márgenes mínimos de 2,5 centímetros. La extensión de los trabajos deberá estar comprendida entre 25-40 páginas, incluidos apéndices, cuadros y gráficos. En la primera página deberá constar el nombre del autor o autores junto con la institución a la que pertenezcan,

además de una dirección de contacto que incluirá tanto los datos postales como los números de teléfono, fax y la dirección de correo electrónico. Esta dirección de contacto será la empleada en las comunicaciones de los editores de la revista.

4. Cada original incluirá, en una hoja independiente, un resumen del trabajo de no más de 125 palabras en español y en inglés, un índice del contenido, una lista de palabras clave también en español e inglés (al menos dos y no más de cinco) y las referencias correspondientes a la clasificación del *Journal of Economic Literature*.
5. El texto correspondiente al contenido del trabajo presentado deberá comenzar en una nueva página. Las distintas secciones en las que se estructure el artículo han de numerarse de forma correlativa siguiendo la numeración arábica (incluyendo como 1ª la sección de introducción). Consecutivamente, los apartados de cada sección se numerarán con dos dígitos (por ejemplo: 2.1, 2.2, 2.3).
6. Los cuadros, gráficos estadísticos y el material gráfico en general, se numerarán de forma consecutiva en cada categoría y siempre con números arábigos. En cuanto a su ubicación en el original, siempre figurarán al final del documento, tras las referencias y, en su caso, los apéndices; a lo largo del texto se indicará claramente el lugar preciso en el que deberán aparecer en la versión impresa. Su utilización debe ser siempre medida, no debiéndose incluir información innecesaria o irrelevante.
7. Si el artículo incluye representaciones gráficas, se adjuntarán los datos numéricos que sirven de base para su elaboración.
8. Las ecuaciones y cualquier otra expresión matemática deberán aparecer numeradas de forma correlativa a lo largo del texto y con alineamiento al margen derecho.
9. Las notas que se intercalen en el texto deberán limitarse por criterios de estricta oportunidad, de acuerdo con el desarrollo del trabajo. Para referenciar las notas que pudieran incluirse en tablas o cuadros se usarán letras minúsculas (a, b, etc.), presentado su contenido al pie del respectivo cuadro o gráfico. Los agradecimientos y cualquier otra información que pudiera incorporarse figurarán referenciados mediante un asterisco asociado al título del artículo o al nombre del autor o autores, según corresponda.
10. Las referencias a la literatura científica invocadas en el trabajo figurarán tras la última sección del artículo y bajo la rúbrica Referencias bibliográficas. Se detallarán por orden alfabético de autores (no numerada). Su correcta verificación es responsabilidad del autor. Las citas aparecerán en el texto según el formato «autor-fecha», distinguiendo mediante letras minúsculas consecuti-

vas si existen coincidencias de autor y año. Las referencias en el texto que incluyan hasta dos autores deben ser completas, usándose la fórmula *et al.* para un mayor número de autores.

11. En cuanto a la composición de las entradas en la lista bibliográfica se ajustarán al siguiente formato:

AUERBACH, A. y KOTLIKOFF, L. J. (1983): «National savings, economic welfare, and the structure of taxation», en Feldstein, M.S. (ed.), *Behavioural simulation methods in tax policy analysis*, NBER-The University of Chicago Press, 459-498, Chicago.

COWELL, F.A. (1990): *Cheating the government: The economics of tax evasion*, Massachusetts MIT Press, Cambridge.

HOOVER, K. (1984): «Comment on Frazer and Boland-II», *American Economic Review*, 74: 789-794.

— 1988: *The New Classical Macroeconomics*, Blackwell, Oxford.

— 1989: «Econometrics as Measurement», mimeo.

— 1990: «Scientific Research Program or Tribe? A joint appraisal of Lakatos and the New Classical Macroeconomics», University of California, Working Paper, 69, Davis.

— 1991a: «Calibration and the Econometrics of the Macroeconomy», Mimeo.

— 1991b: comunicación privada.

MIRRELES, J.A. (1971): «An exploration in the theory of optimum income taxation», *Review of Economic Studies*, 38: 175-208.

SEGURA, J. (1991): «Cambios en la política de defensa de la competencia y la política industrial», *Ekonomiaz* 21:32-49.

12. En el caso de que el original se acepte para su publicación, el autor o autora se compromete a satisfacer las recomendaciones y prescripciones de los informes de evaluación y presentar una versión mejorada. También deberá revisar las pruebas de imprenta en el plazo que se indique en cada momento.
13. Los autores recibirán como mínimo dos ejemplares del número de la revista en el que se publique el original.

