

EL ESTADO DE LA CIENCIA

Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología
Iberoamericanos / Interamericanos

2011



RED DE INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
IBEROAMERICANOS E INTERAMERICANOS



LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN EN IBEROAMÉRICA

La presencia preeminente del conocimiento científico y tecnológico en todos los aspectos de las sociedades modernas es algo que está instalado y forma parte de la conciencia ciudadana; se ha incorporado en las agendas políticas y parece fuera de toda discusión. La educación, la vida cotidiana y la cultura no escapan a esa introducción creciente de valores, bienes, información y servicios que se nutren de los avances del conocimiento. A nivel discursivo, Iberoamérica no es la excepción. Se habla de la sociedad del conocimiento, de la economía del conocimiento y de la innovación, como las nuevas formas de alcanzar las postergadas aspiraciones de desarrollo.

El mensaje que se propala desde todos los foros, y resuena desde hace algunos años con fuerza en los países iberoamericanos, es que la prosperidad de los países va de la mano con el valor que agrega el conocimiento a los productos con los que se posiciona en el mercado. El éxito en la vida económica dependería así de la capacidad de gestionar el cambio tecnológico en la producción industrial y también en la producción primaria. Esta visión encuentra su apoyo en un discurso optimista sobre los efectos benéficos de la ciencia, según el cual la ciencia permite lograr mejoras en el bienestar humano a través de tecnologías que ella desarrolla para la salud, la producción de alimentos, la ingeniería y la comunicación. La ciencia nos permite, siguiendo este discurso, dar cada tanto un salto adelante, a través de descubrimientos científicos fundamentales como las TIC y la revolución genética, con el consecuente desarrollo de biotecnologías que permiten lograr mejoras en la salud y la agricultura.

La visión de la ciencia como reparadora y benéfica no es nueva, sino que comenzó a forjarse ya en el siglo XVII cuando el programa imaginado por Francis Bacon asignaba a la “filosofía natural” la misión de desentrañar las leyes de la naturaleza para ponerla al servicio de las necesidades humanas. La misma visión, reconfigurada, ha sido compartida en el siglo veinte y en los años que corren del actual, por distintas ideologías. John Bernal, destacado científico inglés y reconocido marxista, era enfático al sostener que la civilización, tal como hoy la conocemos, sería imposible sin la ciencia, ya que no solamente hace posible sus aspectos materiales, sino que está implicada en los aspectos intelectuales y morales de la sociedad. En

esa misma tónica, a principios de los setenta Daniel Bell anunciaba el surgimiento de la sociedad postindustrial; un cambio civilizatorio cuyo impulso proviene del conocimiento teórico y afecta la estructura social, la política y la cultura. Los teóricos del desarrollo latinoamericano desde los años cincuenta tenían ya muy clara la potencia del conocimiento científico y tecnológico como herramienta para la industrialización, el crecimiento económico y la modernización de estos países. “La investigación científica y tecnológica es una poderosa herramienta de transformación de una sociedad. La ciencia y la técnica son dinámicos integrantes de la trama misma del desarrollo; son efecto pero también causa; lo impulsan pero también se realimentan de él” escribían a principios de los setenta Jorge Sabato y Natalio Botana.

La visión optimista a veces parece no tomar en cuenta que la ciencia y la tecnología también conllevan riesgos. Actualmente se percibe, quizás en forma difusa, que han ayudado a crear nuevas amenazas, en el sentido de daños incontrolables que acechan a las sociedades en forma global. Se trata de riesgos tales como el efecto invernadero, las catástrofes nucleares, los derrames de petróleo, la desertificación y algunos usos de la manipulación genética, entre otros, que también han estado presentes entre las preocupaciones iberoamericanas en estos tiempos. Se trata de daños cuyo origen es imputable a la tecnología y a determinadas formas de su aplicación. Algunos de estos perjuicios son de naturaleza social. La innovación, por ejemplo, pese a sus atributos que le asignan un papel estelar en las políticas actuales de crecimiento económico, tiene muchas veces efectos negativos sobre el empleo, si no se toman recaudos para evitarlo. En el mismo sentido, la “destrucción creadora”, como llamaba Joseph Schumpeter a la innovación, puede ocasionar en América Latina la ruina de muchas empresas con dificultades para ser competitivas, generando una concentración que puede afectar la distribución del ingreso e incrementar la brecha social.

Cierto es que los riesgos no menoscaban la importancia de la ciencia y de la tecnología, pero ponen un toque de atención sobre las políticas que se deben adoptar, ya que no se trata sólo de aprovechar las oportunidades, sino de

controlar los posibles efectos negativos. Puede ser caracterizada como virtuosa aquella política de ciencia y tecnología que conduce a aprovechar los efectos benéficos del conocimiento científico, controlando impactos no deseados. Cabe preguntarse entonces si la política científica y tecnológica que se perfila en los países de Iberoamérica y en los foros regionales se nutre de diagnósticos realistas acerca de esta doble dimensión. ¿El malestar social que surge de la marginación y la pobreza, así como el deterioro ambiental se encuentran recogidos entre los elementos que orientan las políticas del conocimiento de esta parte del mundo? Los indicadores disponibles deberían dar algunos indicios acerca de ello, más allá de las limitaciones propias de las metodologías aplicadas, de la fidelidad de las fuentes disponibles y de la capacidad técnica instalada en las instituciones que los producen.

El conocimiento científico y tecnológico es el resultado de una actividad que se desarrolla en el seno de sociedades concretas y que se nutre de sus valores, sus capacidades y su cultura. La ciencia avanza, no solamente por el talento de sus científicos, sino por las decisiones políticas que asignan recursos, estimulan actitudes, fijan rumbos, evalúan resultados y asignan prioridades. Dos lecciones surgen de las últimas décadas: la primera, es que la política científica y tecnológica es la herramienta de la que se valen los gobiernos para lograr que sus sociedades se beneficien de los avances del conocimiento (algunos gobiernos latinoamericanos parecen estar tomando conciencia de ello). La segunda es que no basta con apoyar investigaciones básicas de calidad para generar con ello, automáticamente, mejoras sociales. Esta creencia ha sido desmentida en los hechos; una trama de elementos intermediarios es necesaria para que la ciencia produzca beneficios sociales. En este sentido, los indicadores de impacto social son inseparables de los de vinculación, los cuales a su vez deben dar cuenta de la existencia de redes de actores que relacionen las fuentes del conocimiento con su aplicación concreta.

El intento más reciente por asociar los avances de la ciencia y la tecnología con la actividad productiva llegó con la aplicación de políticas de estímulo a la innovación y con el confuso añadido de una *i* a la ya tradicional I+D. La innovación es el proceso de incorporar nuevas tecnologías y conocimientos de distinto tipo a las empresas, para mejorar su posición competitiva. Este proceso, sin embargo, consiste en una serie de actividades no solamente científicas y tecnológicas, sino también organizacionales, financieras y comerciales, capaces de transformar las fases productiva y comercial de las empresas. El estímulo a la innovación fue incorporado gradualmente en las agendas públicas, en el marco de las políticas de reconversión industrial que siguieron a la crisis de la energía de mediados de los setenta (en América Latina las políticas de innovación comenzaron a ser aplicadas varios años más tarde) y se estableció en un territorio difuso, entre las políticas industriales y las de ciencia y tecnología, e incluso las de educación superior. Esto se debe a que las innovaciones no siempre tienen que ver con la investigación; al menos con aquella que se

lleva a cabo en el propio país. El ejemplo de Corea y otros países de sudeste asiático es elocuente en tal sentido. Medir la innovación fue una tarea imprescindible para quienes se ocupan de indicadores.

Si bien las políticas de innovación suelen ser puestas bajo la responsabilidad de los organismos de ciencia y tecnología, su implementación requiere un tratamiento horizontal de colaboración entre varios ámbitos ministeriales. Siguiendo esta idea de horizontalidad, durante los años noventa una amplia producción bibliográfica desarrolló el concepto de los “sistemas de innovación”. Esta idea pone sobre la mesa que la innovación es un hecho social, que involucra distintos actores e instituciones capaces de articularse positivamente en círculos virtuosos, reforzándose unos con otros en la promoción de los procesos de aprendizaje e innovación. Desde cierta perspectiva, el ámbito de estos sistemas está constituido por actores capaces de generar condiciones a nivel del país; a esto se refiere la expresión de “sistema nacional de innovación”. En otros casos, el sistema de innovación puede ser analizado en espacios sociales más acotados, independientemente de las fronteras nacionales. En tal caso, la bibliografía refiere al concepto de “sistema social de innovación”. Ambos enfoques están siendo progresivamente adoptados para la formulación de las políticas públicas en los países de Iberoamérica; en algunos casos, para la modernización de las instituciones y la creación o fortalecimiento de los vínculos entre ellas, en una nueva generación de entidades como las “agencias” o los “consejos de innovación” que apuntan a dinamizar las condiciones macro de los procesos innovadores. En otros casos, la mirada más restringida es aplicada para fortalecer conglomerados innovadores sectoriales o locales. La RICYT presta atención a estos procesos a través de su base de datos sobre políticas de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe (www.politicasciti.net).

La capacidad de un sistema de innovación está enraizada en los procesos de educación y capacitación. Por esta razón, en las últimas ediciones de El Estado de la Ciencia no se presentan solamente indicadores de I+D, sino también de educación superior, en lo que se refiere al número de egresados de grado y posgrado en las universidades iberoamericanas, por campos disciplinarios.

El Estado y un conjunto de instituciones hacen factible el proceso de innovación, pero esto no modifica el hecho de que los principales actores son las empresas; ellas son los “sujetos” del proceso de innovación, sin perjuicio de que una mentalidad innovadora debe ser capaz también de mejorar los hospitales, las escuelas y la pléyade de instituciones cuya misión es apoyar el desarrollo social, la cohesión y la calidad de vida. La RICYT acompaña el esfuerzo de muchos países en la realización de estudios de innovación y periódicamente da cuenta de ello. En esta edición de El Estado de la Ciencia se presenta un formulario elaborado por expertos de varios países para realizar las encuestas de innovación, con el propósito de colaborar a que sus resultados sean comparables.

En definitiva, la preocupación por la ciencia y la tecnología no es nueva en Iberoamérica. El pensamiento del

desarrollo basado en la industrialización sustitutiva de importaciones que surgiera hace décadas de la usina de la CEPAL había impulsado políticas concretas de ciencia, tecnología e innovación, tanto a nivel de cada país, como regionalmente. Aquellas políticas estaban centradas sobre el problema de la tecnología y ofrecieron una variedad de instrumentos, algunos institucionales, como el impulso a la creación de los institutos tecnológicos, otros vinculados con la transferencia de tecnología y otros orientados a la formación de recursos humanos, como los grandes programas de becas de Brasil, o -en el plano de la cooperación internacional- el programa de formación de recursos humanos de OEA. Algunos actores ilustres, como Jorge Sabato, Amílcar Herrera y Máximo Halty formularon propuestas originales de política científica y tecnológica. Algunas de estas propuestas tienen todavía vigencia, como el “triángulo de las interacciones” que sitúa la encrucijada del desarrollo en la capacidad que tenga un país para articular virtuosamente los tres vértices de un triángulo: el Gobierno, el sistema científico académico y la producción.

El fracaso del modelo de desarrollo basado en la industrialización sustitutiva de importaciones, sumado a los años de políticas neoliberales surgidas del “consenso de Washington” dieron por tierra con estas políticas, no solamente en los países más pequeños de América Latina, sino también en los más grandes. Hoy las circunstancias parecen estar cambiando. Por primera vez en mucho tiempo la economía de los países latinoamericanos acumuló varios años de crecimiento, si bien es cierto que como resultado de un contexto internacional favorable que ahora se está desinflando. ¿Fueron aprovechados los años de la bonanza y el crecimiento para sentar las bases de una nueva estructura productiva? En los próximos años se verá. Por lo pronto, la ciencia y la tecnología han entrado en la agenda de los gobiernos latinoamericanos. Casi todos ellos, en mayor o menor medida han fortalecido sus instituciones de política y promoción de la ciencia, la tecnología y la innovación. A nivel regional, la cooperación en esta materia ocupa un lugar destacado en las cumbres iberoamericanas y en los foros de diálogo con la Unión Europea, entre otros. Esto permite plantear algunas preguntas, con mayor sentido estratégico. ¿Cómo se construye una sociedad del conocimiento en los países de Iberoamérica? ¿Qué ciencia y qué tecnología se necesitan para apoyar el logro de una solución a los problemas y demandas de estas sociedades? ¿Cómo se hace para aprovechar las oportunidades y eludir los riesgos? ¿Cómo hacer para consolidar una capacidad científica y tecnológica que sirva como instrumento de desarrollo, cohesión social y ciudadanía?

Una política científica y tecnológica que sirva como herramienta de desarrollo a los países de Iberoamérica debe ser pensada a partir de los desafíos que los países iberoamericanos deben afrontar. La RICYT ha puesto siempre en evidencia la heterogeneidad estructural de este conjunto de países. Son pocos los que cuentan con una capacidad industrial destacable. Hay además una tendencia hacia la re-primarización de las economías,

como muestra uno de los artículos publicados en esta edición. Algunos países cuentan con empresas capaces de competir a nivel mundial en ciertos sectores como la biotecnología, la agroindustria, el petróleo y la aeronáutica, pero ellas no son representativas del conjunto ni logran derrames de conocimientos ni propagan la innovación al resto del entramado productivo. La heterogeneidad estructural se presenta tanto entre países, como dentro de países y provincias o estados.

Los indicadores muestran además que las capacidades en I+D están concentradas en algunos países y en algunos temas, resultando insuficientes para el conjunto. El diagnóstico de la capacidad iberoamericana en ciencia, tecnología e innovación pone de manifiesto un rasgo común: la debilidad, más allá de que existen disparidades pronunciadas entre ellos. Ciertamente, es preciso diferenciar trayectorias, así como también distinguir momentos de avances y retrocesos en cada país, pero ello no puede enmascarar el hecho de que -con la relativa excepción de Brasil y de España- Iberoamérica ocupa todavía un lugar muy secundario en la escena internacional de la ciencia y la tecnología, lo que constituye un freno a la posibilidad de implementar estrategias de desarrollo basadas en el conocimiento.

Aumentar la inversión en I+D y fortalecer las capacidades básicas en lo referido al número de investigadores y tecnólogos formados en las disciplinas y campos más relacionados con los temas que se consideren prioritarios para la cohesión social es un objetivo que surge con la fuerza de la evidencia, de los indicadores que se presentan en este volumen. Ellos muestran que uno de los principales desafíos que deben ser afrontados es el de fortalecer las capacidades básicas en ciencia y tecnología (inversión en I+D, formación de recursos humanos, investigación básica de excelencia y articulación entre investigación y educación superior). Cómo desarrollar estrategias para crear y aplicar conocimiento científico y tecnológico en las actividades productivas es una de las grandes cuestiones pendientes en la mayor parte de los países de Iberoamérica. En este caso, de lo que se trata es de diseñar estrategias para la innovación tecnológica que no se apliquen solamente al sector manufacturero, sino también al sector primario y a la gestión de los servicios públicos. Del mismo modo, el desarrollo de estrategias para vincular la I+D con las demandas sociales es otro de los desafíos específicos para la política científica y tecnológica. El auge de las ciencias sociales en Iberoamérica, del que dan cuenta los indicadores de graduados universitarios que aquí se presentan, es una oportunidad de lograr que su orientación sirva de apoyo a mejores políticas públicas de desarrollo y cohesión social.

Mario Albornoz

1.1 EL ESTADO DE LA CIENCIA EN IMÁGENES

Esta sección presenta un resumen gráfico de las principales tendencias de la consolidación de las capacidades científicas y tecnológicas de los países de América Latina y el Caribe (ALC) e Iberoamérica, en el contexto global. Los indicadores que dan origen a estos gráficos, entre otros, pueden ser consultados en la tercera sección de este volumen o en nuestra página web (www.ricyt.org).¹

Para facilitar la comparación, algunos de los gráficos que se presentan están diseñados en base al año 2000=100. Para ello, se han igualado los valores iniciales de las series (los que corresponden al año 2000) y se trazaron -a partir de este año base- sus tasas de crecimiento, permitiendo comparar así tendencias de elementos de volumen muy dispar. El detalle de las definiciones utilizadas puede ser encontrado en el anexo que se encuentra al final de este volumen.

PRINCIPALES EVIDENCIAS

- Iberoamérica, y en particular los países de ALC, han incrementado significativamente su esfuerzo en ciencia y tecnología en la última década. Este proceso acompañó un marcado crecimiento económico, que actualmente se está desacelerando. El cambio en las condiciones de contexto presenta un desafío a la continuidad del crecimiento de la actividad científica y tecnológica de este conjunto de países.
- Pese al esfuerzo realizado, el peso relativo de ALC a nivel mundial continúa siendo muy pequeño. Este fenómeno es aún más marcado en las variables de inversión que en las del empleo de recursos humanos en ciencia y tecnología.
- Las capacidades en ciencia y tecnología de los países de ALC se caracterizan por su concentración en los de economías de mayor tamaño. Tres países (Brasil, Argentina y México) concentran el 90% de la inversión total en I+D. Algo muy similar ocurre con la distribución de los investigadores.
- Asimismo, la participación del sector empresas en la inversión en I+D fue del 43% en el 2009, lo cual resulta bajo en comparación con los países de mayor grado de industrialización a nivel mundial (el sector empresarial de Estados Unidos en el mismo año representó el 68% de la inversión en I+D de aquel país). En Iberoamérica, la mayor proporción de inversión en I+D proviene fundamentalmente del sector público.
- Una de las tareas pendientes en los países iberoamericanos reside en la generación de políticas macroeconómicas que brinden un marco propicio para la inversión privada en I+D a fines de fomentar los procesos innovativos, como base para el desarrollo económico.
- La cantidad de graduados de carreras de grado en los países de Iberoamérica ha crecido exponencialmente, siendo un 82% más en el 2009 que en el año 2000 y con una clara prevalencia de las carreras de ciencias sociales y humanidades. El predominio de estas disciplinas no se da en el caso de los graduados de doctorado, cuyo número ha crecido también notablemente.
- El número de publicaciones de investigadores de Iberoamérica indexadas en la mayoría de las bases de datos se ha duplicado en los últimos años, lo que expresa una mayor participación iberoamericana en la corriente principal de la ciencia.
- Por último, las fluctuaciones en el número de patentes solicitadas en Iberoamérica responde principalmente a la fluctuación de las realizadas por no residentes en la región, ya que las solicitudes de patentes por residentes se mantienen constantes a lo largo de la década analizada.

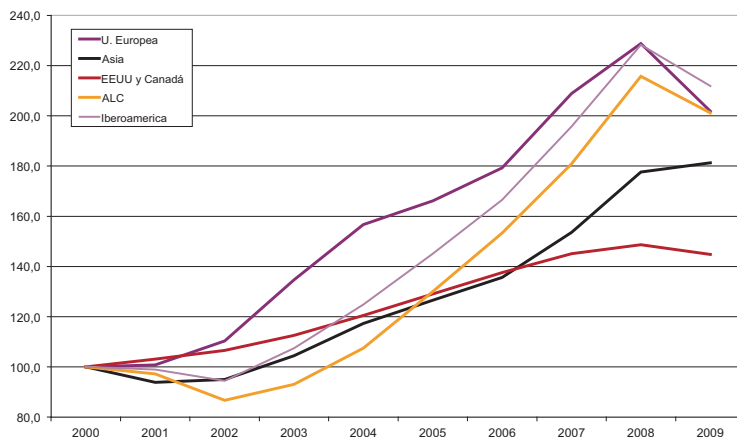
13

1. Para la construcción de estos gráficos se han utilizado diferentes fuentes de datos. Los valores correspondientes a los países de Iberoamérica son obtenidos de la base de datos de la RICYT. Para los países de la Unión Europea y parte de los de Asia y África se utiliza la base de datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (<http://www.oecd.org>). Para el resto de los países de Asia y África se utiliza la base de datos construida por el Instituto de Estadísticas de la Unesco (<http://www.uis.unesco.org>)

1. INDICADORES DE CONTEXTO

1.1 Evolución del PBI en dólares corrientes por bloques geográficos seleccionados*

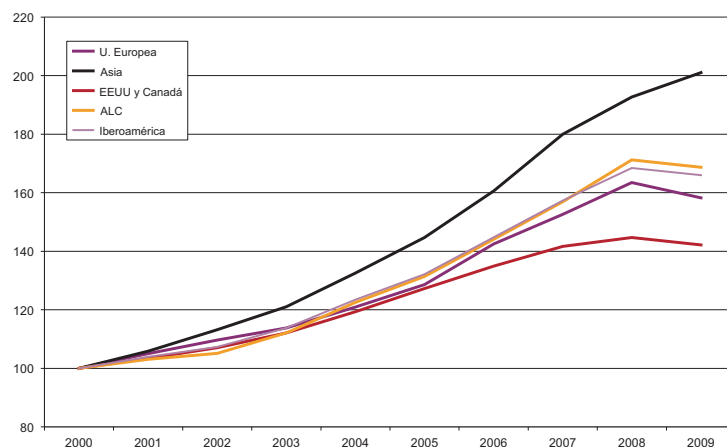
El producto bruto de ALC, medido en dólares corrientes, presenta un crecimiento muy marcado, después de superar la caída sufrida hasta 2002. A partir de aquel año la tendencia es positiva y acompaña, en líneas generales, el ritmo de crecimiento de la Unión Europea. Ambas trayectorias comparten también una caída a partir del 2008. El desempeño iberoamericano presenta rasgos similares, aunque muestra una caída menos marcada para los primeros años de la serie y alcanza un crecimiento con valores algo más altos que los de ALC.



* Base Año 2000 = 100

1.2 Evolución del PBI en PPC por bloques geográficos seleccionados*

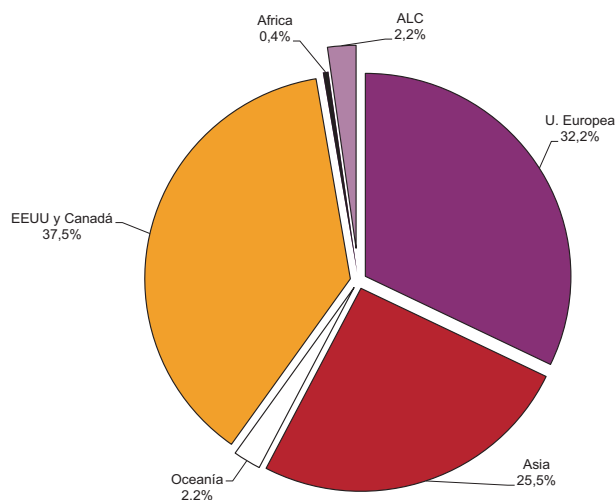
La evolución del PBI de ALC e Iberoamérica, medido en paridad de poder de compra (PPC), presenta un comportamiento más atenuado, tanto en el ritmo de crecimiento como en las fluctuaciones. Se puede apreciar en los primeros años de la serie que el crecimiento fue algo menor al de los años siguientes. No llegó a configurar una caída, como en el caso de la curva de dólares corrientes, al compensarse el efecto de las devaluaciones del dólar. En los 10 años que cubre este informe, el crecimiento de este indicador, tanto para ALC como para Iberoamérica, superó el 65%.



* Base Año 2000 = 100

2. RECURSOS FINANCIEROS DEDICADOS A CIENCIA Y TECNOLOGÍA

2.1. Inversión en I+D en dólares corrientes por bloques geográficos seleccionados (2009)*

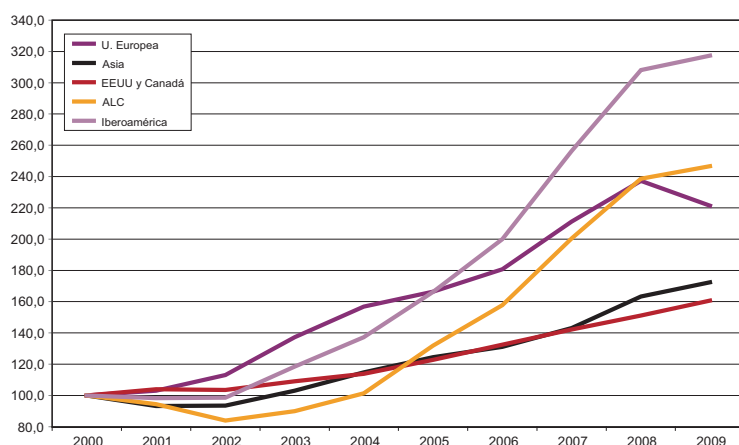


La inversión en investigación y desarrollo experimental (I+D), expresada en dólares corrientes, que realizan los países de ALC, representa tan sólo el 2,2% del total invertido a nivel mundial. Los países que concentran la mayor parte de la inversión en el mundo son EEUU y Canadá, seguidos por la Unión Europea que, en conjunto, concentran casi el 70% de la inversión global en I+D.

* O último dato disponible

15

2.2. Evolución de la inversión en I+D en dólares corrientes por bloques geográficos seleccionados*



* Base Año 2000 = 100

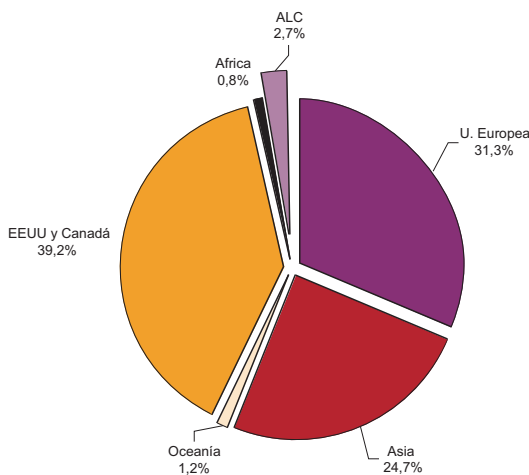
La inversión en I+D de los países de Iberoamérica marca un crecimiento sostenido que logra superar ampliamente al de los países pertenecientes a los bloques geográficos que se presentan en este gráfico. El conjunto de ALC alcanza un crecimiento similar al de la evolución de su PBI medido en dólares corrientes; incluso, superándolo entre los años 2003 y 2009. Se duplica con creces la inversión realizada diez años antes.

Los países de Iberoamérica presentan un crecimiento sostenido desde el año 2002 hasta el año 2008, a partir del cual se percibe la menor inversión en I+D de España y México. En el caso de la Unión Europea, la caída que sufre la evolución de la inversión en I+D puede explicarse a partir de la crisis económica desatada en el 2008.

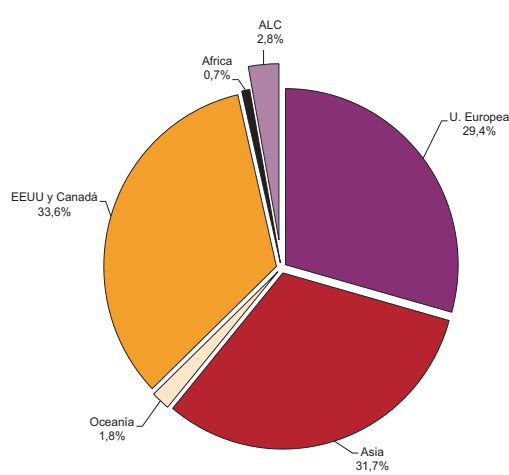
Resulta interesante observar que las curvas de inversión en I+D que se presentan en este gráfico muestran un retraso de al menos un año con respecto a las curvas correspondientes a las variables de contexto económico.

2.3. Inversión en I+D en PPC, por bloques geográficos seleccionados (2000 y 2009)*

Año 2000



Año 2009



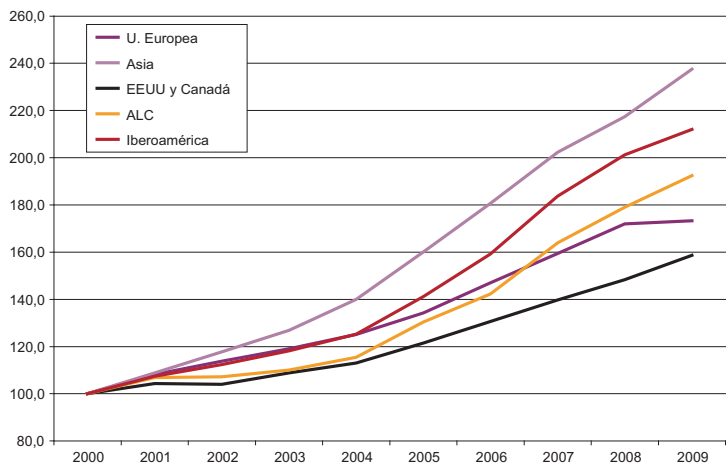
* O último año disponible

Medida en PPC, la distribución de la inversión mundial en I+D guarda claras similitudes con la graficada en dólares corrientes. En este caso, se advierte que la participación de los países de ALC en la inversión mundial rondó el 3%, durante toda la serie. También resulta observable el marcado aumento de la participación asiática, en detrimento de la Unión Europea y de Estados Unidos junto a Canadá. Los que más aportan al crecimiento de la participación de los países asiáticos en el total, son Israel, Japón y China que, para el 2009, destinaban el 4,28%, el 3,3% y el 1,7% de su PBI, respectivamente, a la I+D.

2.4. Evolución de la Inversión en I+D en PPC por bloques geográficos seleccionados*

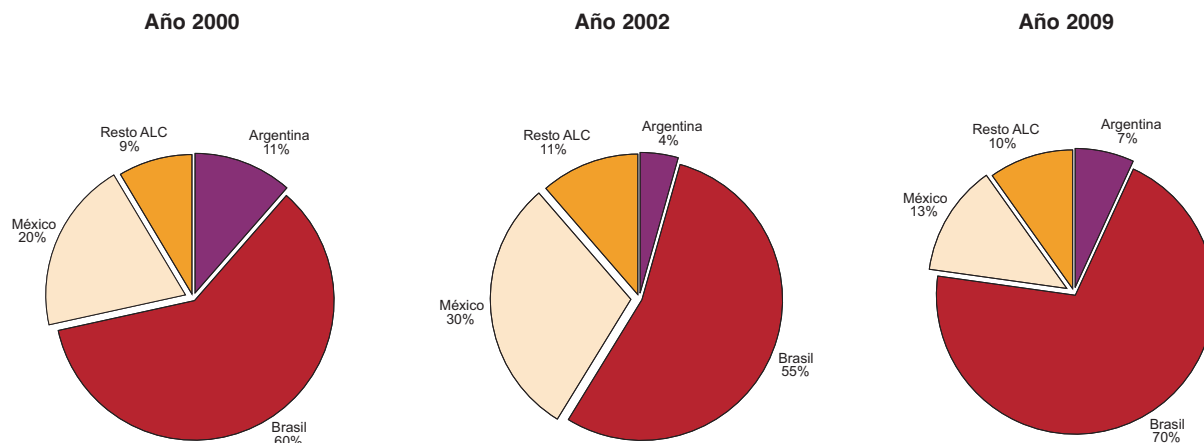
La evolución de la inversión en I+D de los países de ALC, medida en PPC, logró casi duplicar la inversión del primer año de esta serie. En el caso de los países de Iberoamérica se observa un comportamiento bastante similar, alcanzando un crecimiento que supera en un 110% la base en los 10 años que ocupa esta serie. En los países de Asia se observa una evolución aún mayor de su inversión en I+D, alcanzando un crecimiento que ronda el 140% respecto del primer año considerado.

En este gráfico es posible observar que la caída registrada en 2008 en la inversión en I+D realizada por los países de la Unión Europea, observable en su expresión en dólares corrientes, se ve casi anulada en PPC al menguarse los efectos de las fluctuaciones de las monedas. Al igual que en su expresión en dólares corrientes, el comportamiento de la evolución de la inversión correspondiente a Estados Unidos y Canadá guarda un crecimiento mucho más leve pero sostenido a lo largo de toda la serie.



* Base Año 2000 = 100

2.5. Distribución de la inversión en I+D en dólares corrientes en países de ALC (2000, 2002 y 2009)*



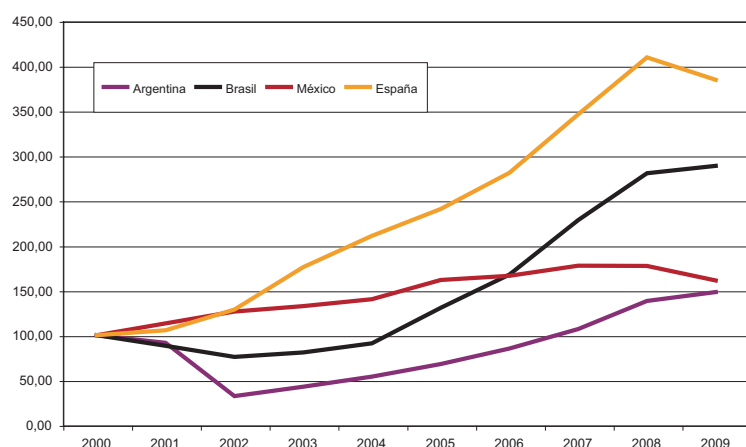
* O último dato disponible

En el caso de la distribución de la inversión latinoamericana en I+D, desagregada por países, se ha optado por recortar tres momentos en el tiempo, ya que al comparar solamente los datos de 2000 y 2009 no se estaría mostrando el efecto de la crisis de la economía argentina en 2001 y la devaluación del 2002. Por este motivo, se incorpora un tercer gráfico con la información de este último año.

En 2000, Brasil representaba un poco más de la mitad de la inversión regional en I+D y, junto con Argentina y México, aportaban más del 90% de la inversión en I+D del conjunto de países analizados. En 2002, en plena crisis económica de Argentina y -aunque en menor medida- de Brasil, los recursos destinados a la I+D disminuyeron considerablemente, cediendo terreno a México en la participación en el conjunto. En 2009, el panorama se modificó: Brasil incrementó aún más su participación, alcanzando el 70% del total; México disminuyó en más de 10 puntos porcentuales su participación relativa y Argentina logró recuperar algunos puntos perdidos en su caída del 2002. El resto de los países de ALC, recuperaron una participación que alcanzó el 15% solo en 2002 mientras que en el resto de la serie apenas alcanza el 10%.

17

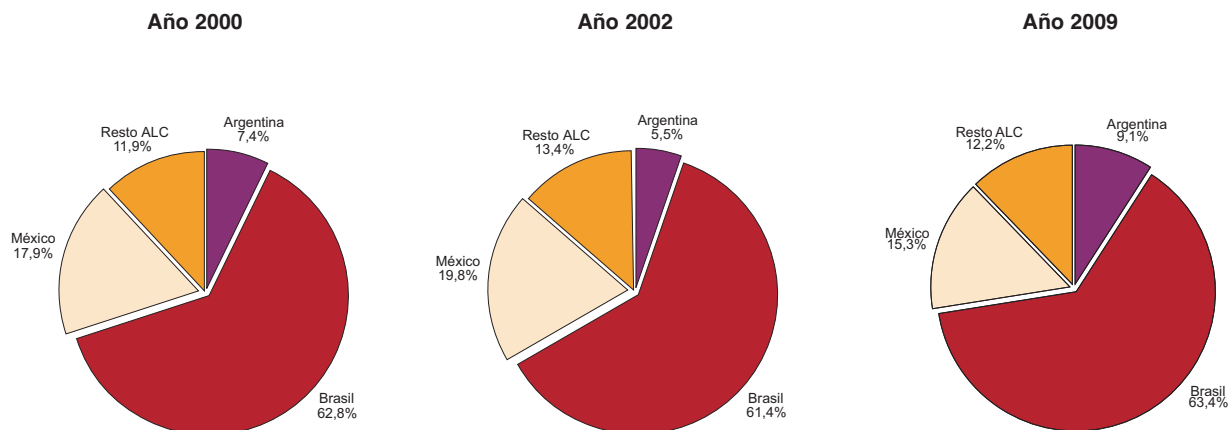
2.6. Evolución de la inversión en I+D en dólares corrientes en países seleccionados*



España y Brasil han sido los países de Iberoamérica que más han aumentado su inversión en I+D, medida en dólares corrientes, en los 10 años que comprende esta serie. México mostró un crecimiento sostenido, aunque muy leve, durante todo el período considerado, mientras que Argentina recién en el año 2007 logró superar los niveles con los que dio comienzo a la serie -luego de la crisis sufrida en el 2001 y 2002- para alcanzar finalmente un crecimiento del 50% en el año 2009 con respecto al 2000.

* Base Año 2000 = 100

2.7. Distribución de la Inversión en I+D en PPC en países de ALC (2000, 2002 y 2009)*

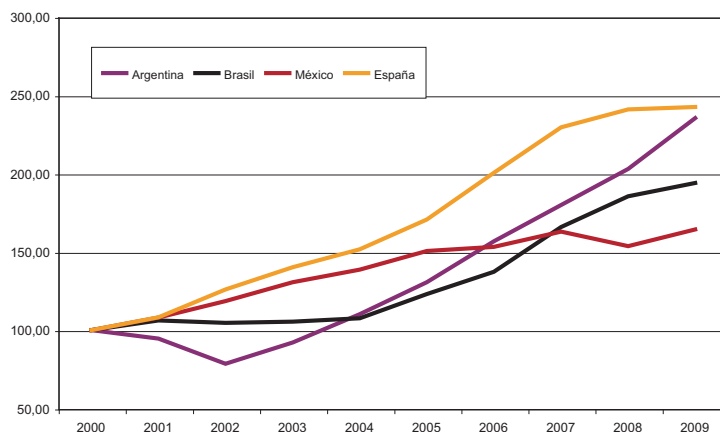


* O último dato disponible

La participación de Argentina en el total de la inversión regional en I+D, medida en PPC, tuvo una evolución muy similar que la expresada en dólares corrientes. La preeminencia de Brasil en el total regional es tan sustancial como en su expresión en dólares corrientes, con una participación superior al 60% del conjunto de los países, durante todo el período. El resto de los países de ALC sostuvieron una participación que apenas superó el 11% que inicia la serie en el año 2000.

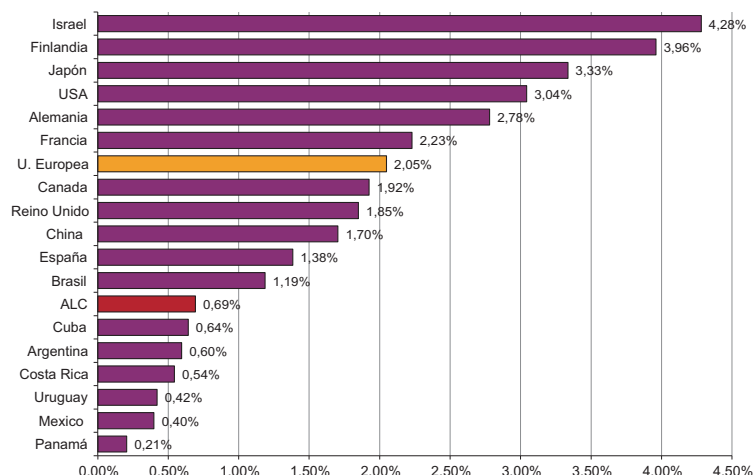
2.8. Evolución de la inversión en I+D en PPC en países seleccionados*

La evolución de la inversión en I+D medida en PPC muestra a España y Argentina como los países iberoamericanos que han llevado la delantera. Es significativo el hecho de que Argentina haya logrado recuperar los niveles de inversión del 2000, tres años después de la crisis, para luego llegar a duplicar los valores que inician la serie, logrando sostener un crecimiento superior al presentado por Brasil, pese a que éste logró, durante los 10 años de esta serie, que su inversión en I+D alcanzara una cota equivalente al 1.10% de su PBI. La trayectoria de México ha sido irregular, con una cierta caída en 2008, para volver el último año a valores similares a los de 2007.



* Base Año 2000 = 100

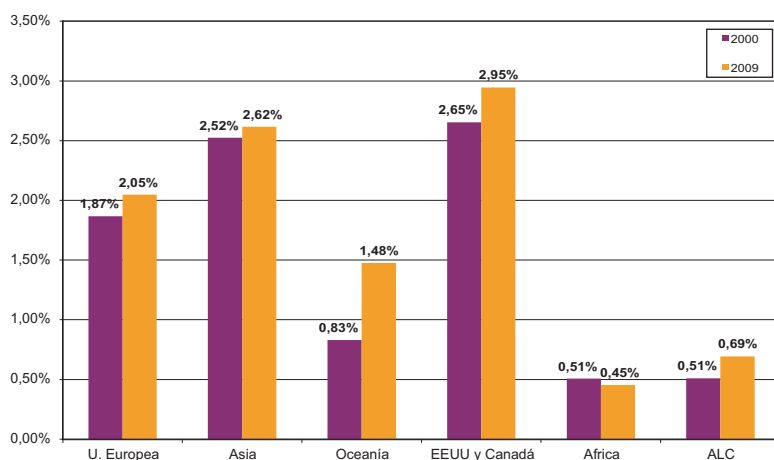
2.9. Inversión en I+D en relación al PBI por regiones y países seleccionados (2009)*



Hacia 2009, Israel era uno de los países que en el mundo daban cuenta de la mayor inversión en I+D, con relación a su tamaño, alcanzando un volumen equivalente al 4.28% de su PBI. En ese año, el conjunto de los países de ALC alcanza el 0.69%, mientras que España y Brasil eran los únicos países que en Iberoamérica lograban sostener y superar el umbral del 1% en esta relación.

* O último dato disponible

2.10. Inversión en I+D en relación al PBI por bloques geográficos seleccionados (2000 y 2009)*



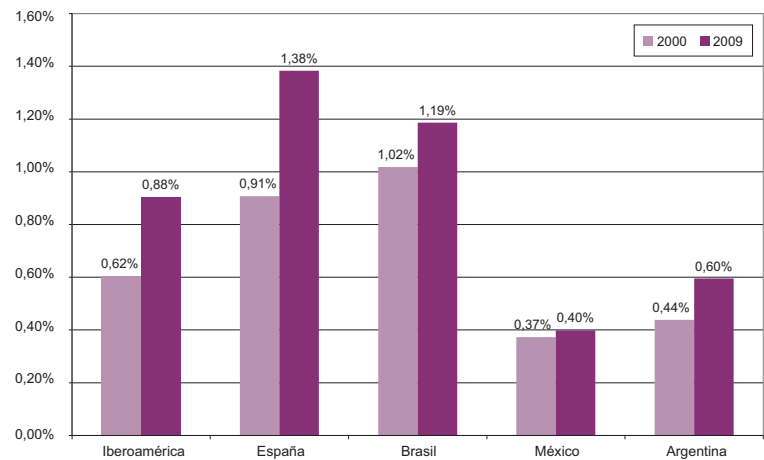
* O último dato disponible

La relación entre la inversión en I+D y el PBI de ALC pasó de una equivalencia del 0.51% en el año 2000 al 0.69% en 2009. Cabe recalcar que este crecimiento no se dio de manera sostenida, ya que la evolución de dicha relación a lo largo de éstos diez años analizados decreció desde el año 2000 hasta el 2004, año en el que comenzó una recuperación muy acelerada hasta alcanzar el valor del 2009. Dado que más del 90% de la inversión en I+D de los países de ALC es realizada por Brasil, México y Argentina (Gráfico 2.5), las fluctuaciones del conjunto son atribuibles a los avatares de estos tres países. Efectivamente, más allá de la devaluación argentina en 2002, la inversión en I+D realizada por Brasil atravesó una meseta entre 2001 y 2004, en tanto que la de México retrocedía en 2008 (Gráfico 2.8).

A nivel mundial, son Estados Unidos y Canadá, seguidos por los países de Asia, los que llevan la delantera en la relación entre inversión en I+D y su PBI, alcanzando en el caso de los países de América del Norte una relación que se aproxima al 3%.

2.11. Inversión en I+D con relación al PBI en algunos países de Iberoamérica (2000 y 2009)*

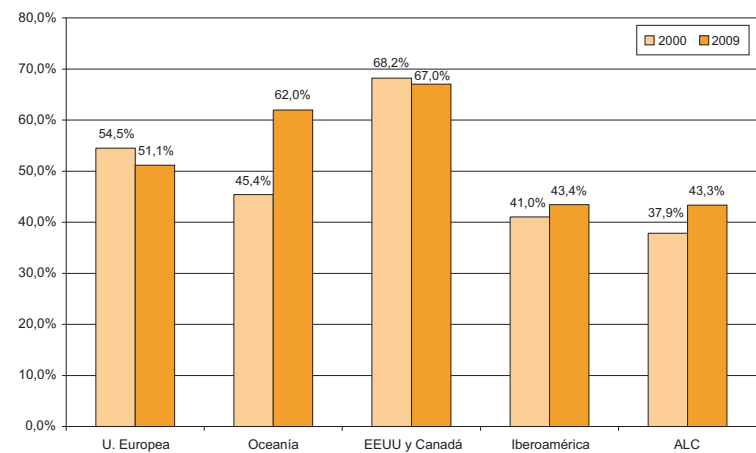
Si se observa el comportamiento de la relación entre la inversión en I+D y el PBI en el conjunto de los países de Iberoamérica, se aprecia que España es el que presenta mayor crecimiento de este indicador entre 2000 y 2009. Brasil, a pesar de algunas disminuciones durante los años 2002 y 2005, alcanza el 1.20% para el 2009. Argentina, luego de algunos vaivenes entre los años 2001 y 2004, logra alcanzar una inversión equivalente al 0.60% de su PBI en 2009, superando el valor del 2000. Si se analiza el total iberoamericano, el crecimiento en esta relación es muy marcado, empujado fundamentalmente por la evolución española, logrando casi duplicar en el año 2009 el valor que inicia la serie en el 2000.



* O último dato disponible

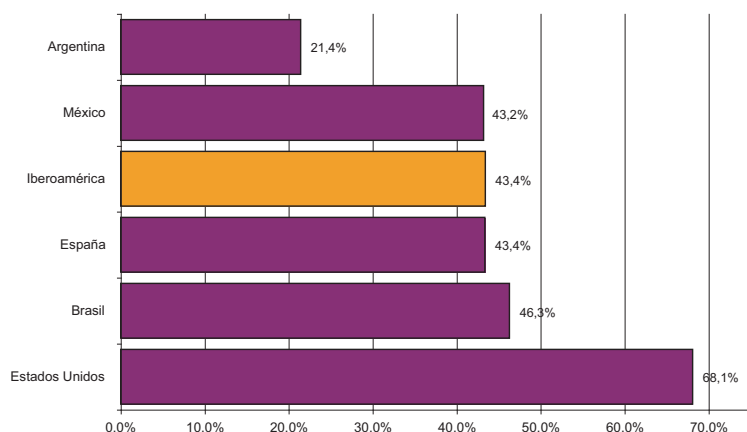
2.12. Participación de empresas en la inversión en I+D por bloques geográficos (2000 y 2009)*

El sector empresas en los países de ALC ha evolucionado desde un valor algo menor al 38% del total de la inversión en I+D realizada en 2000, al 43% del total alcanzado en 2009. En el caso iberoamericano, ya desde 2000, más del 40% de la inversión en I+D era financiada por las empresas y creció un par de puntos porcentuales en 2009, manteniéndose estable a lo largo de los diez años que cubre este informe. En la Unión Europea las empresas mantuvieron un financiamiento que superó siempre el 50% de la inversión total en I+D y, en el caso de Estados Unidos y Canadá, la participación de este sector fue aún mayor, al representar casi el 70% de la suma global.