PROCESO DE EVALUACIÓN PRECEPTIVA Y DERECHOS DE PROPIEDAD

326

El proceso de evaluación consiste en lo siguiente: a) tras la recepción del artículo, se remite acuse de recibo a la dirección de correo electrónico indicada por el o la remitente; b) la Redacción de Ekonomiaz decide rechazarlo o iniciar el proceso de evaluación, lo que será comunicado debidamente; c) doble evaluación anónima «por pares» supervisada por la Redacción de Ekonomiaz, y d) dictamen final de aceptación o rechazo del artículo. Este proceso tiene una duración máxima de dos meses a partir de la recepción del artículo en la Redacción de Ekonomiaz.

Ekonomiaz cuenta con una cartera de evaluadores de primer nivel, acreditados por su participación regular en evaluaciones de publicaciones nacionales y extranjeras de prestigio. Asimismo, para facilitar la evaluación se dispone de un modelo de evaluación propio, que está disponible mediante solicitud a nuestro correo electrónico: ekonomia@euskadi.eus

A lo largo del proceso, la Redacción de Ekonomiaz supervisa las sucesivas versiones del artículo e informa al autor de la situación de su trabajo. Para cualquier información sobre el proceso editorial, los autores pueden contactar con la Redacción en: ekonomia@ej-gv.es.

DERECHOS DE PROPIEDAD

Ekonomiaz será recepcionista de todos los derechos de propiedad de los artículos originales recibidos y publicados, que serán gestionados conforme a la licencia Creative Commons , incluyendo reconocimiento y no uso comercial ni de obras derivadas, salvo permiso y en las condiciones establecidas por el propietario de los derechos.

EKONOMIAZ

ÚLTIMOS NÚMEROS PUBLICADOS

59. Capital social. Innovación organizativa y desarrollo económico
60. La evaluación de las políticas públicas
61. Economía y derecho de la competencia
62. La actividad emprendedora como motor de desarrollo económico
63. Infraestructuras tecnológicas. Soporte de la economía del siglo XXI
64. Desarrollo sostenible y Agenda 21 Local
65. Responsabilidad social de la empresa. Más allá de la sabiduría convencional
66. Claves del sistema financiero
67. Economía del cambio climático. Diseño de políticas de mitigación y adaptación
68. Grupos empresariales. Nuevos agentes económicos de decisión
69. La política fiscal. Perspectivas actuales
70. Sistemas regionales de innovación
71. Sociedades en emergencia energética
72. La financiarización de la economía. El fracaso del crecimiento dirigido por las finanzas
73. Nueva política de transporte para el siglo XXI. La respuesta al reto de la sostenibilidad
74. Gobernanza y competitividad territorial
75. Eco-innovación. Más allá de los factores, la productividad de los recursos naturales
76. Prospectiva y construcción de futuro
77. La nueva economía institucional
78. Industrias culturales y creativas en la sociedad del conocimiento desigual
79. El cooperativismo ante la globalización
80. De la nueva gestión pública a la gestión pública innovadora
81. Estado de bienestar y gobierno multinivel
82. Europa: futuribles económicos y políticos
83. Estrategias de especialización inteligente
84. Banca y crecimiento regional
85. La previsión social complementaria. Papel y claves de desarrollo
86. La productividad. Tendencias y factores explicativos
87. Crisis salarial, paro y desigualdades. ¿Cuál es el futuro del empleo?
88. El sistema fiscal a debate. Competitividad, equidad y lucha contra el fraude

PRÓXIMO NÚMERO

90. Tamaño empresarial y crecimiento en tiempo de crisis



El apogeo de la globalización que ha tenido lugar desde los años ochenta del siglo XX llevó a una intensa deslocalización industrial y a una pérdida de peso de las manufacturas en las economías occidentales en favor de una terciarización de la actividad. Sin embargo, tras la Gran Recesión se ha producido un cambio de percepción y hoy se habla de renacimiento industrial no sólo para apelar a la relocalización y a la capacidad de la manufactura para promover la innovación y la creación de empleo cualificado, sino porque ha estallado la revolución de la manufactura avanzada, también llamada Industria 4.0, propiciada por un conjunto de tecnologías ligadas a la digitalización que promete altos crecimientos de la productividad. Ese renacimiento además viene impulsado también por nuevos modelos de negocio que conjugan sistemas de producto-servicio dentro de una lógica en la que domina el segundo, y que por ello es conocida como servitización.