* O último dato disponible

2.13. Inversión en I+D financiada por empresas, por bloques y países seleccionados (2009)*



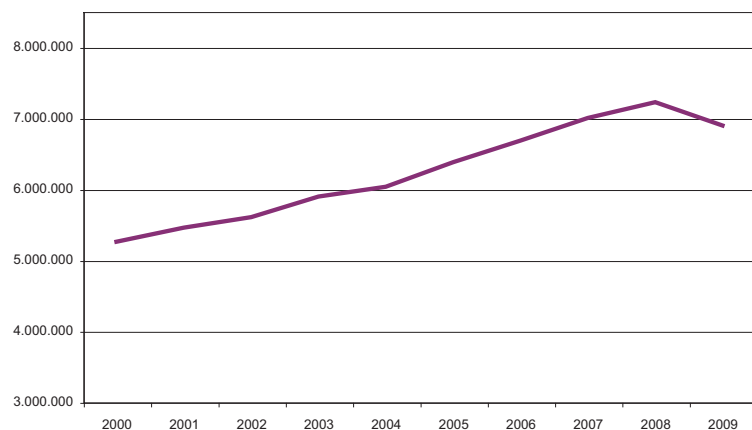
* O último año disponible.

En 2009, México, España y Brasil fueron los países de Iberoamérica que registraron mayor participación del sector empresas en el financiamiento de la I+D. En Argentina, en cambio, el financiamiento de este sector no superó el 25% del total del país. Como punto de comparación, el financiamiento de la I+D por parte de las empresas alcanzó en Estados Unidos casi el 70% de la inversión en I+D.

Este indicador debe ser tomado con precaución, dado que en muchos países latinoamericanos existen dificultades en la cobertura de la información referida al desempeño del sector privado en I+D. Prueba de ello es que, con frecuencia, los valores que surgen de las encuestas de innovación son poco consistentes con los datos de inversión en I+D realizada por las empresas, que proporcionan los ONCYT.

3. RECURSOS HUMANOS DEDICADOS A CIENCIA Y TECNOLOGÍA

3.1. Evolución del número total de investigadores y tecnólogos EJC en el mundo

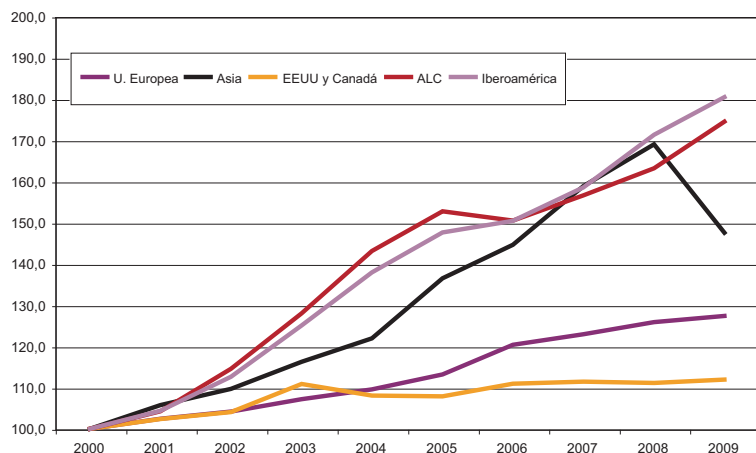


Si bien desde 2000 la evolución de la cantidad de investigadores y tecnólogos en el mundo se encontraba en constante crecimiento, en 2009 se modificó tal tendencia, registrándose una caída del 5% en el total mundial de investigadores en equivalencia a jornada completa (EJC). En los gráficos que siguen se podrá observar que esta caída no significa una disminución real, sino que puede ser atribuida a un cambio en la metodología adoptada por China para realizar la estimación, a partir de 2009, con un ajuste hacia abajo de los valores informados en años previos.

3.2. Evolución del número de investigadores en EJC por bloques geográficos seleccionados*

Los países de ALC han experimentado una alta tasa de crecimiento en el número de sus investigadores en EJC, llegando a duplicar en 2009 el valor con el que comenzó esta serie en 2000. Sin embargo, aún a pesar de este crecimiento, su representación relativa en el total de investigadores en EJC a nivel mundial continúa siendo muy baja.

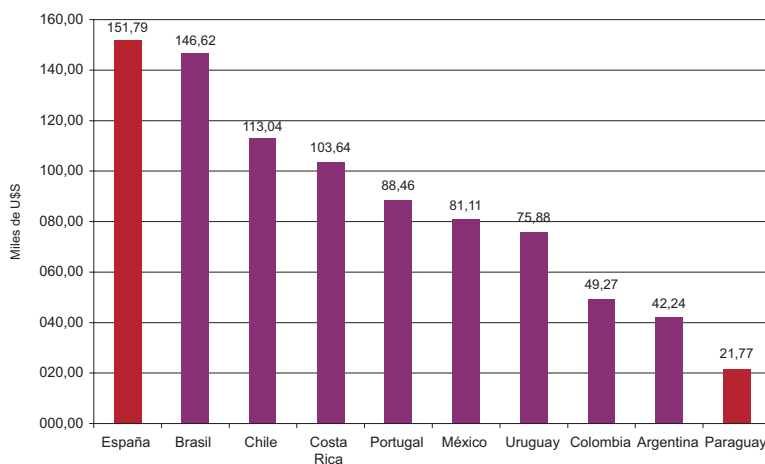
Hay una significativa disminución en la cantidad de investigadores en EJC en los países agrupados en el bloque geográfico asiático, lo que repercute fuertemente en el total mundial. En efecto, se reportan cerca de 350.000 investigadores en EJC menos, para el año 2009, con respecto al 2008. Esto se debe a que los datos informados por China hasta ese año no se ajustaban a las recomendaciones del Manual de Frascati. En cambio, en 2009 se adoptó la metodología recomendada por la OCDE para la recolección de esta información, lo cual originó que el número de investigadores, definidos según las recomendaciones del Manual, se redujera notablemente y produjera un quiebre con respecto a la información disponible hasta ese año (Fuente: MSTI 2011).



* Base Año 2000= 100

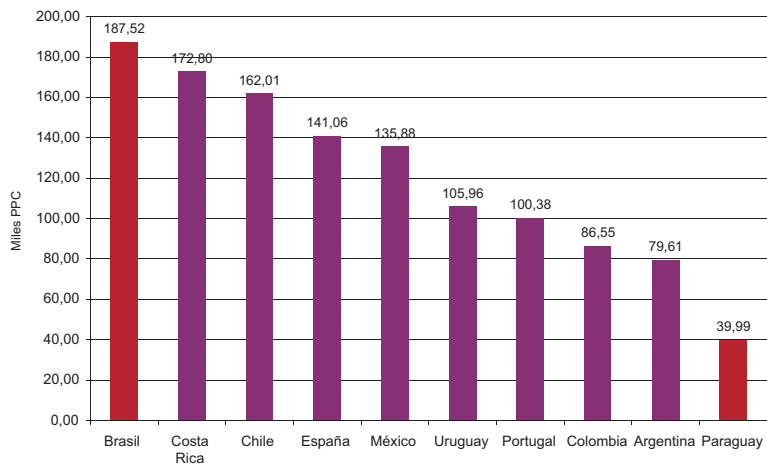
3.3. Inversión en I+D por investigador en EJC en dólares corrientes en países seleccionados (2009)*

La inversión en I+D por investigador EJC de los países de Iberoamérica, expresada en dólares corrientes, era equivalente a 122.06 U\$S. Sólo España y Brasil superaban este valor en el año 2009. Chile y Costa Rica estaban situados cerca de este promedio. Portugal, México y Uruguay conforman un grupo que aun estando por debajo del mismo, sostienen una inversión por investigador muy superior a la de Colombia, Argentina y Paraguay.



* O último año disponible.

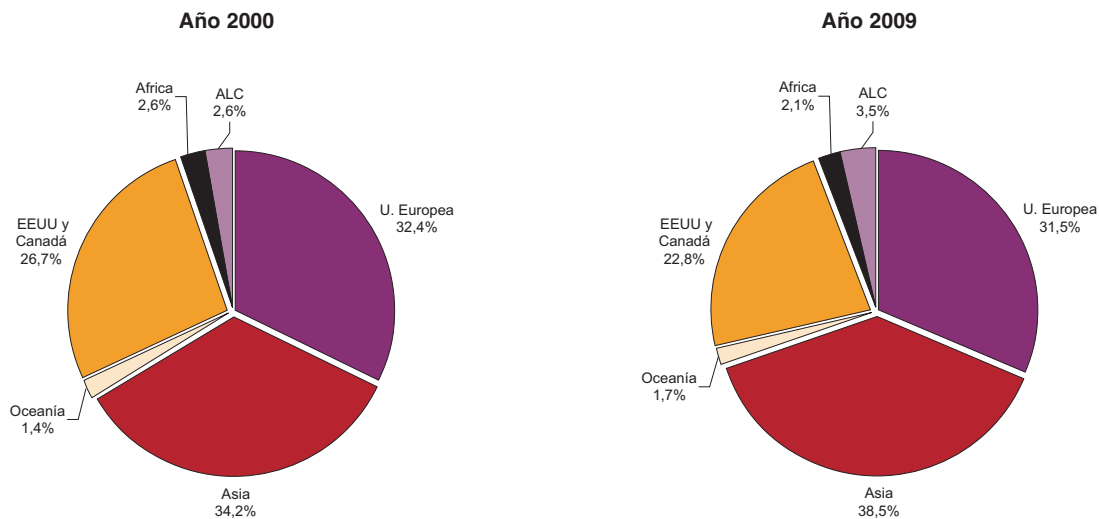
3.4. Inversión en I+D por investigador en EJC, expresada en PPC en países seleccionados (2009)*



La inversión por investigador en EJC, expresada en PPC, muestra para el conjunto de los países de Iberoamérica un promedio bastante más alto que el expresado en dólares corrientes (143.76 U\$S PPC). En este caso, el orden de los países varía: la inversión de Brasil por investigador en EJC es ahora la mayor del conjunto analizado, en tanto que la inversión española, que encabezaba el gráfico anterior, queda relegada al cuarto lugar. Otra variación importante es que México casi alcanza el promedio del conjunto, en tanto que Portugal se aleja de él.

* O último año disponible.

3.5. Distribución de investigadores en EJC por bloques geográficos seleccionados (2000 y 2009)*

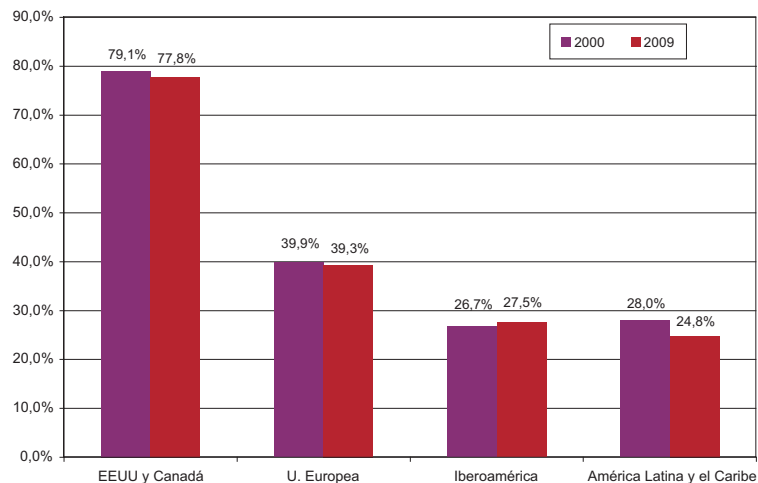


* O último año disponible.

Si bien a lo largo de estos diez años EEUU y Canadá, la Unión Europea y Asia continúan concentrando el 93% de los investigadores y tecnólogos del mundo, la proporción de los investigadores en EJC de ALC ha continuado en crecimiento y alcanzó su máximo porcentaje de participación con el 3.6% de investigadores y tecnólogos en el 2009.

3.6. Investigadores y tecnólogos en EJC en empresas en bloques geográficos (2000 y 2009)*

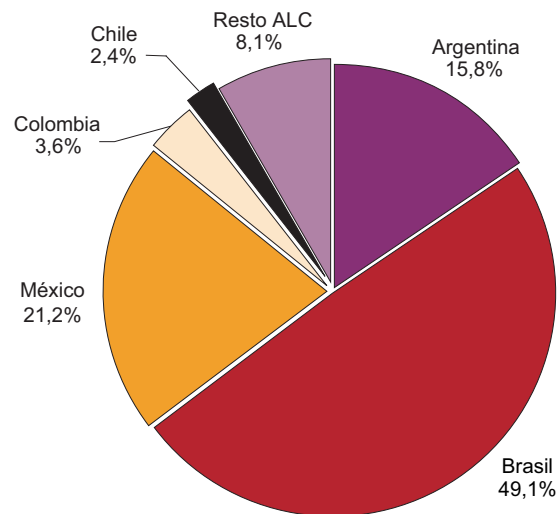
Tal como fuera analizado en el caso de la inversión de la I+D por parte de las empresas, Estados Unidos y Canadá son los países que mayor cantidad de investigadores en EJC concentran en el sector empresarial, que ocupa casi el 80% de los investigadores y tecnólogos de ese país. En la Unión Europea, en cambio, esa cifra desciende: casi el 40% de sus investigadores y tecnólogos son empleados por las empresas. Iberoamérica y ALC poseen valores muy similares y cuentan con menos del 30% de sus investigadores y tecnólogos empleados en el sector empresarial. Cabe destacar que más de la mitad (54%) de los investigadores y tecnólogos iberoamericanos, realizan sus actividades de I+D en las instituciones de educación superior.



* O último año disponible.

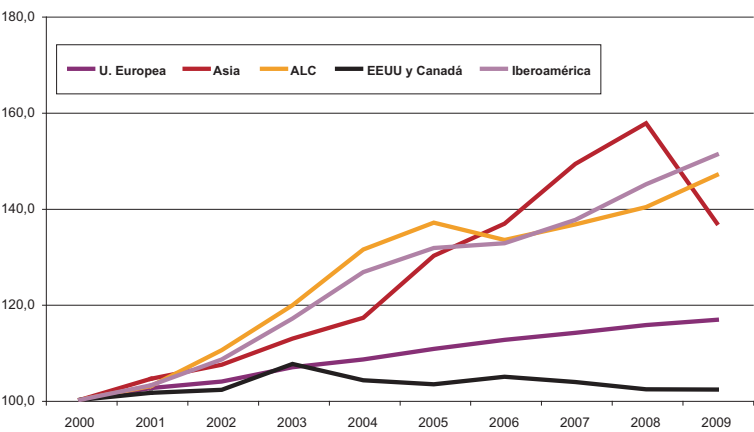
3.7. Distribución de los investigadores en EJC en ALC, en países seleccionados (2009)*

En 2009, Brasil concentraba cerca de la mitad de los investigadores y tecnólogos en EJC de toda ALC. Tres países aportaban más del 85% del número total de los investigadores de la región (Brasil, México y Argentina), mientras el 15% de los investigadores era aportado por el resto de los países.



* O último año disponible.

3.8. Evolución del número de Investigadores en EJC en relación a la PEA por bloques geográficos*

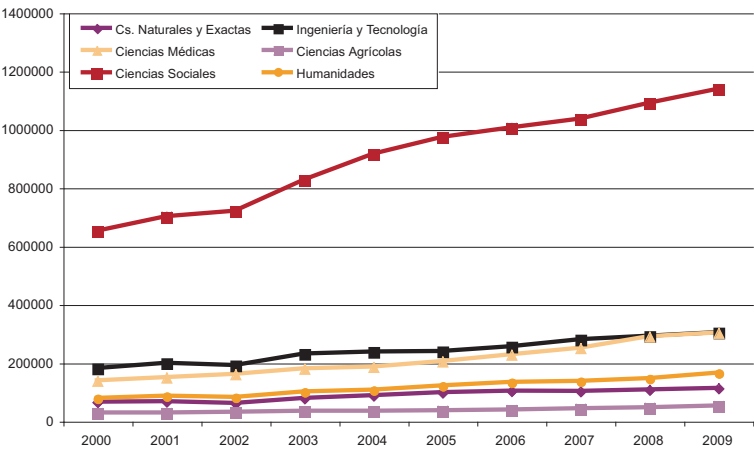


* O último año disponible.

Tanto los países de ALC, como los de Iberoamérica, muestran un crecimiento sostenido del número de investigadores en EJC con relación a la población económicamente activa (PEA) durante toda la década considerada. El conjunto de países de ALC alcanzó en 2009 un valor de 0,84 investigadores y tecnólogos en EJC por cada mil miembros de la PEA. El máximo alcanzado de esta relación por Iberoamérica fue de 1,35 investigadores y tecnólogos por cada mil integrantes de la PEA, en el mismo año, en tanto que para Estados Unidos y Canadá, esta relación fue de 8.95 investigadores y tecnólogos por cada mil integrantes de la PEA. Para los países de la Unión Europea, el promedio fue de 5.6 investigadores y tecnólogos en 2009.

4. FLUJO DE GRADUADOS

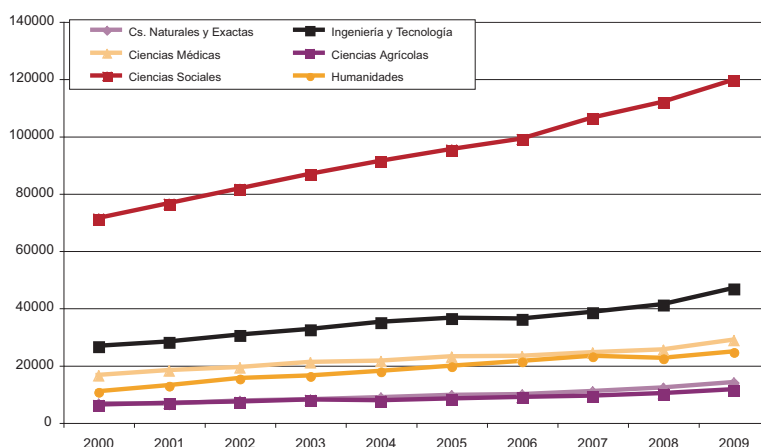
4.1. Evolución del número de titulados de grado en Iberoamérica



Las ciencias sociales son las más elegidas por los estudiantes de grado en Iberoamérica y, son por lo tanto, las que registran el mayor número de titulados de grado, con un crecimiento constante a lo largo de los últimos 10 años. En el 2009, el 55% de los titulados de grado provenían de estas áreas. El número de graduados en ciencias agrícolas, así como en ciencias naturales y exactas, por el contrario, se ha mantenido prácticamente sin modificaciones. Por último, cabe destacar que a partir del año 2004, se observa un leve incremento en la cantidad de graduados en ciencias médicas.

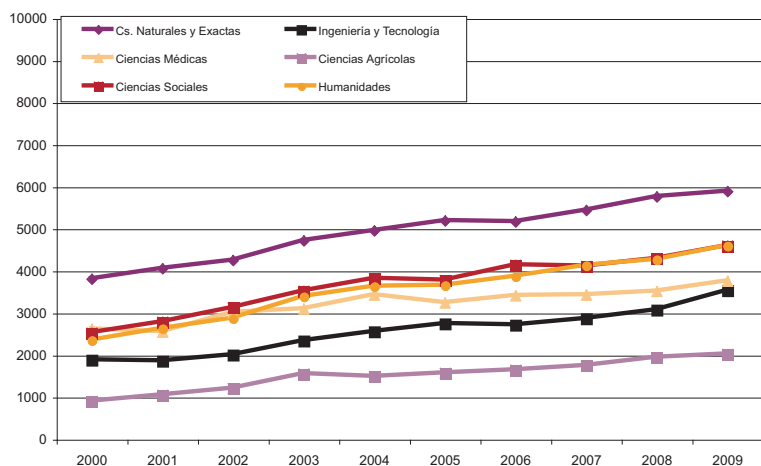
4.2. Evolución del número de titulados de maestrías en Iberoamérica

En el caso de los graduados de maestrías, la tendencia hegemonizada por las ciencias sociales va dejando lugar a un aumento en el número de graduados de humanidades e ingeniería y tecnología. Si se atiende a los números de graduados totales en Iberoamérica, es posible ver que éste ha aumentado en un 78% en los 10 años que ocupan a esta serie.



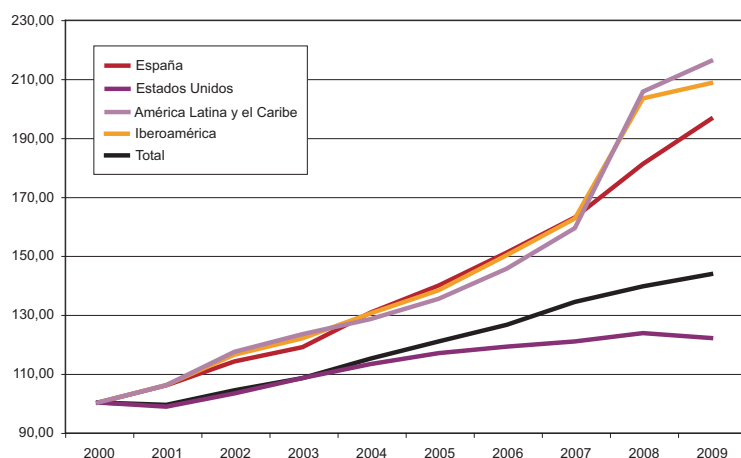
4.3. Evolución del número de doctores en Iberoamérica

En los últimos 10 años, el número total de graduados de doctorados de Iberoamérica ha tenido un crecimiento del 78%, al igual que los graduados de maestrías. A diferencia del caso de los titulados de grado y de maestría, la mayor cantidad de graduados de doctorado corresponden a ciencias naturales y exactas, seguidas por las ciencias sociales, humanidades y ciencias médicas.



5. INDICADORES DE PRODUCTO

5.1. Evolución del número de publicaciones en el Science Citation Index (SCI)*

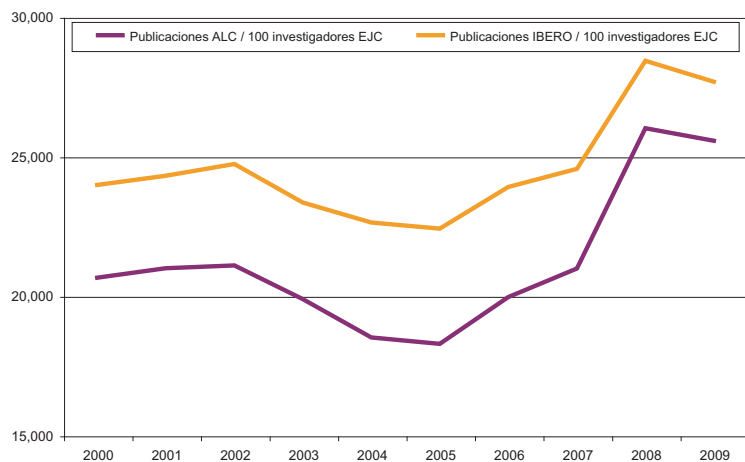


* Base Año 2000 = 100

En los años comprendidos en esta serie, la cantidad de artículos publicados en revistas científicas registradas en el Science Citation Index (SCI) por autores de ALC se ha duplicado, siendo éste el conjunto de países cuya participación más ha crecido en esta base de datos. El número de artículos publicados por autores de Estados Unidos, por ejemplo, se ha mantenido relativamente estable. El crecimiento del número de autores latinoamericanos se ha traducido en una mayor representación de su producción científica en las revistas indexadas en esta base.

Con todo, es necesario advertir que las diferentes tasas de crecimiento están relacionadas directamente con el volumen de la producción científica de cada país o grupo regional, ya que Estados Unidos es el líder mundial en este indicador y por ello su tasa de crecimiento es necesariamente más baja.

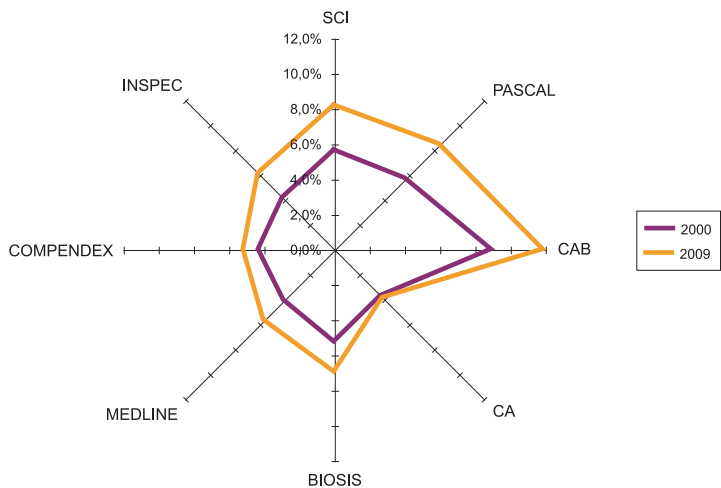
5.2. Publicaciones en la base SCI en relación al número de investigadores en EJC



Tanto para el caso de ALC como para Iberoamérica, la relación entre las publicaciones y el número de investigadores se ha mantenido relativamente constante durante los años que ocupa esta serie. Si bien es posible observar un marcado crecimiento, a partir de 2005, las publicaciones de estos países han oscilado entre las 20 y 27 por cada 100 investigadores en EJC.

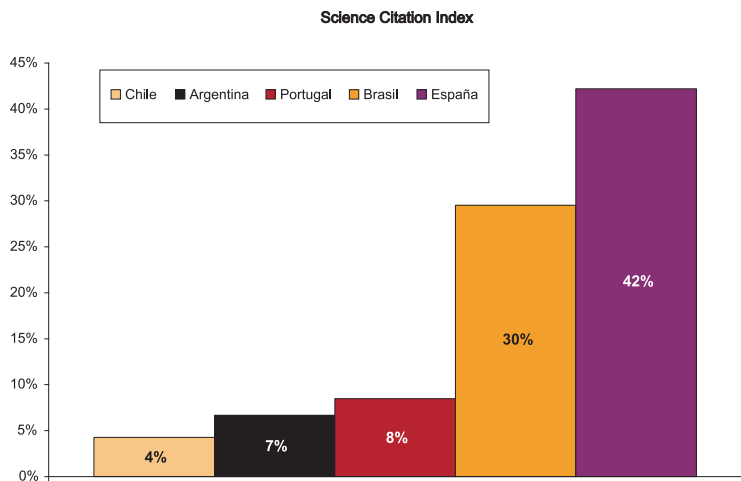
5.3. Participación de Iberoamérica en varias bases de datos generales y especializadas (2000 y 2009)

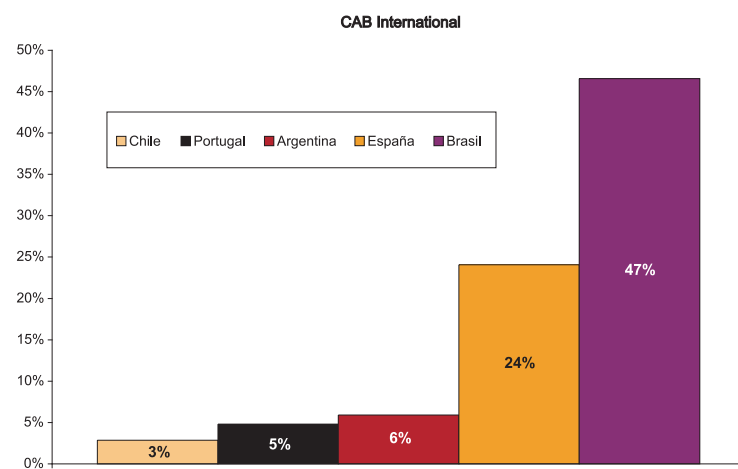
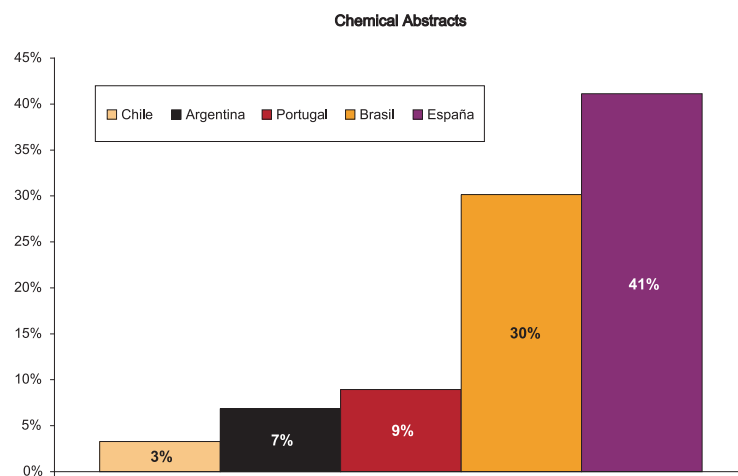
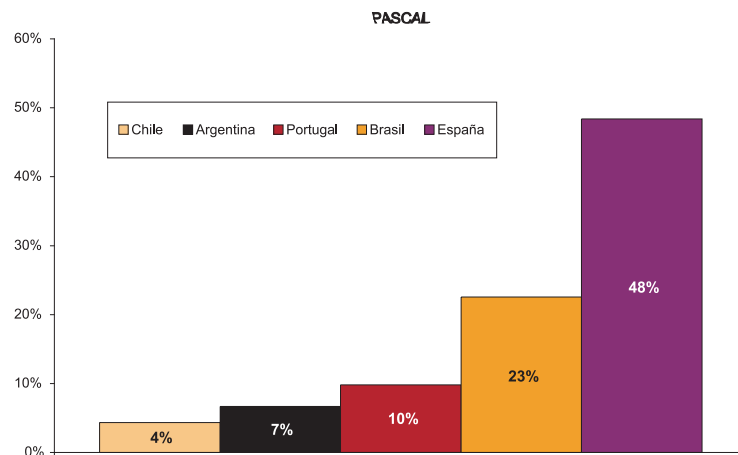
La participación de autores pertenecientes a países de Iberoamérica en las diferentes bases de datos ha aumentado considerablemente en los últimos 10 años, tanto en las bases CAB (Ciencias Agrícolas), SCI (Multidisciplinaria), BIOSIS (Biología), PASCAL (Multidisciplinaria), MEDLINE (Salud), Compendex (Ingeniería) e Inspec (Física). El crecimiento es algo menor en el Chemical Abstracts (CA).



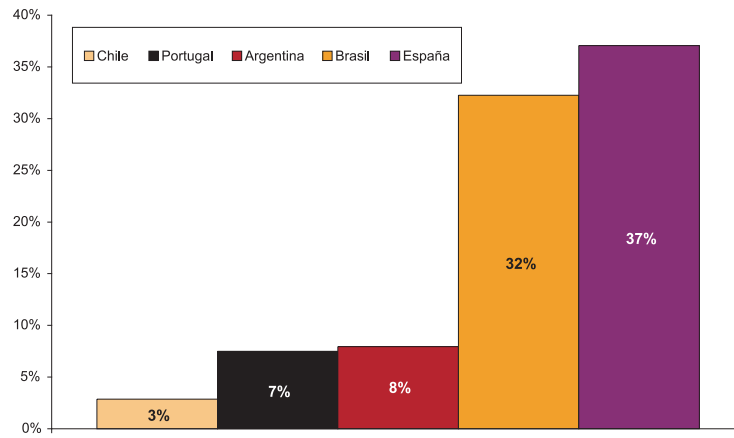
5.4. Producción iberoamericana por países seleccionados en distintas bases de datos (2009)*

Si se analiza la participación de Iberoamérica, desglosada por países en cada una de las bases, es posible ver que el peso relativo de los países seleccionados es bastante similar en cada una de ellas. La única excepción es el caso de las publicaciones de investigadores brasileños en CAB International que representa el 47% del total de publicaciones iberoamericanas en temas agrícolas y medioambientales, siendo el país con mayor cantidad de publicaciones en esta base de la región.

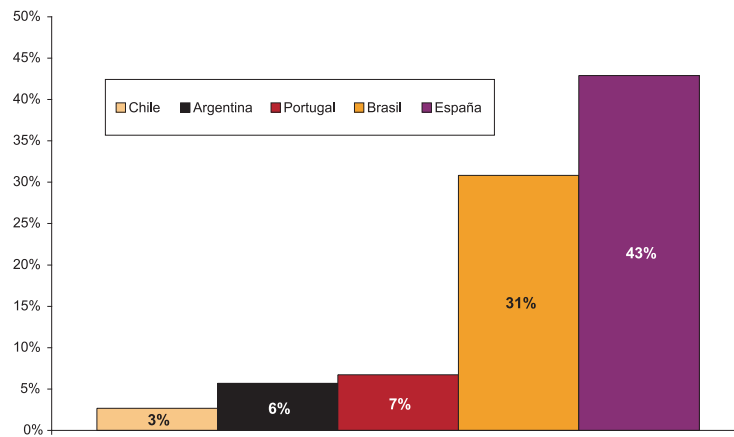




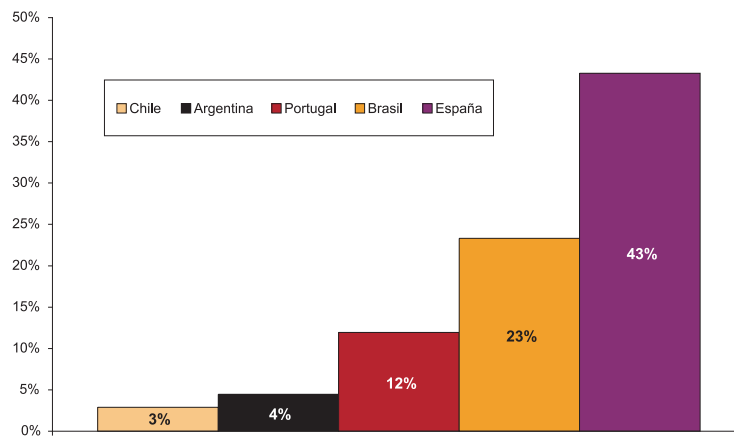
BIOSIS

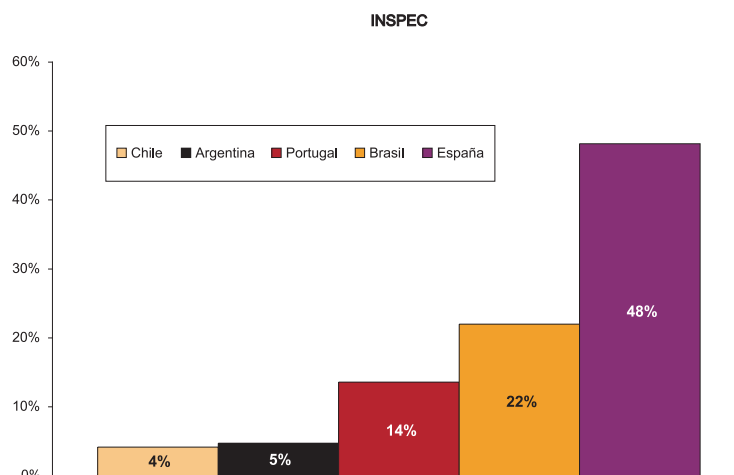


MEDLINE



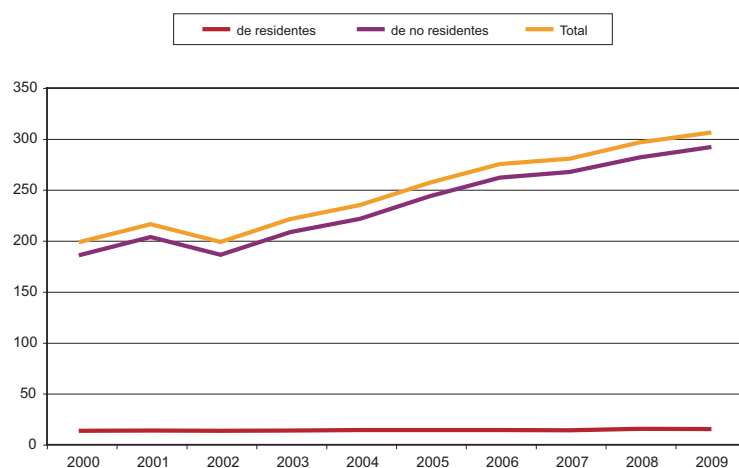
COMPENDEX





*Se calculan los porcentajes de la relación entre las publicaciones de cada país y el total Iberoamericano.

5.5. Solicitudes de patentes en Iberoamérica.*



El número de patentes solicitadas por residentes de Iberoamérica se mantuvo relativamente constante durante estos años, observando una muy leve tendencia al crecimiento. Muy por encima del número de patentes solicitadas por residentes, se ubican las solicitudes realizadas por no residentes, factor que explica la tendencia del número total de patentes solicitadas.

* En miles

1.2 EXPORTACIONES DE AMÉRICA LATINA EN LOS 2000: ¿ES AMÉRICA LATINA MÁS PRIMARIA QUE NUNCA?

FACUNDO ALBORNOZ¹

INTRODUCCIÓN

Nos interesa en este capítulo caracterizar la evolución de las exportaciones de América Latina y el Caribe durante la década pasada (años 2000-2010). Para ello, hemos analizado los flujos de comercio internacional distinguiendo entre recursos naturales (agricultura, minería, pesca), la elaboración manufacturera de estos bienes (alimentos, combustibles) y los productos industriales. Para cualificar de manera más precisa tal evolución, hemos considerado también el crecimiento relativo de las exportaciones de Latinoamérica respecto al resto del comercio global. El motivo de este matiz es la posibilidad errónea de interpretar como específicas a las dinámicas nacionales o regionales, cuando pueden estar simplemente reflejando un fenómeno internacional. De hecho, estudiaremos las exportaciones latinoamericanas en un contexto de fuerte crecimiento del comercio mundial (más del 130% entre 2000 y 2010). Por lo tanto, si la región aumentó las exportaciones, es importante clarificar si lo hizo más o menos que el resto del mundo (tarea que realizamos en la sección 1 de este trabajo). El propósito entonces es verificar si América Latina ha ganado peso en los mercados internacionales, en qué bienes ha podido hacerlo y si ha habido cambios importantes en el tipo de especialización en productos primarios que caracteriza a la región.

Una pregunta que guía nuestra exploración empírica es, tal cual propone el título, si las exportaciones latinoamericanas acentuaron o no su especialización en productos primarios. ¿Qué quiere decir primarización de las exportaciones? En este trabajo, primarización

denomina a un proceso por el cual las exportaciones de bienes primarios aumentan su importancia para explicar la composición y evolución de las exportaciones totales. Es decir, las exportaciones de la región se concentran de manera creciente en bienes cuya producción se asocia muy fuertemente a la existencia de recursos naturales. Este hecho no conlleva necesariamente una definición valorativa. Discutir la conveniencia de que las economías latinoamericanas se especialicen en la producción de manufacturas va más allá de nuestro propósito. Sin embargo, es más fácil aceptar la conveniencia de exportar productos diferenciados y de alto contenido tecnológico. Ambas actividades además se vinculan de manera más directa con los esfuerzos en ciencia y tecnología. Dado que, tal cual se muestra en este libro, los países de América Latina incrementaron significativamente su esfuerzo en ciencia y tecnología durante la última década, resulta natural plantearse si este proceso coincidió o no con una mayor complejidad de sus exportaciones. Para ello, interesa en particular abandonar categorías sectoriales (que analizamos en las secciones 2 y 3) para concentrarse en definiciones que permitan identificar si los bienes son diferenciados y su nivel de contenido tecnológico (sección 4).

La evolución de las exportaciones de América Latina resume un conjunto de experiencias específicas que nos interesa distinguir (en la sección 5). De hecho, no todos los países de la región comparten similares estructuras productivas y su consecuente patrón de especialización comercial. Entender las distintas trayectorias de comercio internacional y asociarlas con diferencias en los esfuerzos científico-tecnológicos puede contribuir también a la posibilidad de clarificar cómo el esfuerzo en ciencia y tecnología se puede plasmar o no en una inserción internacional de mayor alcance y sofisticación.

33

1. CONICET, IIEP (UBA) y CIED (Universidad de Tres de Febrero)

El proceso que se quiere describir es complejo, ya que involucra diversas facetas que impiden una caracterización categórica sobre las exportaciones de la región. Se verá, por ejemplo, una primarización creciente que coincide, quizás paradójicamente, con un crecimiento importante de las exportaciones industriales. Esto delata la importancia del crecimiento de los precios internacionales de los bienes basados en recursos naturales. Dado que los precios mundiales escapan al control de la región, es posible entonces que la región acentúe la especialización en bienes primarios de manera exógena, a pesar de los esfuerzos en ciencia y tecnología.

Se observa también que las exportaciones de la región al mundo pierden sofisticación (tanto en términos de diferenciación de producto como en contenido tecnológico), pero se observa al mismo tiempo que el comercio intrarregional aumenta su importancia como fuente no sólo de exportaciones en general sino, particularmente, de productos diferenciados y de relativamente alto contenido tecnológico. La evidencia que analizamos permite entonces destacar la importancia de la región para las exportaciones de los países que la componen.

El resto del capítulo le da substancia a cada una de estas afirmaciones siguientes que caracterizan a las exportaciones de América Latina durante los 2000:

Característica 1. *Las exportaciones de América Latina crecieron substancialmente durante 2000-2010. Esta evolución acompaña el incremento del comercio mundial y refleja el crecimiento económico de la región, acentuando el perfil regional de las exportaciones latinoamericanas.*

Característica 2. *En un contexto de aumento fenomenal y sostenido de precios de las commodities y de los alimentos, América Latina acentuó su rol de exportador de bienes intensivos en recursos naturales, aunque mantuvo su peso en cuanto a exportador de manufacturas a nivel mundial gracias en parte al crecimiento de exportaciones de alimentos y bebidas.*

Característica 3. *Si bien las exportaciones manufactureras de América Latina crecieron a una tasa similar a las del Resto del Mundo, el patrón de especialización de la región profundizó su especialización en bienes que procesan recursos naturales. Las excepciones pueden explicarse por el México y su rol de ensamblador de manufacturas al interior del NAFTA. Sin embargo, se observa que la producción industrial se ha internacionalizado durante la década.*

Característica 4. *Las exportaciones de América Latina se explican de manera creciente por productos no diferenciados. Esto refuerza la idea de la primarización de las exportaciones. Sin embargo, se puede observar que el comercio intrarregional involucra gran parte de las exportaciones de bienes diferenciados, indicando su importancia creciente para mejorar la calidad de las exportaciones Latinoamericanas.*

Característica 5. *La pérdida de peso en el comercio internacional en bienes de contenido tecnológico alto y medio-alto ratifica que la región acentuó su especialización en bienes de bajo procesamiento y basados en la abundancia del recursos naturales que no involucra altos niveles de contenido tecnológico. De nuevo, es interesante destacar que el comercio intrarregional conlleva exportaciones de mayor contenido tecnológico.*

Característica 6. *El proceso de primarización fue generalizado en toda la región a excepción de los casos de Costa Rica y, en mayor medida, de Argentina. La primarización de las exportaciones se da de manera muy clara en los casos de Brasil y México, siendo estos países de importante tradición en exportaciones industriales, y se acentúa en países de larga concentración en exportaciones primarias como los casos de Chile y Perú.*

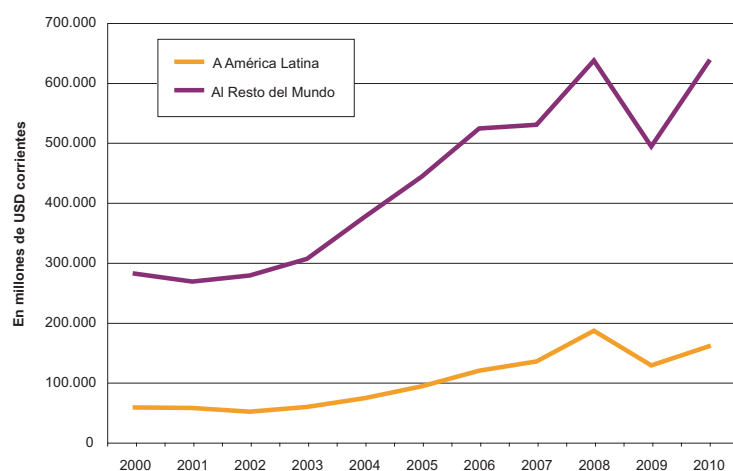
1. EXPORTACIONES DESDE AMÉRICA LATINA 2000-2010

A primera vista, es posible afirmar que América Latina ha experimentado un crecimiento formidable de sus exportaciones. De hecho, el valor de las exportaciones de la región (a precios corrientes) aumentó 135% durante esta década. Esto implica un incremento anual de casi 9% (8,9%). Sin embargo, este proceso de crecimiento refleja la evolución del comercio mundial, ya que éste, excluyendo a América Latina, creció 131% durante el mismo período; a un ritmo anual de 8,7%. Entonces, el boom exportador no es específico de la región. Más aún, si bien las exportaciones de América Latina crecieron entre 2000 y 2010, la región continúa explicando tan sólo el 5% del comercio mundial. Esto da cuenta de una región relativamente cerrada al mundo, una conclusión que se refuerza si se considera que América Latina explica el 8,2% del producto bruto mundial. Es decir, América Latina contribuye más a la producción mundial que al comercio internacional.

Es posible también observar que las exportaciones de América Latina se “regionalizaron”. En el **Gráfico 1**, las exportaciones pueden distinguirse entre aquellas que se dan dentro de la región (intrarregionales) y aquellas que alcanzan al Resto del Mundo.

Las exportaciones intrarregionales crecieron un 179% mientras que las destinadas a otras regiones alcanzaron un crecimiento de 126%. Como resultado de esta dinámica, el comercio intrarregional pasó de representar el 17% de las exportaciones en 2000 al 20% en 2010. Por lo tanto, en un contexto de crecimiento del comercio global, las exportaciones crecieron hacia todo el mundo, aumentando, sin embargo, la importancia del comercio intrarregional. Tal regionalización es posible que esté asociada al mayor crecimiento económico que logró la región con respecto al resto del mundo. De hecho, la región como un todo creció 39% entre 2000 y 2010 mientras que el resto del mundo lo hizo a un ritmo menor (28%).

Gráfico 1. Evolución de las exportaciones de América Latina por Región de Destino



Fuente: Comtrade

La evidencia permite sustentar la afirmación siguiente:

Característica 1. Las exportaciones de América Latina crecieron substancialmente durante 2000-2010. Esta evolución acompaña el incremento del comercio mundial y refleja el crecimiento económico de la región, acentuando el perfil regional de las exportaciones latinoamericanas.

2. PRIMARIZACIÓN DE LAS EXPORTACIONES LATINOAMERICANAS

¿Qué quiere decir que se primarizaron las exportaciones de América Latina? ¿En qué sentido? ¿A costa de qué sectores? ¿Refleja tal proceso una reasignación de recursos y energía productiva hacia la producción de bienes primarios?

2.1. Una aproximación

Para formar al menos una respuesta aproximada a estas preguntas debemos estudiar las dinámicas particulares de cada sector. Como una primera aproximación, clasifiquemos las exportaciones en 4 grandes grupos: primarias, manufactureras, combustibles y energía. Las exportaciones primarias incluyen los bienes agrícolas sin procesar y minerales.² En esta categoría se encuentran bienes característicos de la región como el café, el cobre y la soja. Las otras categorías son auto-explicativas, aunque vale la pena recordar que “manufacturas” involucra bienes tan disímiles como los alimentos, commodities industriales y bienes de alta sofisticación como aviones y reactores nucleares. Más adelante daremos cuenta de tales diferencias.

Dado que el crecimiento de las exportaciones totales de la región fue similar al de aquellas del resto del mundo (135% y 131%, respectivamente), resulta útil comparar la evolución por rubro entre las dos regiones. La **Tabla 1** nos informa de tales dinámicas diferenciadas por tipo de bien y región.

A primera vista, al igual que el comercio mundial, las exportaciones de la región crecieron en todas las categorías. Sin embargo, las exportaciones de bienes primarios lideran el crecimiento en América Latina, creciendo (333%) aún más que las del resto del mundo (219%). Es en este sentido que es posible sugerir que las exportaciones de América Latina se han “primarizado” durante esta década.

La **Tabla 2** muestra cuánto del comercio internacional es explicado por América Latina para cada categoría y sustenta una

Tabla 1. Crecimiento de las exportaciones por tipo de bien y región

	Crecimiento de las Exportaciones Totales	Crecimiento de las Exportaciones Primarias	Crecimiento de las Exportaciones Industriales	Crecimiento de las Exportaciones de Energía	Crecimiento de las Exportaciones Primarias y de Energía
América Latina	135%	333%	107%	104%	201%
Resto del Mundo	131%	219%	117%	214%	216%

Fuente: Elaboración propia en base a Comtrade.

2. Para un análisis más preciso, en el presente artículo, las exportaciones de oro y cobre se consideraron dentro de las exportaciones primarias y del sector Minas y Canteras.

apreciación similar de “primarización”, ya que América Latina aumentó su participación en el mercado global de bienes primarios, pasando de explicar el 16% en 2000 a proveer el 21% de estas exportaciones en 2010.

Sin embargo, el proceso de primarización es complejo y va más allá del aumento relativo del sector primario en cuanto al valor de las exportaciones. De hecho, si sumamos las exportaciones de energía (principalmente petróleo y gas) a las primarias para generar una categoría que capture exportaciones dependientes de los recursos naturales (última columna de **Tabla 4**), vemos que las exportaciones de recursos naturales crecieron más en el mundo que en la región. Más aún, las exportaciones de bienes industriales crecieron a una tasa similar en ambas regiones (107% para América Latina y 117% para el resto del mundo). Esto es un dato importante pues indica que, mismo si las exportaciones latinoamericanas aparecen como primarizándose en valor, este proceso no parece haberse dado a costa de las exportaciones industriales. Sin embargo, las exportaciones industriales involucran también productos que resultan de elaborar recursos naturales. Por lo tanto, es preciso seguir indagando.

2.2. Exportaciones por sector de origen

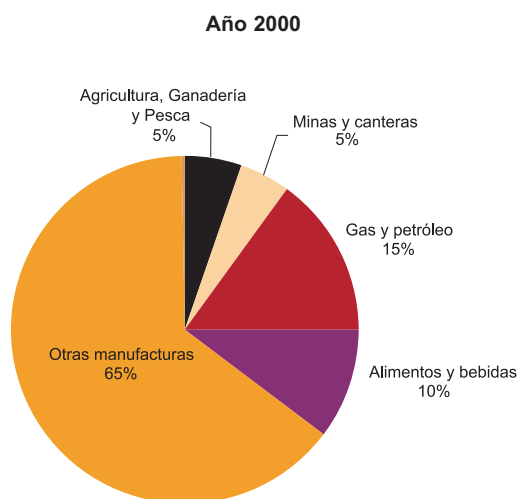
Para ver de manera más precisa si las exportaciones latinoamericanas dependen de manera creciente de la abundancia de recursos naturales, podemos distinguir entre el sector de origen. Nos interesamos en esta sub-sección en las siguientes categorías: Agricultura, Ganadería y Pesca; Minas y Canteras; Gas y Petróleo; Alimentos y Bebidas; y Otras Manufacturas. El gráfico siguiente describe la composición de las exportaciones latinoamericanas en 2000 y 2010 de acuerdo a estas categorías. Como se puede apreciar, las exportaciones del rubro “otras manufacturas” (productos manufactureros que excluyen alimentos y bebidas) pasaron de representar el 65% del total en 2000 al 49% en 2010. Asimismo, se observa un fuerte crecimiento en la participación de las exportaciones originadas por el sector Minas y Canteras, reflejando el fuerte crecimiento de exportaciones de oro y cobre, Alimentos y Bebidas y Agricultura, Ganadería y Pesca. Todos estos sectores dependen de la explotación de recursos naturales abundantes en la región. Se identifica así una nueva dimensión de la primarización de las exportaciones de América Latina (**Gráfico 2**).

Tabla 2. Participación de las exportaciones de América Latina en el comercio internacional por tipo de bien

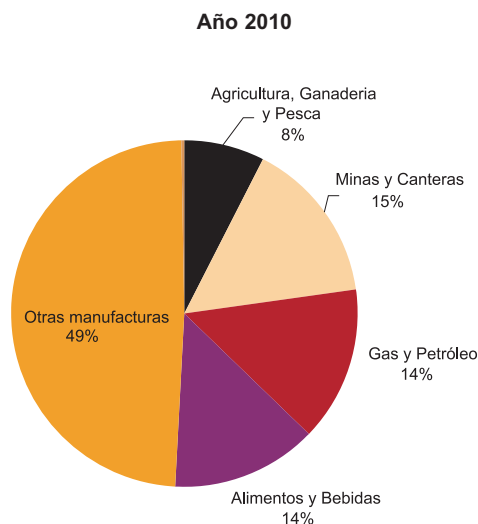
Clasificación	2000	2010
TOTAL	5%	5%
Primarios	16%	21%
Manufactureros	4%	4%
Energía	10%	7%
Primarios+Energía	12%	11%

Fuente: Elaboración propia en base a *Comtrade*.

Gráfico 2. Descomposición del valor corriente de las exportaciones de América Latina por sector de origen.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de *Comtrade*.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de *Comtrade*.

Tabla 3. Participación de América Latina en el comercio internacional de cada producto

Clasificación	2000	2010
Agricultura, Ganadería y Pesca	12%	14%
Minas y Canteras	18%	22%
Gas y Petróleo	16%	7%
Alimentos y Bebidas	11%	13%
Otras Manufacturas	4%	3%

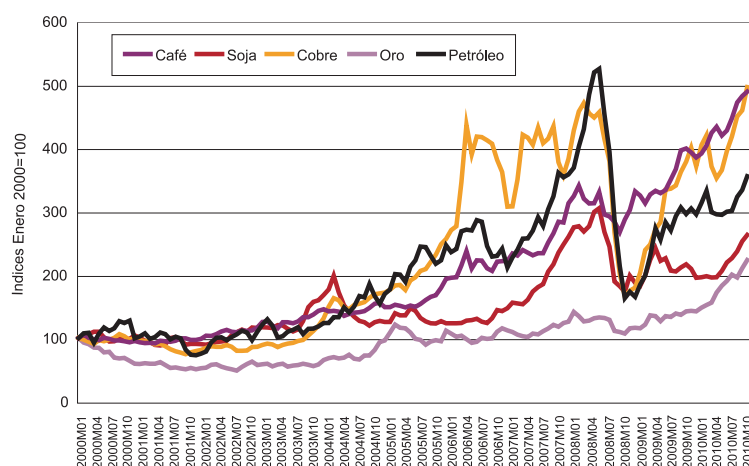
En la **Tabla 3**, vemos qué tipo de exportación aumentó su peso en el comercio mundial. Vemos entonces que, efectivamente, América Latina aumentó su participación en mercados basados en recursos naturales (Agricultura, Ganadería y Pesca, Explotación de minas y canteras y Alimentos y Bebidas), excepto en los mercados de la energía (petróleo y gas natural principalmente). Esta tabla nos informa también que las exportaciones industriales se sostienen en el crecimiento de las exportaciones de Alimentos y Bebidas.

2.3. ¿Un efecto de precios?

Hemos establecido que América Latina aumentó su importancia como proveedor de productos basados en recursos naturales, aunque preserva su peso, apenas modesto pero no desdeñable, en el mercado global de manufacturas. Si bien este primer análisis sugiere que las exportaciones de América Latina se han “primarizado”, esta apreciación se basa en el análisis de las exportaciones a precios corrientes y, por lo tanto, puede estar influenciada por la variación de los precios de los commodities. Nos interesa entonces identificar si tal crecimiento es, al menos en parte, consecuencia del crecimiento fenomenal de precios. Tal cual puede verse en el **Gráfico 3**, los precios internacionales de los principales *commodities* que exporta la región se multiplicaron, llegando a cuadruplicarse en algunos casos durante la pasada década. De manera más precisa, el oro y el cobre lideraron los incrementos cercanos al 400%. Por otro lado, el café fue el bien cuyo precio creció a un ritmo menor, aunque esto no evitó que se haya duplicado en estos años. El **Gráfico 4** indica que este fenómeno de precios alcanza también a las exportaciones de alimentos.³

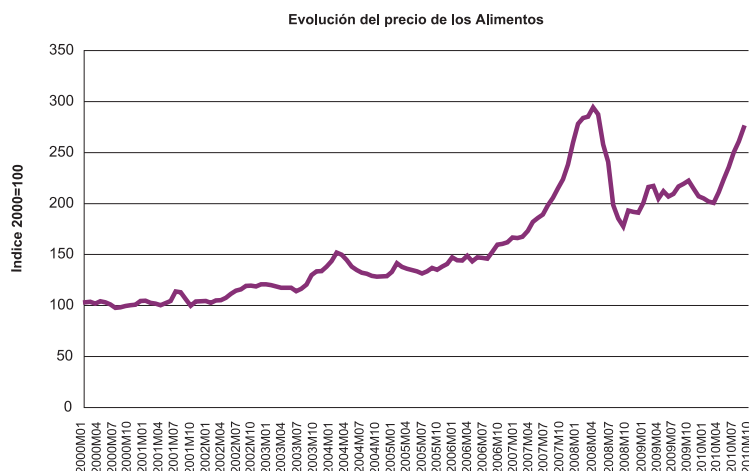
37

Gráfico 3. Evolución de los precios internacionales de los principales bienes que exporta la región.



Fuente: World Bank Commodity Price Data

Gráfico 4. Evolución del Índice de precios de Alimentos (Índice 2000=100)



Fuente: World Bank Commodity Price Data

Para resumir, la siguiente característica de las exportaciones latinoamericanas es fácil de fundamentar:

Característica 2. En un contexto de aumento fenomenal y sostenido de precios de las *commodities* y de los alimentos, América Latina acentuó su rol de exportador de bienes intensivos en recursos naturales, aunque mantuvo su peso en cuanto a exportador de manufacturas a nivel mundial gracias en parte al crecimiento de exportaciones de alimentos y bebidas.

3. Luego de un breve y abrupto descenso de los precios en 2008, el incremento total de los mismos durante la década fue de 168%. Esta evolución puede explicar en parte el fuerte crecimiento de las exportaciones de Alimentos y Bebidas (196% a precios corrientes) que se analizará más adelante en detalle.

3. EXPORTACIONES INDUSTRIALES

En un contexto de “primarización” de las exportaciones, América Latina mantuvo su participación en el comercio internacional de manufacturas. Tal resultado conlleva mérito pues se da al mismo tiempo que el mencionado aumento de los precios de commodities.

Sin embargo, esta interpretación adolece de un nivel muy alto de agregación que resulta poco informativo para la evaluación de la inserción internacional de este sector. Nos interesa entonces distinguir entre las manufacturas que implican un procesamiento de los recursos naturales (por ejemplo, aceite de soja y tabaco) de aquellas que involucran un mayor peso tecnológico, como computadoras y equipos de comunicaciones.

3.1. Evolución de las exportaciones industriales por tipo de bien

Dada la heterogeneidad del sector manufacturero, resulta útil descomponer el crecimiento de las exportaciones de este sector según tipo de bien comparado con el del resto del mundo. De esta manera, se puede complejizar y matizar el proceso de “primarización” que hemos expuesto. La **Tablas 4 y 5** exponen los resultados principales.

Tal cual se adelantó en punto anterior, las exportaciones industriales en América Latina son explicadas principalmente por sectores que agregan valor a los recursos naturales existentes. Por ejemplo, las exportaciones de Alimentos y Bebidas, Tabaco y Papel crecieron a un ritmo mayor en América Latina que en el resto del mundo. Esto refuerza la idea de primarización de las exportaciones latinoamericanas.

Sin embargo, existen sorpresas. Los rubros Maquinaria y Equipo e Instrumentos Médicos también ganaron peso en el mercado global. El problema es que el crecimiento de estos sectores es explicado por las exportaciones de México hacia sus socios del NAFTA (**Tabla 6**).

También podemos observar que la región como un todo acompañó el crecimiento global del comercio de automotores y de productos químicos. Esto es importante ya que estos bienes involucran un uso relativamente intensivo de tecnología y conocimiento.

Otra dimensión de análisis consiste en identificar los 10 principales productos exportados por la región y computar cuánto estos bienes han contribuido si hubo algún cambio en el ranking, si hay bienes nuevos que crecieron significativamente.

Tabla 4. Crecimiento de las exportaciones manufactureras de América Latina y del Resto del Mundo entre 2000 y 2010, por sector CIU de origen.

Sector	Crecimiento de las Expo de América Latina	Crecimiento de las exportaciones del Resto del Mundo
Alimentos y Bebidas	196%	145%
Tabaco	106%	49%
Textiles	27%	68%
Prendas de Vestir	4%	78%
Cuero y artículos de cuero	51%	93%
Arts. De madera y corcho	-9%	14%
Papel y productos de papel	155%	67%
Edición e impresión	8%	4%
Productos de la refinación de Petróleo	2%	15%
Sustancias y Productos Químicos	165%	171%
Productos de caucho y plástico	126%	147%
Productos minerales no metálicos	52%	98%
Metales Comunes	144%	193%
Productos elaborados de metal	90%	145%
Maquinaria y equipo	161%	111%
Maquinaria de oficina, contabilidad e informática	9%	26%
Maquinaria y aparatos eléctricos	16%	126%
Equipos de telecomunicaciones	-78%	-44%
Intrumentos médicos, ópticos y relojes	175%	156%
Vehículos automotores	93%	96%
Otros equipos de transporte	49%	108%
Muebles para industria manufacturera	46%	107%

Tabla 5. Principales productos exportados por la región en 2010 y su contribución al crecimiento total de las exportaciones entre 2000-2010

Bien	Exportaciones Totales*	Exportaciones al Resto del Mundo*	Contribución al Crecimiento 2000-2010
Aceites crudos de petróleo	88.054	77.404	10%
Automóviles	32.270	20.948	3%
Minerales de Hierro	30.907	29.979	6%
Cobre refinado y aleaciones	27.529	25.076	5%
Minerales de cobre y sus concentrados	23.355	21.820	4%
Televisores	21.633	19.355	3%
Oro en bruto	21.175	21.148	4%
Teléfonos, incluidos los celulares y otras redes inalámbricas	19.930	17.817	4%
Partes y accesorios para automóviles	18.991	14.786	2%
Habas y porotos de soja	17.686	16.360	3%
TOTAL	301.531	264.694	45%
% DEL TOTAL	38%	42%	

* En millones de dólares

Fuente: Elaboración propia en base a *Comtrade*

Como se puede observar en la **Tabla 5**, los 10 principales bienes de exportación de la región en 2000 explicaron el 45 % del crecimiento de las exportaciones. Esto sugiere que la región profundizó su patrón de especialización. Es importante notar que la mayoría de estos bienes dependen de la abundancia de recursos naturales. Las excepciones incluyen los automóviles y sus partes, teléfonos y monitores. Sin embargo, la **Tabla 6** muestra que las exportaciones de México con destino a Estados Unidos y Canadá explican más del 90% del total de la región.

3.2. Internacionalización de la producción industrial de América Latina

39

Por último, es interesante ver si la producción manufacturera expandió su alcance internacional. Para ello, es posible computar cuánto representaron las exportaciones de la producción industrial. De esta manera, es posible verificar si la industrial latinoamericana se internacionalizó o no. El **Gráfico 5** muestra la evolución del porcentaje de las exportaciones con respecto al valor

Tabla 6. Principales exportaciones Industriales de México (2010)

Descripción	Monto Exportado en USD corrientes	% del Total Exportado por América Latina al Resto del Mundo
Automóviles	20.180	96%
Televisores	19.309	99.7%
Teléfonos, incluidos los celulares y otras redes inalámbricas	17.393	98%
Partes y accesorios para automóviles	13.602	92%

En millones de dólares. Fuente: *Comtrade*

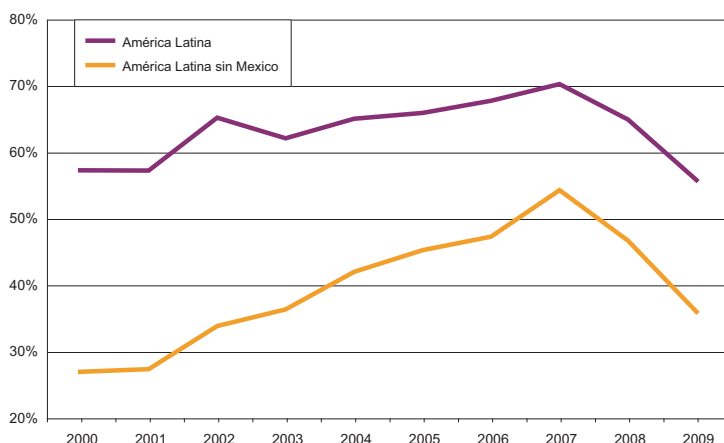
agregado.

Como puede verse, no se registran cambios en el indicador de internacionalización entre 2000 y 2009 cuando se mira a las exportaciones de la región como un todo, mismo si puede observarse un crecimiento hasta 2007. Sin embargo, cuando se toma América Latina excluyendo a México se puede ver que efectivamente el valor agregado industrial ha ganado niveles de internacionalización durante estos años. Este hecho es importante y permite una visión en la que las exportaciones industriales ganan en importancia mismo aun en un contexto de primarización.

Para resumir:

Característica 3. Si bien las exportaciones manufactureras de América Latina crecieron a una tasa similar a las del Resto del Mundo, el patrón de especialización de la región profundizó su especialización en bienes que procesan recursos naturales. Las excepciones pueden explicarse por México y su rol de ensamblador de manufacturas al interior del NAFTA. Sin embargo, se observa que la producción industrial se ha internacionalizado durante la década.

Gráfico 5. Evolución de las exportaciones manufactureras de América Latina como porcentaje del Valor Agregado del sector Manufactureras



Fuente: Banco Mundial

de referencia donde se determina el precio del mismo y que su adquisición involucra mayores costos de búsqueda entre compradores y vendedores (Besedes y Prusa, 2005) y, por lo tanto, conducen a relaciones más prolongadas y con precios más estables en el tiempo.

De acuerdo con esta clasificación, la evolución de las exportaciones de la región queda indicada en el **Gráfico 6**.

Mientras que la exportación de bienes diferenciados creció 52%, los bienes no diferenciados aumentaron sus exportaciones 204%. Esta dinámica se explica principalmente por la evolución del comercio al Resto del Mundo, donde las exportaciones de bienes Diferenciados crecieron tan sólo 28%, mientras que las de productos No Diferenciados aumentaron 221%. Esta evolución tan dispar es, sin duda, reflejo de la evolución de los precios de los commodities que ya analizamos.

Sin embargo, es interesante destacar que la dinámica del comercio intrarregional y la de las exportaciones hacia el Resto del Mundo difieren en cuanto al peso explicado por los bienes diferenciados. De hecho, el **Gráfico 7** informa que, al interior de la región, las exportaciones de bienes diferenciados son aún más importantes que la de los bienes no diferenciados.

Si bien las exportaciones intraregionales constituyen aproximadamente el 20% del total, la dinámica es marcadamente distinta al resto del comercio de la región. Las exportaciones diferenciadas crecieron 199% mientras que las de no diferenciados lo hicieron 140%. Por lo tanto, a pesar del aumento del precio de los commodities, el comercio intrarregional presenta una dinámica particular. Esta dinámica puede responder a los acuerdos comerciales entre los países de la región y al mayor crecimiento económico que caracterizó a América Latina durante la década. En contexto de incremento de los precios internacionales de commodities, cabe destacar que el crecimiento del comercio de este tipo de bienes demuestra la creciente capacidad de las empresas para diferenciar sus bienes y evitar de este modo la competencia de precios que se da en los productos homogéneos

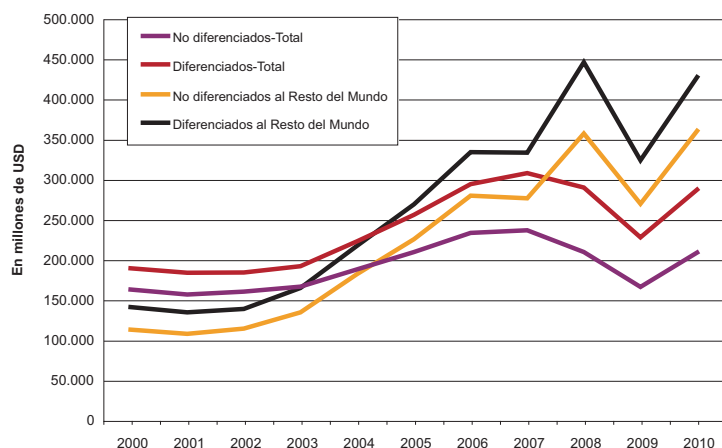
4. CALIDAD DE EXPORTACIONES: BIENES DIFERENCIADOS Y CONTENIDO TECNOLÓGICO

Identificar la evolución de las exportaciones por sector nos da información sobre el tipo de inserción internacional de la región pero no permite calificar si este proceso ha implicado una mejora de la calidad de las exportaciones. Para ello, es necesario distinguir las exportaciones por su grado de diferenciación de producto y contenido tecnológico. La premisa que guía el análisis es que los bienes diferenciados y de mayor contenido tecnológico implican exportaciones de mayor valor agregado y resistencia frente a los vaivenes de la demanda internacional. Involucran también mayores salarios y se asocian de manera más directa con los esfuerzos de la región en ciencia y tecnología.

4.1. Exportaciones de Bienes Diferenciados desde América Latina

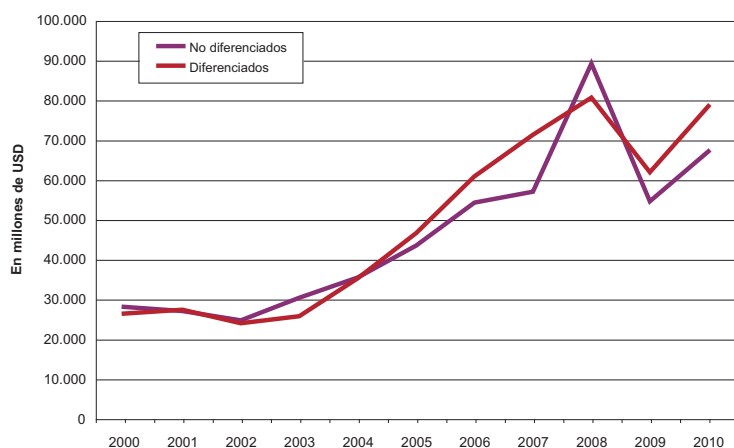
Para identificar los bienes diferenciados utilizamos la clasificación propuesta por Rauch (1997, actualizada en 2007) en bienes Diferenciados y No Diferenciados. De acuerdo a Rauch, los bienes diferenciados son aquellos para los cuales no existe un mercado

Gráfico 6. Evolución de las exportaciones totales y al Resto del Mundo, por tipo de bien



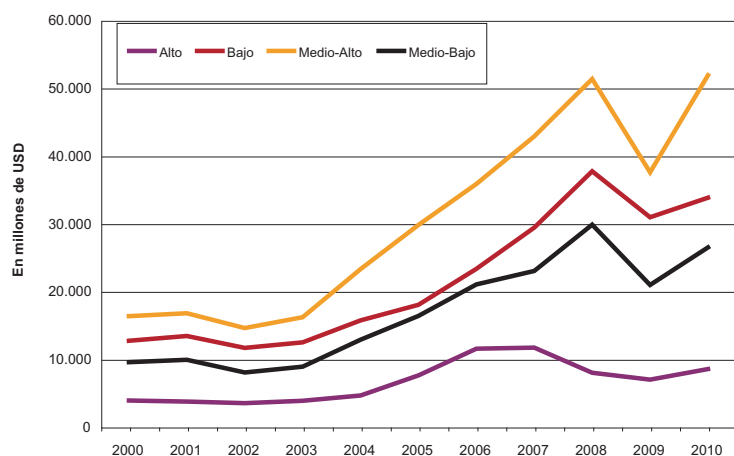
Fuente: Elaboración propia en base a datos de *Comtrade*

Gráfico 7. Evolución de las exportaciones intrarregionales



Fuente: Elaboración propia en base a datos de *Comtrade*

Gráfico 8. Evolución de las exportaciones a América Latina por contenido tecnológico del bien



Fuente: Elaboración propia en base a datos de *Comtrade*

(Rauch, 1997 y 2007). Dada la inestabilidad que atravesó la región en las décadas anteriores, esta dinámica contribuiría a reducir la volatilidad de estos países.

Característica 4. Las exportaciones de América Latina se explican de manera creciente por productos no diferenciados. Esto refuerza la idea de la primarización de las exportaciones. Sin embargo, se puede observar que el comercio intrarregional involucra gran parte de las exportaciones de bienes diferenciados indicando su importancia creciente para mejorar la calidad de las exportaciones latinoamericanas.

4.2. Exportaciones Latinoamericanas según contenido tecnológico.

Una estrategia alternativa es utilizar la clasificación propuesta por Hatzichronoglou (1997) para identificar el contenido tecnológico de cada uno de los bienes. En este caso, la producción de bienes de mayor contenido tecnológico implica el dominio de tecnologías de producción más modernas y refleja, por lo tanto, el grado de desarrollo de las exportaciones de un país.

Para identificar las diferencias entre el comercio intrarregional y las exportaciones al resto de mundo, los **Gráficos 8 y 9** muestran ambos mercados por separado.

En primer lugar, el **Gráfico 8** describe la dinámica de exportaciones intrarregionales según contenido tecnológico.

Considerando las exportaciones intrarregionales, los bienes de contenido tecnológico Medio-Alto son los de mayor participación en el total y los más dinámicos en el período (crecieron 219%). Si bien los bienes de contenido tecnológico bajo y medio-bajo presentan una dinámica similar, los de contenido tecnológico alto cayeron con la crisis de 2008 y en 2010 sin recuperar aún el nivel previo a la crisis internacional.

Por otro lado, las exportaciones a las otras regiones del mundo presentaron la siguiente dinámica (**Gráfico 9**).

Las exportaciones de contenido Medio-Bajo fueron las más dinámicas de las exportaciones (crecieron 181%), aunque las de contenidos bajo y medio-alto mantuvieron son posiciones preponderantes. Por otro lado, las exportaciones de contenido tecnológico alto decrecieron un 16%; un deterioro que se diferencia del ocurrido con las exportaciones

intrarregionales ya que comienza en 2007, antes que la crisis mundial afecte al comercio global.

Dado que la dinámica de las exportaciones según contenido tecnológico difiere dependiendo de si se exporta dentro de la región o hacia el resto del mundo, resulta útil analizar la participación de América Latina en las exportaciones por cada tipo de bien. La **Tabla 7** contiene esta información.

La participación de la región en el comercio internacional de bienes de contenido tecnológico bajo y medio-bajo se incrementó levemente mientras que la de bienes de contenido tecnológico alto y medio-alto se redujo. Esta evidencia sugiere:

Característica 5. *La pérdida de peso en el comercio internacional en bienes de contenido tecnológico alto y medio-alto ratifica que la región acentuó su especialización en bienes de bajo procesamiento y basados en la abundancia del recursos naturales que no involucra altos niveles de contenido tecnológico. De nuevo, es interesante destacar que el comercio intrarregional conlleva exportaciones de mayor contenido tecnológico.*

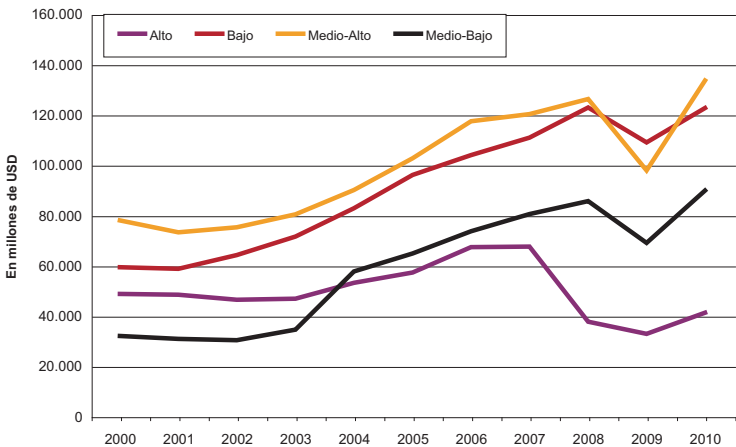
5. TRAYECTORIAS PARTICULARES

Dado que la evolución de las exportaciones de la región responde a cambios en la inserción internacional de los países que la componen, pasamos ahora a estudiar estas trayectorias particulares. El objetivo del presente ejercicio es identificar experiencias particulares en el desempeño de cada país y clarificar cuáles dan mayor impronta primaria a las exportaciones latinoamericanas. Para ello, analizaremos el crecimiento de las exportaciones en los países siguientes: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México y Perú. Para justificar tal selección, es importante notar que estos países representaron en su conjunto el 90% del comercio total de la región.

La **Tabla 8** informa el crecimiento de las exportaciones por tipo de bien para cada uno de los países seleccionados.

Si bien las exportaciones de todos los países aumentaron, las exportaciones con mayor dinamismo fueron las de Perú (409%), Chile (297%) y Brasil (273%). En estos tres casos, las exportaciones que más crecieron fueron las de bienes primarios, por un lado, y las de energía y combustibles para los casos de

Gráfico 9. Evolución de las exportaciones al resto del mundo por contenido tecnológico



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Comtrade

Tabla 7. Participación de las exportaciones de América Latina en el Comercio Mundial

Contenido Tecnológico	2000	2010
ALTO	3%	2%
BAJO	6%	7%
MEDIO-ALTO	5%	4%
MEDIO-BAJO	4%	5%

Fuente: Elaboración propia en base a Comtrade

Tabla 8. Crecimiento de las exportaciones por rubro

	Crecimiento de las exportaciones totales	Crecimiento de las exportaciones primarias	Crecimiento de las exportaciones manufactureras	Crecimiento de las exportaciones de combustibles	Crecimiento de las exportaciones primarias y combustibles
Argentina	162%	226%	183%	16%	128%
Brasil	273%	542%	178%	2103%	687%
Chile	297%	372%	204%	36%	363%
Colombia	208%	176%	123%	299%	265%
Costa Rica	66%	56%	70%	50%	56%
México	79%	212%	65%	157%	171%
Perú	409%	635%	161%	704%	644%

Fuente: Elaboración propia en base a *Comtrade*

Perú y Brasil, con aumentos muy significativos que superan el 2000% para el caso de Brasil y el 700% para el de Perú.

Comparando la evolución de las exportaciones manufactureras con respecto al total se pueden distinguir qué países aumentaron sus exportaciones industriales más aquellas de bienes primarios y combustibles (columna 6, **Tabla 8**). De esta manera, es posible afirmar que el proceso de primarización es generalizado en América Latina con la excepción de Argentina y Costa Rica.

Veamos ahora si la estructura de exportaciones de estos países se modificó durante el período de análisis. En las **Tablas 9 y 10** se descomponen las exportaciones de cada país de acuerdo al rubro de origen, grado de diferenciación y contenido tecnológico en 2000 y 2010.

La categoría “otras manufacturas” incluye aquellos bienes que no usan intensivamente los abundantes recursos naturales que caracterizan la región. Como se ve en la **Tabla 9**, estos bienes perdieron participación como porcentaje del total en todos los casos analizados. Como contrapartida, la proporción de exportaciones originadas en Agricultura, Ganadería y Pesca y Minas y Canteras crecieron también en todos estos países. Dentro de este marco, cabe remarcar los casos de Brasil, Colombia, México y Perú donde el sector “otras manufacturas” perdió más de 10% de participación en tan sólo una

43

Tabla 9. Descripción de las exportaciones de cada país por rubro

	Rubro	Argentina	Brasil	Chile	Colombia	Costa Rica	México	Perú
2000	Agricultura, Ganadería y Pesca	17%	7%	9%	8%	16%	2%	2%
	Minas y Canteras	2%	5%	43%	7%	0%	0%	39%
	Petróleo y Gas	11%	0%	0%	31%	1%	9%	2%
	Alimentos y Bebidas	27%	17%	17%	14%	15%	3%	24%
	Otras Manufacturas	43%	71%	30%	41%	68%	86%	32%
2010	Agricultura, Ganadería y Pesca	19%	10%	7%	2%	19%	3%	3%
	Minas y Canteras	6%	13%	60%	20%	0%	3%	60%
	Petróleo y Gas	6%	10%	1%	43%	1%	16%	8%
	Alimentos y Bebidas	32%	22%	9%	9%	19%	4%	12%
	Otras Manufacturas	37%	44%	23%	25%	60%	73%	17%

Fuente: Elaboración propia en base a *Comtrade*

década. Por otro lado, en Argentina y Costa Rica la caída del sector “otras manufacturas” ha sido menos pronunciada. Un grupo al que también se suma México debido a su rol de ensamblaje de manufacturas dentro del NAFTA.

Dado la heterogeneidad de productos incluidos dentro de cada sector, analicemos las exportaciones totales de acuerdo a su grado de diferenciación y contenido tecnológico y la participación de los sectores.

La **Tabla 10** confirma que la dinámica de primarización excluye a Argentina y a Costa Rica. En el caso de Argentina, el peso de las exportaciones basadas en recursos naturales cayó de 39% a 34%. En Costa Rica, la caída pasó del 23% al 21%. En todos los demás países observamos un crecimiento significativo en el peso de

contracara, el porcentaje de las exportaciones de contenido tecnológico alto o medio-alto cayó en todos los países excepto en la Argentina, cuya importancia creció del 22 al 25%, aunque mantiene valores modestos. La caída en el peso de estas exportaciones se dio particularmente en México y Brasil.

Finalmente, es posible computar cuán importantes son las exportaciones intensivas en recursos naturales para explicar el producto bruto interno de cada país. Esta aproximación imperfecta, pero informativa, de la dependencia de estos países de los recursos naturales. La **Tabla 11** muestra la relación entre exportaciones de recursos naturales y el PBI. Es importante notar que ésta creció en todos los países menos en Costa Rica. Los aumentos más substantivos se dan en Brasil, Perú y Chile. Más allá de esta dinámica, es interesante destacar los

Tabla 10. Clasificación de las exportaciones por rubro y tipo de bien en 2000 y 2010

	Exportaciones Primarias+Combustibles/ Exportaciones Totales		Exportaciones Primarias+Combustibles/PBI		% de Exportaciones Diferenciadas		% de Exportaciones con Contenido Tecnológico	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Argentina	39%	34%	4%	6%	30%	30%	22%	25%
Brasil	19%	39%	2%	4%	52%	28%	40%	27%
Chile	59%	68%	14%	24%	17%	11%	9%	7%
Colombia	60%	71%	8%	10%	32%	16%	15%	10%
Costa Rica	23%	21%	8%	6%	70%	55%	49%	35%
Mexico	13%	20%	4%	6%	81%	56%	66%	47%
Peru	51%	75%	7%	17%	17%	10%	4%	4%

Fuente: Elaboración propia en base a *Comtrade* y Banco Mundial

estas exportaciones. Destacamos, por ejemplo, el caso de Brasil, cuyo importancia relativa de los bienes primarios y combustibles pasó del 19% al 39%. Observamos que este patrón de especialización se acentuó en el caso de Perú, pasando del 51% al 75%, y se consolidó en el caso de Chile y Colombia con valores cercanos al 70%.

Es posible observar también que el peso de las exportaciones diferenciadas cayó en todos los países menos en la Argentina. Si bien el porcentaje de exportaciones diferenciadas de Argentina no era inicialmente alto con respecto a los países de la región, para el resto de los países este tipo de exportaciones redujo su peso relativo. Esto se observa marcadamente en los casos de Brasil, Colombia, México y Perú. Como

casos de Chile, Perú y Colombia, cuya dependencia de las exportaciones intensivas en recursos naturales es claramente mayor.

Resumiendo:

Característica 6. *El proceso de primarización fue generalizado en toda la región a excepción de los casos de Costa Rica y, en mayor medida, de Argentina. La primarización de las exportaciones se da de manera muy clara en los casos de Brasil y México, siendo estos países de importante tradición en exportaciones industriales, y se acentúa en países de larga concentración en exportaciones primarias como los casos de Chile y Perú.*

Tabla 11. Dependencia de exportaciones intensivas en recursos naturales, 2000 y 2010

	Exportaciones Primarias+Combustibles/PBI	
	2000	2010
Argentina	4%	6%
Brasil	2%	4%
Chile	14%	24%
Colombia	8%	10%
Costa Rica	8%	6%
México	4%	6%
Perú	7%	17%

Fuente: Elaboración propia en base a *Comtrade* y Banco Mundial

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Besedes, T.; Prusa, T.J. 2005. "Product Differentiation and Duration of US Import Trade" NBER Working Paper Series. Cambridge. National Bureau of Economic Research.

Hatzichronoglou, T. (1997); "Revision of the High-Technology sector and product classification", OECD Science, Technology and Industry working papers, 1997/2. OECD Publishing.

Rauch, J. E. (1999); "Network versus Markets in International Trade", *Journal of International Economics*, 48, 7-35. Actualizada en 2007.

2.1. LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO EN TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES EN IBEROAMÉRICA -Situación actual y tendencias-

El presente informe ha sido elaborado a pedido de la RICYT por un equipo coordinado por Rodolfo Barrere y contó con la colaboración de María Guillermina D'Onofrio, María Victoria Tignino, Cristian Merlino, Matías Milia y Lautaro Matas. Participó también, en el asesoramiento científico y el análisis de los resultados de este estudio, el Dr Pablo Jacovkis. La provisión de las bases de datos utilizadas estuvo a cargo del Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica (CAICYT-CONICET). Para el desarrollo del informe se ha contado con el apoyo del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad del Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).

49

RESUMEN

Este informe, elaborado a requerimiento del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad del Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, presenta un panorama detallado de la investigación científica y el desarrollo tecnológico en el área de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en Iberoamérica. Se ha buscado también dar cuenta de las principales tendencias registradas a nivel mundial en esta temática y su impacto y correlato con lo observado a nivel regional.

Las fuentes de información utilizadas a tal fin han sido las publicaciones científicas registradas en la base de datos bibliográfica Science Citation Index y las patentes de invención tramitadas a través del convenio PCT. La identificación de estos registros se realizó bajo la supervisión de expertos regionales en este campo. Se trata de la misma metodología utilizada en estudios previos sobre la nanotecnología, la biotecnología y la ciencia y tecnología de alimentos, publicados en 2008, 2009 y 2010, respectivamente.

Este trabajo presenta un panorama general de la producción científica en TIC a nivel mundial y regional, con un detallado acercamiento a los patrones de colaboración entre países. Se han aplicado para ello herramientas de análisis de redes sociales que muestran patrones mundiales y particularidades regionales en la investigación colaborativa. Se abordan también los principales temas estudiados por los grupos de investigación de la región.

Posteriormente, se ofrecen detalles sobre la evolución de la producción de conocimiento de aplicación industrial a través de las patentes de invención. Este estudio incluye las tendencias a nivel mundial y regional, tanto en la titularidad como en la participación de inventores iberoamericanos. Dada la complejidad de este campo, el informe incluye también un análisis detallado de los campos de aplicación de las patentes de la región y de los principales países que la integran.

PRINCIPALES AFIRMACIONES

1. Las TIC han impregnado la vida cotidiana de todos los sectores sociales en todos los países del mundo. Sin embargo, esa informatización de la sociedad no se ha producido de forma igualitaria.
2. Dado el peso que han demostrado estas tecnologías en el desarrollo a nivel mundial, cualquier proyecto de desarrollo de los países iberoamericanos debería incluir un análisis de las TIC, sus desarrollos, sus vínculos. El papel de la ciencia y la tecnología en un proyecto de esas características resulta crítico.
3. La investigación en TIC está creciendo en el mundo entero. La cantidad de artículos científicos en esta temática registrados en el SCI creció un 71% en el período 2000 - 2010, mientras que el total de la base de datos aumentó un 52%.
4. Iberoamérica ha demostrado un dinamismo aún mayor en este terreno. Los documentos de instituciones iberoamericanas relacionados con TIC se incrementaron un 214% desde 2000, alrededor del doble con respecto al total de la producción regional. La participación iberoamericana en la producción mundial en TIC pasó del 2,3% en 2000 al 3,4% en 2010.
5. Si bien en un volumen aún pequeño, un 5,6% del total de la producción de la región, se verifica una clara tendencia hacia la consolidación de un espacio iberoamericano del conocimiento en la temática de las TIC. En particular, la importancia de la colaboración iberoamericana es mucho mayor para los países de desarrollo bajo y medio que para los líderes a nivel regional.
6. La tendencia a la colaboración regional se ve también en el análisis de la cohesión de la red de colaboración científica de las TIC, que funciona efectivamente como un espacio de intercambio de conocimiento con un nivel de interacción interno mayor que el promedio general de la red de copublicación científica mundial.
7. El análisis del patentamiento en el sector TIC arroja un panorama distinto. Si bien es necesario destacar el bajo peso relativo de Iberoamérica sobre el total de las patentes, se destaca un crecimiento positivo durante la última década. El aumento del patentamiento en los países iberoamericanos se mantuvo por encima de la media mundial, destacándose el incremento en los últimos tres años de la serie, donde a nivel mundial el mismo sufría de un estancamiento y retracción.
8. A nivel mundial, el análisis de patentes muestra un crecimiento de los países asiáticos en detrimento de Estados Unidos y los países europeos.
9. A nivel de los países iberoamericanos, los casos significativos son España y Brasil. El primero con un crecimiento casi sostenido desde 2000, que lo consolida como el primer patentador de la región, incluso aumentando su preponderancia. La diferencia entre España y su inmediato seguidor, Brasil, sólo se vio reducida en un año de la serie, cuando en 2005 llegaron a una relación de 2,5 patentes españolas por cada una del país sudamericano.
10. Analizando los titulares de patentes, los países iberoamericanos se caracterizan por la ausencia casi total de empresas privadas. La mayor parte de los titulares corresponden al sector público. Se produce además una gran concentración, la diferencia entre el CSIC español y el resto es abismal.
11. La articulación del sistema de ciencia y tecnología con el entramado empresarial, para aportar a la innovación en el sector TIC aparece como uno de los desafíos más importantes y complejos que enfrenta la región.
12. La otra cara de este desafío es la llegada de las TIC a la sociedad. Una mirada interdisciplinaria sobre las TIC desde la ciencia y la tecnología puede facilitar enormemente la vinculación de estas tecnologías de información y comunicaciones con los problemas de la sociedad iberoamericana.

1. LA IMPORTANCIA DE LA I+D EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES (TIC) EN IBEROAMÉRICA

Desde la aparición de las computadoras en la década de 1940 se ha ido produciendo, primero en forma lenta y luego en forma casi vertiginosa, una “informatización” de las distintas sociedades, en el sentido de que las TIC van impregnando cada vez más la vida cotidiana de todos los sectores sociales en todos los países del mundo. Primero fue la computación con fines estrictamente científicos (y bélicos) que llevó, por ejemplo, a que ya desde 1950 en Estados Unidos se hicieran pronósticos numéricos del tiempo, cada vez más completos y confiables; luego, fundamentalmente a partir de la década comenzada justamente en 1950, la computación irrumpió en las operaciones de los bancos, de las compañías de seguros y de las grandes empresas; en la década de 1970 comenzó la computación personal, posteriormente Internet y el correo electrónico, en 1990 la web y, a lo largo de todo el tiempo, cada vez más industrias “informatizaron” sus procesos y también sus productos, y cada vez más las personas tuvieron acceso individual a las cada vez mayores posibilidades de las TIC. Estas tecnologías influyeron también en el arte, tanto en su difusión como en su creación (artes electrónicas); las computadoras permitieron crear verdaderos laboratorios y los experimentos “in silico”, según una ingeniosa frase, a veces reemplazan a los experimentos “in vitro” y a los experimentos “in vivo”, con lo cual las TIC también se inmiscuyen en la ética de muchas maneras distintas.

Sin embargo, como es de esperar, esa informatización de la sociedad no se ha producido igualmente en todos los países ni en todos los sectores sociales de cada país. Los países centrales, comenzando por Estados Unidos, mantienen un liderazgo incuestionable; más aún: las tendencias de las últimas décadas indican que en buena medida Estados Unidos basa su hegemonía mundial en el desarrollo tanto de sus TIC como de industrias significativamente influidas por ellas (inclusive las industrias culturales y de entretenimientos): los pronósticos que en la década de 1980 indicaban una tendencia a la declinación norteamericana basadas en cierta pérdida de competitividad de algunas de sus industrias tradicionales, como la automotriz, se mostraron errados, muy probablemente debido a que esas debilidades eran ampliamente compensadas por la superioridad norteamericana en las industrias más de punta, entre las cuales por supuesto las relacionadas con TIC tienen un protagonismo importantísimo. Y por supuesto está la superioridad norteamericana en la ciencia en la que estas TIC se basan, ciencia desarrollada fundamentalmente en las universidades y en organismos gubernamentales, cumpliendo así en forma muy aceitada la relación gobierno - universidades - empresas, que también funciona bien en los demás países centrales (mucho mejor que en los nuestros) y que es parte importante de su superioridad científica, tecnológica y de innovación. En cuanto a las aplicaciones bélicas de las TIC, desde sus comienzos, los comentarios son obvios y casi automáticos.

En ese sentido, nos atreveríamos a decir que cualquier proyecto de desarrollo de los países del área iberoamericana tiene que incluir indefectiblemente un análisis de las TIC, sus desarrollos, sus vínculos entre sí y con el mundo desarrollado. Este trabajo pretende cumplir esta función, a sabiendas de que la comunidad iberoamericana incluye por un lado dos naciones integradas a la Europa desarrollada, que son España y Portugal, algunos países de América Latina de desarrollo intermedio (Brasil, Argentina, México, y probablemente Chile y Colombia) y otros países cuya incidencia en este área es mucho menor. Nuestra intención es analizar y observar la situación actual, la evolución de las TIC en la comunidad iberoamericana en los últimos diez años, y las tendencias que se manifiestan, estudiando de qué manera los países integrantes generan producción científica y tecnológica propia, de qué manera se establecen los lazos entre sus comunidades relacionadas con el área (y especialmente con España y Portugal, que tienen esa posición “intermedia” entre los países más desarrollados y los de América Latina) y de qué manera se relacionan con los países centrales. A través de indicadores - fundamentalmente producción científica y tecnológica publicada en revistas indexadas y en patentes internacionales - intentaremos llevar a cabo esa tarea.

2. LAS HUELLAS DE LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO EN TIC

Si bien el conocimiento es de carácter intangible, su producción deja huellas que pueden ser medidas y analizadas para obtener un panorama detallado. La capacidad de dar cuenta del estado del arte y de las tendencias en la investigación científica y el desarrollo tecnológico se enriquece cuando combina información cuantitativa y cualitativa. Con la asistencia de expertos en el tema estudiado es posible configurar un mapa de tendencias y relaciones, configurando un insumo de utilidad para la toma de decisiones y la prospectiva.

Esas huellas de la producción de conocimiento son, por ejemplo, las publicaciones científicas y las patentes industriales. En ese sentido, el análisis de la información contenida en las bases de datos bibliográficas y de patentes de invención resulta de particular importancia, ofreciendo un enfoque más orientado a la investigación las primeras y a la aplicación industrial las segundas. Este trabajo incluye un abordaje complementario de ambos dominios de información, habiéndose utilizado por un lado una de las principales bases de datos bibliográficas internacionales, el Science Citation Index (SCI), y por el otro, la base de patentes del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT, según la sigla en inglés), que reúne al selecto conjunto de documentos que son presentados de manera simultánea en varios países a través de este acuerdo.

La dificultad inicial en un estudio que aborde las TIC recae en la dificultad de delimitar con claridad un área transversal como ésta. Ese proceso fue llevado adelante a partir de una interacción iterativa con los expertos en la

temática, en la que se ponían en práctica diferentes estrategias de búsqueda que se perfeccionaron a partir de la revisión de los documentos obtenidos.

En el caso de las publicaciones, la búsqueda de documentos fue realizada sobre la base de datos SCI, en su versión Web of Science. El SCI cuenta con una colección de alrededor de ocho mil revistas científicas de primer nivel, recopiladas con estrictos criterios de calidad y cobertura, que dan cuenta de la investigación en la frontera científica internacional. La colección que integra esta fuente de información está organizada en base a áreas temáticas que son asignadas a las revistas. Para este estudio se realizó una selección de publicaciones, representativas del campo, con el asesoramiento de expertos en la temática. Las revistas provenían de las categorías temáticas “ciencias de la computación”, “ingeniería eléctrica y electrónica” y “telecomunicaciones”. El listado completo de las revistas analizadas se encuentra en el Anexo I de este documento.

Es importante tener en cuenta también que la investigación en las áreas temáticas más importantes en torno a las TIC tiene canales de comunicación particulares y que pueden diferir de las formas típicas de puesta en común del trabajo en otras áreas disciplinarias. En este caso, para científicos e ingenieros en las áreas abarcadas, las comunicaciones en congresos tienen un papel muy importante. Sin embargo, ese tipo de literatura no está completamente cubierto en el SCI, razón por la cual la información recopilada puede tener un cierto sesgo hacia la investigación de carácter menos aplicado.

Por otra parte, las patentes de invención son una fuente valiosa de información sobre el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación. Cada una de las partes que las componen (título, resumen, descripción, reivindicaciones, titular, inventor, fecha de presentación de la solicitud, fecha de concesión de la patente, país de otorgamiento y citas del arte previo) nos permite conocer un aspecto en particular de ese resultado de investigación protegido jurídicamente, ya sea éste un producto, un proceso o un uso nuevo en el caso de los países que así lo contemplan en su régimen de propiedad intelectual.

Al igual que las publicaciones, las patentes tienen dos usos diferentes, más allá de la protección a la propiedad intelectual que brindan. Por un lado, al tratarse de un cúmulo tan enorme de información (actualmente hay más de cuarenta y siete millones de patentes en el mundo), la extracción de información puntual de los documentos sirve para favorecer la transferencia de tecnología y para facilitar la innovación en el sector productivo. Por otro lado, la construcción de indicadores a partir de los documentos de patentes permite observar las tendencias en el desarrollo tecnológico de diferentes campos, aprovechando la información estructurada en esos documentos, permitiendo poner el foco en distintos aspectos que van desde los campos de aplicación hasta la distribución geográfica de los titulares e inventores.

Existen distintas fuentes de información utilizadas habitualmente para la construcción de indicadores de patentes. De acuerdo a los intereses de cada estudio pueden seleccionarse las oficinas de propiedad industrial de uno o varios países simultáneamente. En este caso, el estudio se elaboró sobre la base de datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO, según su sigla en inglés), que contiene los documentos registrados mediante el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT).

El tratado PCT permite solicitar la patente por una invención de manera simultánea en distintos países miembros del tratado y que el inventor selecciona de acuerdo a su criterio. Si bien la decisión de otorgar o no la patente recae en cada uno de los países, este mecanismo facilita enormemente la tramitación del registro en oficinas múltiples ya que las solicitudes que llegan mediante el convenio PCT no pueden ser rechazadas por cuestiones de forma en los países miembros. Asimismo, antes de ser enviada la solicitud a cada país se elabora una “búsqueda internacional” similar a la que realizan los examinadores de cada oficina. Este documento sirve tanto al titular para evaluar la patentabilidad de su invento como a los examinadores nacionales que ven así disminuido su trabajo.

La solicitud y el mantenimiento de patentes internacionales registradas mediante el tratado PCT son costosos en términos económicos y de gestión, por lo que sólo suelen registrarse allí los inventos con un potencial económico o estratégico importante. La selección de esta fuente se basó en ese criterio de calidad, apuntando a relevar con precisión los avances tecnológicos de punta a nivel mundial. Por otra parte, con la utilización de una base de datos de estas características se facilita la comparabilidad internacional, que se vería seriamente dificultada en el caso de tomar alguna fuente nacional.

Para la selección del conjunto de patentes a analizar, se recurrió a la Clasificación Internacional de Patentes (IPC, según la sigla en inglés). Se trata de una serie de códigos, asignados por las oficinas de propiedad intelectual a cada documento, y que se basan en los campos de aplicación de la invención patentada. En este estudio se ha utilizado la definición de patentes TIC de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), basado en una serie de códigos IPC, clasificadas en “Telecomunicaciones”, “Computadoras y máquinas de oficina”, “Electrónica de consumo” y “Otras TIC”. El detalle de la definición está incluido en el Anexo II de este informe.

La extracción de datos se realizó mediante el sistema Open Patent Services de la Oficina Europea de Patentes y los registros obtenidos fueron descargados y migrados a una base de datos local diseñada para su posterior procesamiento.

3. LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN TIC

Las bases de datos bibliográficas permiten dar cuenta de la producción científica, medida a través de los artículos publicados en revistas científicas. Las principales bases de datos de este tipo, como en este caso el SCI, por sus criterios de conformación de la colección, son una fuente privilegiada para analizar las tendencias de la producción científica integrada a la corriente principal de la investigación a nivel mundial.

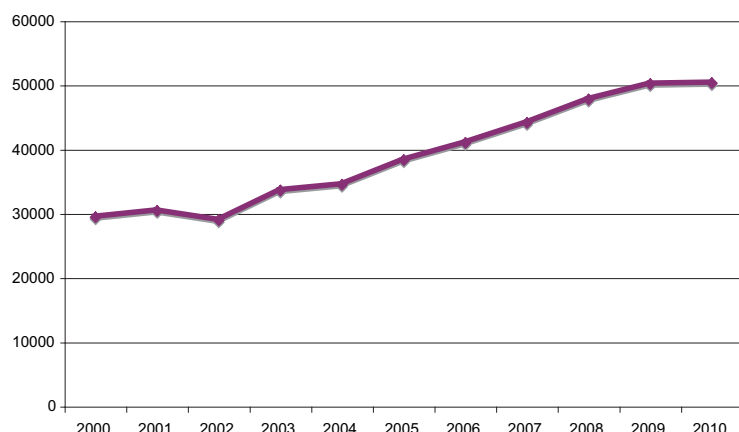
Este informe presenta un panorama de los cambios en los volúmenes de producción, los patrones de colaboración internacional, las redes de interacción y los recortes disciplinarios predominantes en la región iberoamericana y en el resto del mundo.

3.1 La evolución de la producción científica

La producción científica mundial en TIC, tal como se refleja en la base de datos internacional Science Citation Index versión Web of Science, ascendió a un total de 429.089 documentos durante el período 2000-2010, lo que representa el 3,2% del total de registros en todas las áreas científicas. Esta participación porcentual pone en evidencia que es un campo disciplinar pequeño, aunque en expansión. Los documentos publicados experimentaron un crecimiento del 71% desde el año 2000, en el que se publicaron 29.487 documentos hasta el año 2010, en el que aparecen 50.353 publicaciones. En general se observa una tendencia ascendente de crecimiento en el período, con una leve fluctuación al comienzo y un estancamiento en 2010 (**Gráfico 1**).

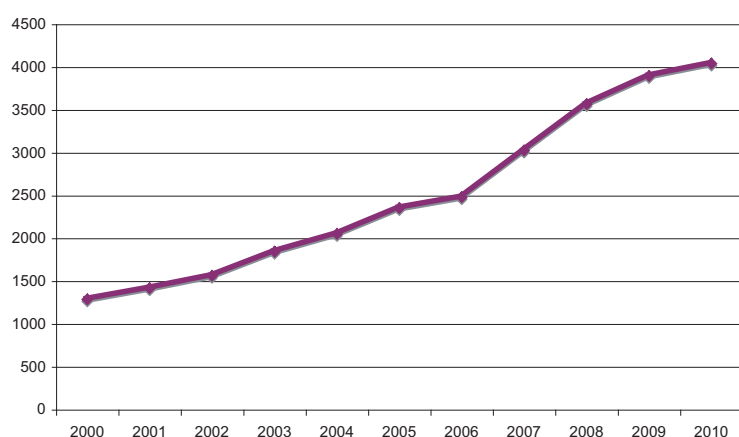
La evolución de la producción iberoamericana en TIC en el período estudiado muestra un aumento notable a lo largo del tiempo (**Gráfico 2**). Su volumen productivo pasó de 1.288 publicaciones en 2000 a 4.040 en 2010, experimentando una tasa de crecimiento del 214% entre puntas. Mientras la producción mundial se ha multiplicado por 1,7, la de Iberoamérica lo ha hecho por 3,1. La participación relativa de la región en TIC representa el 3% del volumen total de documentos iberoamericanos en la base de datos, proporción similar a la observada para el total de la producción mundial en TIC. El ritmo de crecimiento productivo ha sido constante, mostrando un aceleramiento a partir de 2007, que puede atribuirse no tanto a un incremento real del volumen productivo

Gráfico 1. Total de publicaciones en TIC (2000-2010)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Gráfico 2. Total de publicaciones iberoamericanas en TIC (2000-2010)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

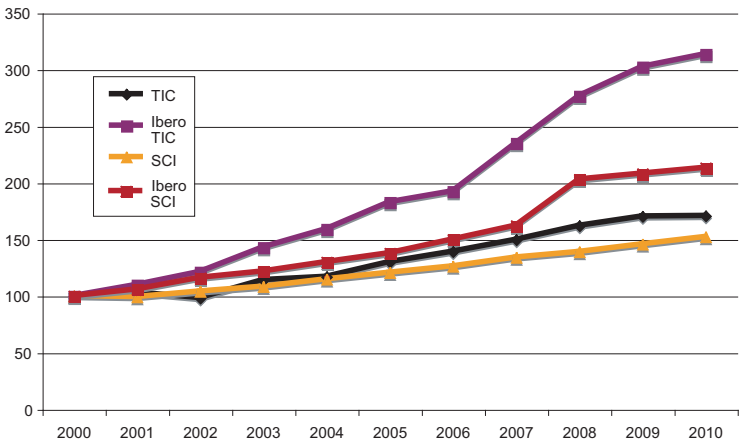
sino a una ampliación de la cobertura de revistas de Iberoamérica en el SCI.

La producción científica mundial en TIC creció a un ritmo superior al observado en el total de la producción científica recogida en el SCI en el espacio temporal 2000-2010 (**Gráfico 3**). Mientras que el total de la base de datos aumentó un 52%, en el mismo período los documentos sobre TIC lograron un crecimiento del 71%. Además, pasaron de representar el 3% de las publicaciones totales en el SCI en 2000 a comprender el 3,3% de los documentos totales en 2010. Los documentos conjuntos de todos los países iberoamericanos en todas las temáticas recogidas en la base de datos crecieron un 113%, mientras los referidos a TIC se incrementaron un 214%. La participación relativa de la región tuvo un crecimiento más marcado en el campo de estudio que la observada en el total mundial, de representar el 2,3% en 2000 pasó al 3,4% en 2010.

En el **Gráfico 4** se presenta la evolución de las publicaciones científicas de los cinco países del mundo más productivos en el campo de TIC durante los años 2000-2010. Se ha utilizado la metodología de contabilización por enteros, es decir, se ha computado un documento completo para cada una de las naciones participantes. Debido a las repeticiones generadas por las coautorías en colaboración internacional, la suma de la producción de los países es superior al total mundial.

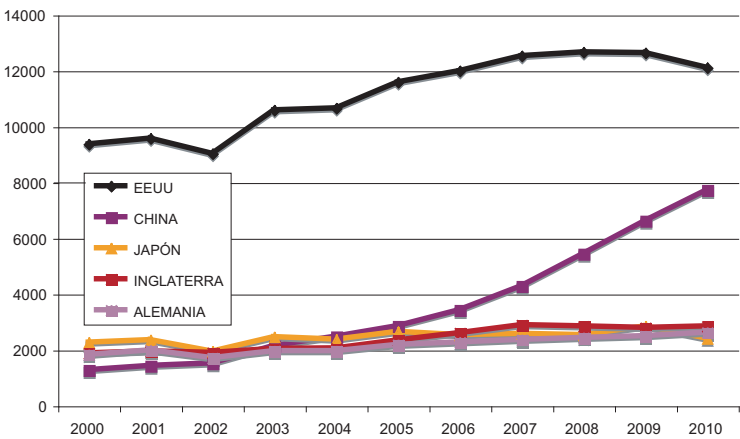
Los resultados obtenidos muestran un claro protagonismo de Estados Unidos que, registrando 9.369 documentos en 2000 y 12.114 en 2010, mantuvo una participación en torno a la cuarta parte del total en todo el período, aunque ha experimentado una importante pérdida de peso relativa entre 2000 y 2010 (se redujo del 31,8% al 24,1%). En segundo lugar en 2004 aparece China, país que se destaca muy especialmente del resto de las naciones por su acelerado crecimiento: multiplicó por 6 su producción entre puntas (pasó de 1.281 a 7.728 documentos) y su participación relativa se incrementó 11 puntos porcentuales (pasó del 4,3% al 15,3%). Es importante señalar que el explosivo crecimiento de la producción china no es un fenómeno privativo del campo de las TIC, sino que se registra en mayor o menor medida en todas las disciplinas, posicionando a ese país entre los de mayor producción científica en el mundo. Completan el *ranking* de los cinco países más importantes en este campo Japón, que disminuyó su peso productivo del 7,7% en 2000 al 4,8% en 2010

Gráfico 3. Total de publicaciones mundiales e iberoamericanas en TIC



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Gráfico 4. Publicaciones de los principales países del mundo en TIC



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

y muestra una caída en términos absolutos al final del período, Inglaterra y Alemania. Estas dos últimas naciones muestran un crecimiento moderado.

Los cinco países con mayor presencia en la producción en TIC en el ámbito iberoamericano son España, Brasil, Portugal, México y Argentina (**Gráfico 5**). El desempeño de España se destaca especialmente por su fuerte presencia: participa en más de la mitad la producción científica en TIC iberoamericana en todo el período. También se destaca por su crecimiento rápido y sostenido, incrementando sus documentos en un 266% (de 666 documentos en 2000 pasó a 2.440 en 2010).

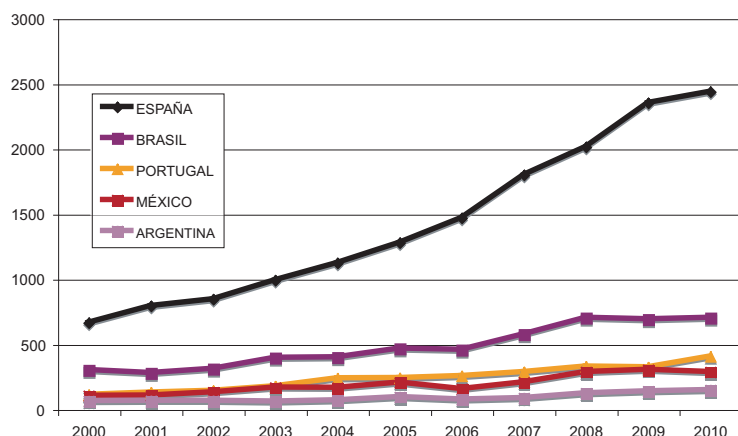
En segundo lugar durante todo el período analizado se encuentra Brasil, país latinoamericano que es responsable de casi la quinta parte (19,3%) de la producción científica en TIC de Iberoamérica y que también presenta una tendencia de crecimiento ascendente, aunque en términos relativos ha reducido su peso regional en la temática en 6 puntos porcentuales (de 23,5% en 2000 pasó al 17,5% en 2010).

Crecimientos relativos importantes registraron, para igual período, Portugal, México y Argentina (que ocupan el tercer, el cuarto y el quinto puesto en la región respectivamente, con aumentos de un 265%, un 172% y un 126%), aunque todos ellos parten de cifras pequeñas de documentos, sobre todo Argentina. De estas tres naciones sólo Portugal logro aumentar su peso relativo en la región (de 8,9% en 2000 ascendió al 10% en 2010).

El **Gráfico 6** presenta la contribución acumulada de cada país de Iberoamérica al conjunto de la producción científica regional en TIC durante los años 2000-2010. Se destaca España por su gran volumen de documentos publicados en el campo de estudio durante el espacio temporal considerado, con 15.784 documentos. En segundo lugar y bastante más atrás se ubica Brasil, con 5.301 publicaciones especializadas. En tercer lugar se encuentra Portugal, que aglutina 2.655 documentos en la base de datos. México, en el cuarto lugar, exhibe una producción de 2.140 documentos y Argentina, en el quinto, una producción de 1.008 documentos en TIC.

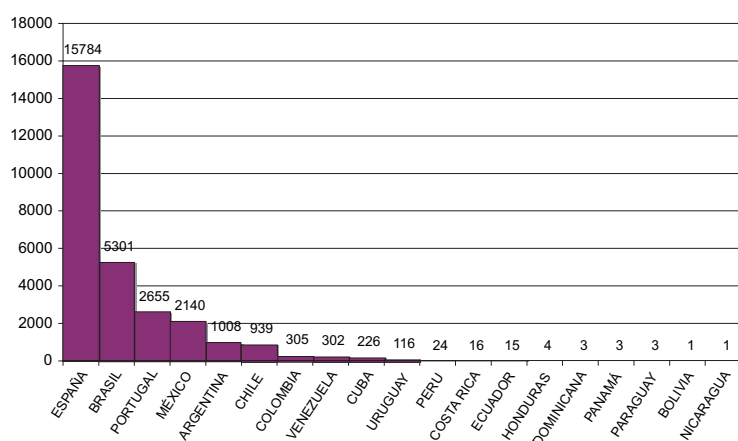
A las cinco naciones iberoamericanas más productivas le siguen, en orden decreciente, Chile (con 939 documentos), Colombia (con 305), Venezuela (con 302), Cuba (con 226) y Uruguay (con 116). Finalmente, pero con una

Gráfico 5. Producción de principales países iberoamericanos en TIC



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Gráfico 6. Publicaciones de los países iberoamericanos en TIC



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

pequeña cantidad de documentos (la mayoría inferior a la veintena durante todo el período), se encuentran nueve países: Perú, Costa Rica, Ecuador, Honduras, Rep. Dominicana, Panamá, Paraguay, Bolivia y Nicaragua.

Si se observa la cantidad de documentos que un país produce en una temática, en relación con el número total de sus documentos, se obtiene una proporción que representa el nivel de especialización que ese país tiene en el campo que se está analizando. Al observar la evolución de la participación relativa de la producción científica en TIC durante 2000-2010 en relación al total de la producción científica registrada en el SCI, se nota que los cinco principales países iberoamericanos en el campo de estudio (España, Brasil, Portugal, México y Argentina) presentan trayectorias diferentes.

Como se advierte en el **Gráfico 7**, España era la segunda nación en cuanto a proporción de producción científica en TIC en el SCI durante el sexenio 2000-2005, entre los grandes productores de Iberoamérica. A partir de ese momento, su especialización en TIC creció de manera sostenida hasta alcanzar en 2010 el mayor valor de la región (4,8%).

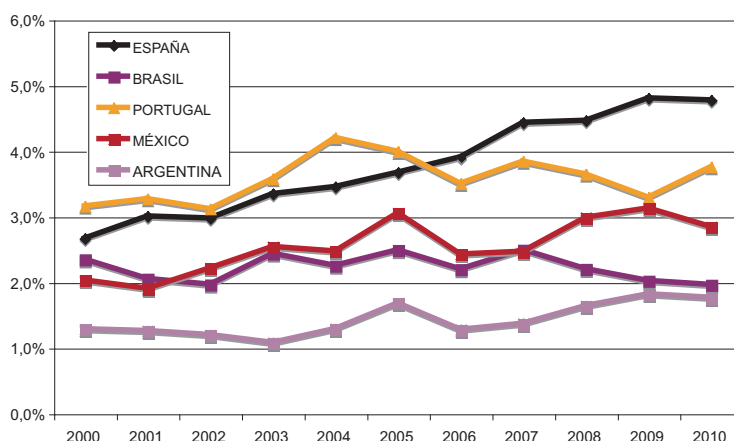
Portugal, por el contrario, era el país más especializado de estas naciones entre 2000-2005 (mostrando un pico máximo del 4,2% en 2004) para luego decaer a la segunda posición en 2006 y presentar una marcada fluctuación en su especialización temática en el resto del período. Brasil, que ocupaba el tercer lugar del grupo en 2000, pasa a ocupar la cuarta posición hacia 2002 y se caracteriza por mostrar muchos altibajos en su grado de especialización a lo largo del período.

México y Argentina exhiben ambas tendencias de crecimiento en su especialización, aunque éstas no están exentas de fluctuaciones. México logra pasar de la cuarta posición a la tercera hacia 2002 y alcanzar un aumento relativo importante de su especialización en el trienio 2008-2010. Por su parte la producción argentina en TIC, a pesar de estar siempre en el quinto lugar, logra incrementar su peso del 1,3% en 2000 al 1,8% en 2010.

3.2 Colaboración internacional

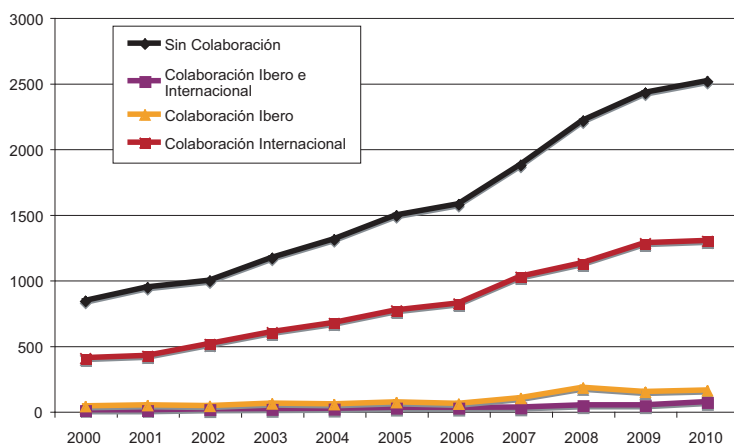
La colaboración científica, como desarrollo de actividades y realización de productos en forma conjunta con colegas, puede cobrar diversas manifestaciones, como la cooperación internacional en proyectos de

Gráfico 7. Porcentaje de publicaciones en TIC en relación al total



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Gráfico 8. Colaboración internacional iberoamericana en TIC



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

I+D o la realización de actividades de formación en colaboración. Sin embargo, una de las evidencias empíricas más claras que representa la interacción exitosa entre los investigadores, es la coautoría de publicaciones, interacción que muchas veces es vista por sus protagonistas como una sinergia que propicia la productividad científica a través de un importante intercambio de conocimiento.

En el **Gráfico 8** se presenta la distribución de los documentos de Iberoamérica en TIC según el tipo de colaboración científica. Aparecen tres tendencias bien marcadas en la producción científica registrada en el SCI. En primer lugar, se observa que el peso de las publicaciones en TIC realizadas por autores de países iberoamericanos sin colaboración internacional es cuantitativamente muy importante. Sin embargo, se ha ido acrecentando a nivel regional la presencia de la colaboración internacional, es decir, la copublicación generada en conjunto con instituciones extranjeras, dando cuenta así del creciente proceso de internacionalización de la región en las tecnologías de la información y las comunicaciones. La colaboración internacional, vista de esta manera, representa en 2010 la tercera parte de los documentos totales, registrando un alza del 31,1% durante la última década.

Por último, una tercera tendencia destacable es la débil presencia tanto de la colaboración iberoamericana (aquella producida entre autores pertenecientes a dos o más países de la región), como de la colaboración ibero-internacional (aquella registrada entre dos o más países de la región y uno o más países extra-regionales). La colaboración estrictamente iberoamericana tiene un volumen mayor que la colaboración ibero-internacional (poco más del doble), pero crece a un volumen menor durante la década: un 427% frente a un 875% de la colaboración ibero-internacional. Aparece así, si bien en un volumen aún pequeño (1.248 documentos en colaboración iberoamericana o ibero-internacional en el período 2000-2010, un 5,6% del total de la producción de la región durante el mismo período de tiempo), una clara tendencia hacia la consolidación de un espacio iberoamericano del conocimiento en la temática de las TIC, que sin

duda es preciso potenciar con políticas queacentúen la colaboración científica y su relación con el sector productivo.

Las tres tendencias señaladas quedarán mejor explicadas a partir de las composiciones relativas de los documentos en colaboración de España y Brasil, los grandes motores del crecimiento de Iberoamérica en el campo analizado.

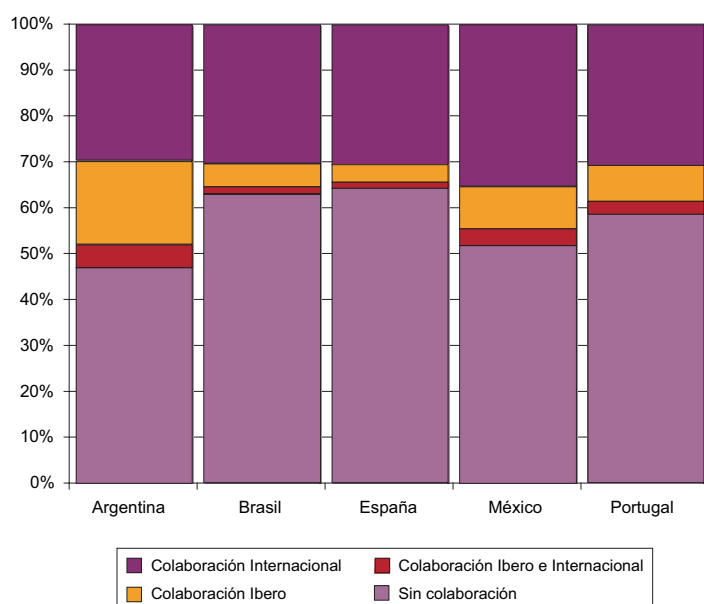
En ese sentido, el **Gráfico 9** muestra la distribución de los documentos según el patrón de colaboración científica en el área de las TIC de los cinco principales países iberoamericanos para el período 2000-2010. Como se suele observar en todos los campos de la ciencia en la actualidad, la investigación en colaboración con pares de otros países juega un papel relevante en los modos de producción de conocimiento. Tal es el caso, principalmente, de Argentina, México y Portugal, con porcentajes que oscilan entre 53% y 41% considerando en conjunto los tres tipos de colaboración (internacional, ibero e internacional, e iberoamericana). En los casos de España y Brasil, los países con mayor desarrollo científico de la región, sin embargo, la presencia de la colaboración en alguna de las modalidades referidas es relativamente menor, con valores en torno a la tercera parte de su producción.

57

Cabe agregar que se observan algunas diferencias entre las cinco naciones líderes en la producción científica en TIC en cuanto al perfil de colaboración, aunque con la preeminencia de la copublicación internacional (entre el 30% y el 35% de la producción total en todos los casos) por sobre la regional e ibero-internacional como patrón común. Argentina, liderando las tasas de copublicación tanto iberoamericana como ibero-internacional, y México, liderando la tasa de copublicación internacional y con una importante presencia de la cooperación ibero-internacional, son los dos países con mayores porcentajes de documentos en los tres tipos de colaboración científica analizada.

El **Gráfico 10** permite comparar el peso relativo que tiene la colaboración iberoamericana en la producción científica en TIC en los países de la región durante 2000-2010. Un grupo de países iberoamericanos con sistemas de ciencia y tecnología pequeños o medianos y con baja producción científica en TIC recogida en las bases de datos internacionales del SCI (Cuba, Costa Rica, Perú, Colombia, Uruguay y Venezuela) muestra tener elevadas tasas de colaboración internacional “intra-iberoamericana” (por

Gráfico 9. Patrones de colaboración en TIC según país



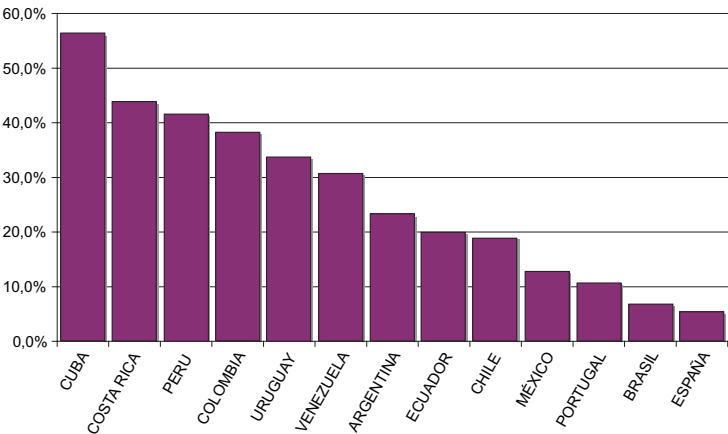
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

encima del 30%). También es de cierta importancia este tipo de copublicación para países de desarrollo medio y de mayor volumen productivo como Argentina (234 documentos en colaboración iberoamericana, un 23% del total acumulado para el período) y Chile (179 documentos, un 19% del total de la década), lo que ofrece pautas sobre la importancia del intercambio de conocimiento científico para consolidar las capacidades de los países. Ecuador cuenta con un 20% de su producción en colaboración iberoamericana, pero sobre una base de sólo 15 artículos durante el período analizado. Finalmente, en los cuatro países de la región con mayor producción en la temática (México, Portugal, Brasil y España), la presencia de la copublicación iberoamericana es, como se describió anteriormente, muy baja en términos relativos: entre 13% y 5% del total.

La serie de gráficos que se presenta a continuación muestra la evolución anual de la producción científica en TIC, según patrones de colaboración, para los cinco principales países de Iberoamérica en esta temática.

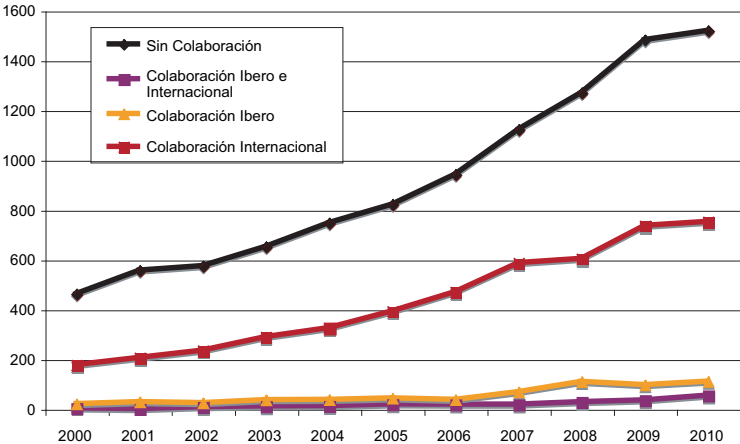
El caso español (**Gráfico 11**), dada su magnitud (que representa el 57% de las publicaciones regionales), refleja tendencias de producción muy similares a las observadas para el bloque iberoamericano, de crecimiento fuerte y constante durante todo el período 2000-2010 para los documentos sin colaboración fundamentalmente y para la copublicación internacional, que se cuadruplica entre puntas. Los documentos generados en colaboración iberoamericana e ibero-internacional no resultan muy significativos para el país que ejerce el liderazgo regional en la producción científica en TIC, sumando sólo 836 de los 15.784 producidos en esos años por España en esta temática. Sin embargo, y no obstante su volumen relativamente menor, la colaboración iberoamericana crece cinco veces durante la década. De esta manera, parece consolidarse una cierta capacidad española para aglutinar en torno a sí la investigación científica en TIC en colaboración de los países iberoamericanos. En el caso brasileño (**Gráfico 12**), el segundo gran productor de la región iberoamericana en TIC, con participación en el 19% de las publicaciones regionales en la temática, se destaca una trayectoria de tendencia ascendente con algunos altibajos en la producción de documentos sin ningún tipo de colaboración internacional, patrón que puede estar relacionado con el creciente desarrollo de su sistema de ciencia y tecnología. La colaboración internacional muestra un lento crecimiento durante el espacio temporal

Gráfico 10. Porcentaje de colaboración iberoamericana en TIC



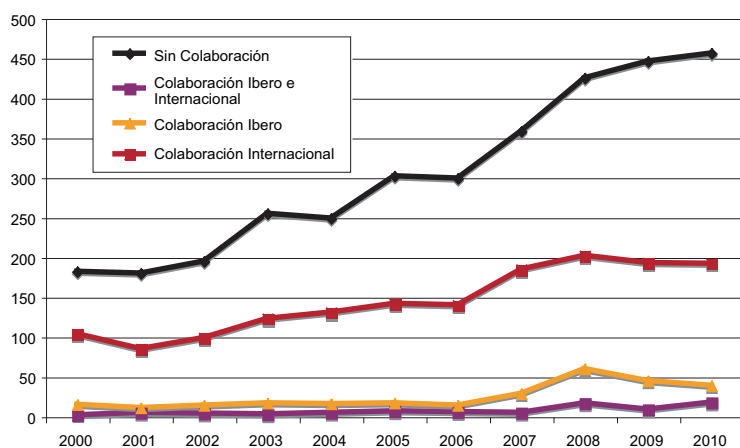
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.
Nota: Acumulado 2000-2010. Se incluyen países con más de 10 artículos durante el período.

Gráfico 11. Publicaciones españolas en TIC según colaboración



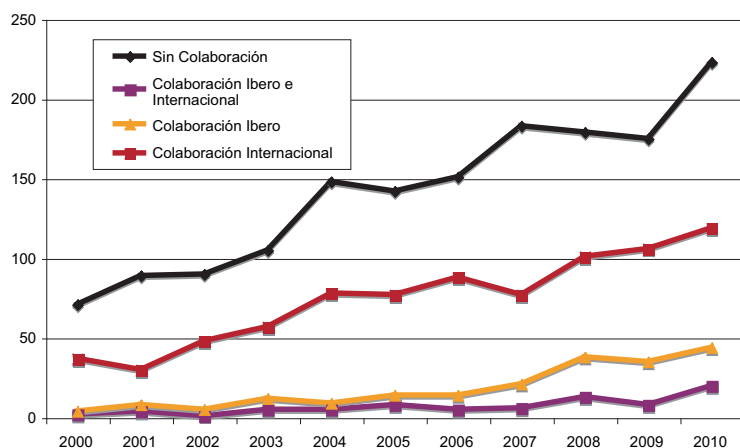
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Gráfico 12. Publicaciones brasileñas en TIC según colaboración



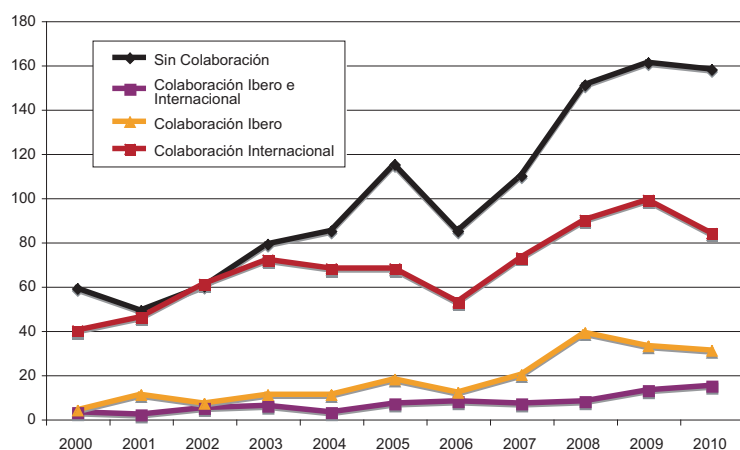
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Gráfico 13. Publicaciones portuguesas en TIC según colaboración



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Gráfico 14. Publicaciones mexicanas en TIC según colaboración



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

analizado con una leve caída al comienzo del mismo. Sin embargo este crecimiento no evita que, debido al mayor crecimiento de los documentos sin colaboración, este tipo de colaboración pierda 7,1 puntos porcentuales de su peso entre puntas, pasando del 34,3% al 27,2%. La colaboración iberoamericana e ibero-internacional resultan poco significativas, sobre todo este último con valores relativos de publicaciones muy bajos.

La producción científica portuguesa (**Gráfico 13**) muestra un marcado crecimiento, con pequeños altibajos, en la producción de documentos sin colaboración, que representa su principal forma de publicación en el campo de las TIC. La colaboración internacional presenta también una tendencia ascendente, triplicándose su volumen durante el período, al igual que la colaboración iberoamericana, que crece más fuertemente en los cuatro últimos años analizados. Mientras tanto, la copublicación ibero-internacional es muy pequeña en esta temática y manifiesta varias fluctuaciones durante el período bajo estudio.

El caso mexicano (**Gráfico 14**) muestra una pendiente creciente, aunque con marcados altibajos, en la producción científica en TIC realizada sin colaboración (la principal manera de generación de conocimiento de México en esta temática durante 2000-2010), casi triplicándose durante el período analizado. La producción en colaboración internacional (la segunda manera más importante de elaboración de documentos científicos en la temática de este país) es moderadamente creciente (se duplica entre puntas) pero con importantes altibajos, mientras que la colaboración iberoamericana, aunque con valores absolutos de publicación bajos, es la gran ganadora del período: pasa de 4 a 31 artículos entre 2000 y 2010, y de representar el 3,8% de la producción nacional en la temática al comienzo del período al 10,8% hacia el final de la década.

Por último, la contribución científica argentina (**Gráfico 15**) muestra las curvas de producción más irregulares del grupo de los cinco principales países de la región en la temática de las TIC. Los documentos sin colaboración crecen durante el período (casi duplicándose entre puntas), con interrupciones en 2003 y 2007. La trayectoria de copublicación internacional de Argentina en este campo crece también moderada e ininterrumpidamente a lo largo de la década analizada (logrando más que duplicarse entre puntas), excepto en 2006 y 2008. La colaboración iberoamericana muestra una fluctuante evolución pero también logra

duplicarse a lo largo del período. Por último, se presenta una oscilante pero fundamentalmente muy poco significativa copublicación ibero-internacional.

En el **Gráfico 16** se presentan los principales socios científicos de España en el campo de las TIC, todos ellos países no iberoamericanos. Se aprecia que los mayores vínculos del líder iberoamericano se establecen con Estados Unidos, el principal país a nivel mundial en la temática, y con Europa: Francia, Inglaterra (cuarto a nivel mundial), Italia y Alemania (quinto a nivel mundial). Es de destacar también la falta de colaboración científica, por el momento, con los países asiáticos que ocupan el segundo y el tercer lugar a nivel mundial (China y Japón), probablemente por cuestiones culturales y diferentes tradiciones en los procesos de generación de conocimiento.

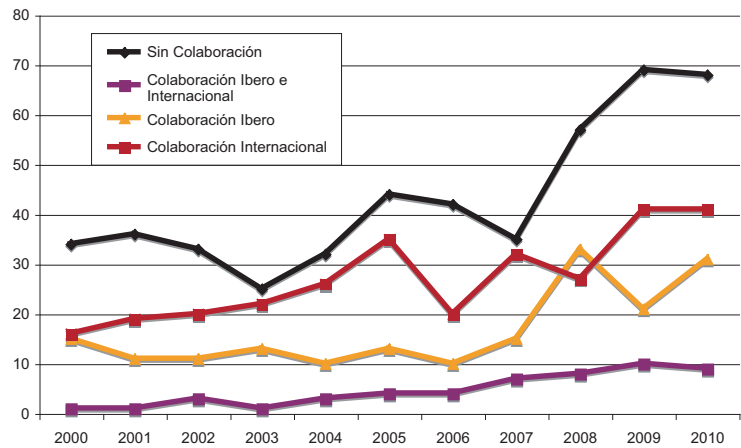
El caso de Brasil (**Gráfico 17**) muestra, en esta temática, una colaboración fuertemente concentrada en Estados Unidos. En segundo lugar y a distancia, con menos de la mitad de los documentos en colaboración publicados con investigadores estadounidenses, se encuentra Francia. Prácticamente compartiendo el tercer y cuarto lugar aparecen Canadá e Inglaterra y luego, en el quinto puesto, Alemania.

Portugal (**Gráfico 18**) presenta a Estados Unidos como su más importante socio científico en la producción en TIC, seguida por la colaboración con investigadores españoles e ingleses. En un cuarto lugar se encuentra Alemania y, en un muy cercano quinto lugar, aparece la vinculación con Brasil. Este último caso pone en evidencia que ambas naciones, además de compartir objetivos científicos comunes, están unidas por cuestiones idiomáticas y culturales, factores que suelen tener una importancia clave en el establecimiento de fructíferos lazos formales e informales de cooperación en ciencia y tecnología.

La investigación mexicana (**Gráfico 19**), al igual que la investigación brasileña, está básicamente concentrada en la colaboración con Estados Unidos, pero de manera aún más notable. En segundo lugar, nuevamente distante, se ubica España. En tercer lugar aparece Francia y en lejanos cuarto y quinto puestos, Inglaterra y, al igual que se observaba para el líder latinoamericano Brasil, la colaboración con Canadá.

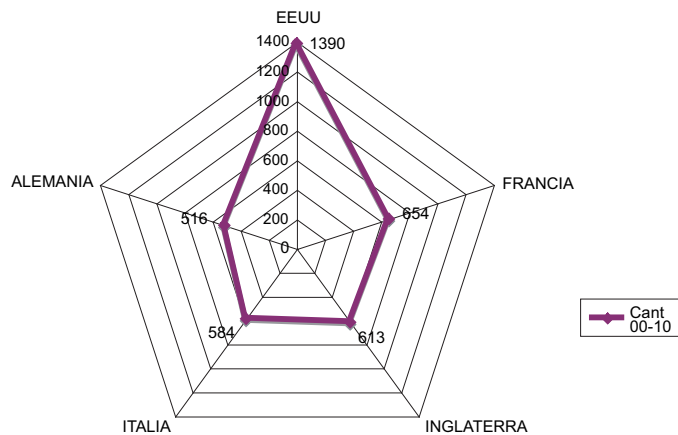
Finalmente, Argentina (**Gráfico 20**) presenta

Gráfico 15. Publicaciones argentinas en TIC según colaboración



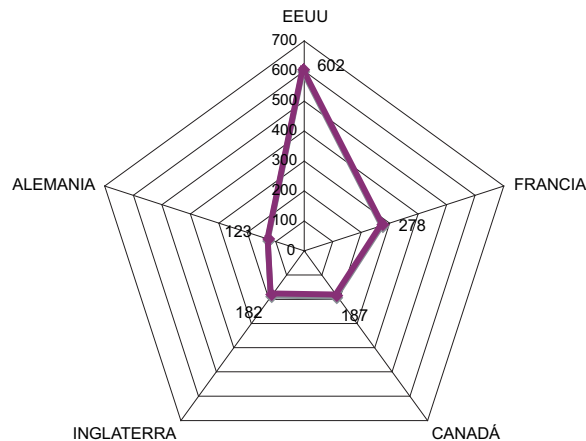
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Gráfico 16. Colaboración en publicaciones españolas en TIC



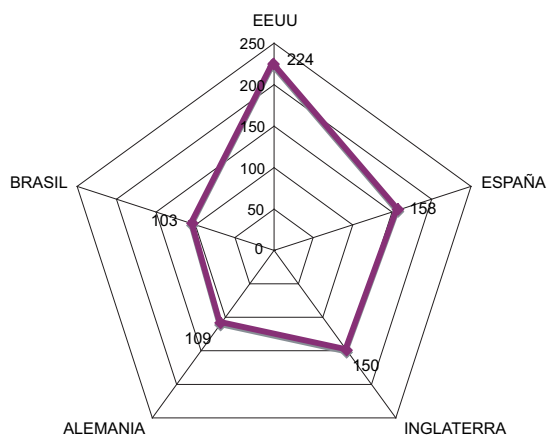
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.
Nota: Acumulado 2000-2010.

Gráfico 17. Colaboración en publicaciones brasileñas en TIC



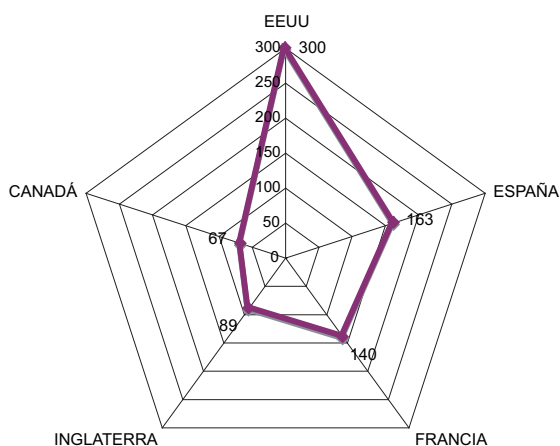
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.
Nota: Acumulado 2000-2010.

Gráfico 18. Colaboración en publicaciones portuguesas en TIC



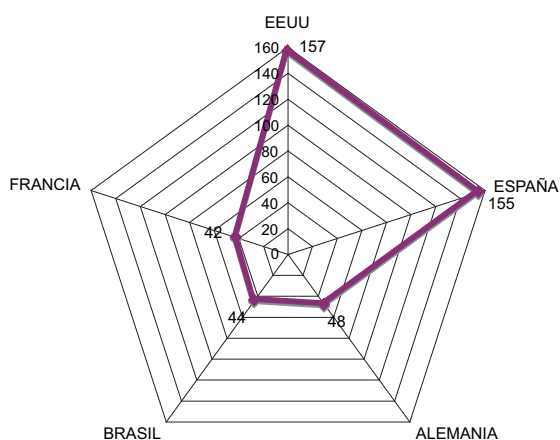
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.
Nota: Acumulado 2000-2010.

Gráfico 19. Colaboración en publicaciones mexicanas en TIC



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.
Nota: Acumulado 2000-2010.

Gráfico 20. Colaboración en publicaciones argentinas en TIC



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.
Nota: Acumulado 2000-2010.

los ejes más fuertes de colaboración en TIC con Estados Unidos y España (casi equivalentes en volumen a lo largo del período). Este patrón es sumamente llamativo, dado que en el total de la producción argentina, al igual que en la mayoría de los países latinoamericanos, predomina la vinculación con Estados Unidos por un amplio margen con respecto al segundo. Completan sus cinco principales socios científicos en la producción en la temática Alemania, Brasil (único país latinoamericano) y Francia. La presencia de Brasil entre los cinco principales socios también amerita una mención, siendo el único caso en el que un latinoamericano aparece entre los socios principales en el grupo de países de América Latina aquí detallados.

A la vista de esta comparación entre países y con la excepción de Brasil, cabe destacar la presencia española como socio destacado en esta temática. En el total de la producción del conjunto de los países iberoamericanos es un colaborador muy importante, aunque su presencia tenga un volumen bastante menor a la de Estados Unidos, líder mundial en la investigación en TIC.

3.3 Iberoamérica en las redes internacionales de colaboración

61

La colaboración internacional no es reciente en la historia de la ciencia, aunque ha sido en las últimas décadas cuando se ha producido un acrecentamiento sustantivo de la misma. La tendencia de la ciencia hacia una mayor especialización y la necesidad de combinar el conocimiento procedente de distintos campos disciplinares para enfrentarse a los problemas científicos específicos son algunas de las razones que han provocado ese aumento.

La importancia de la colaboración científica en el desarrollo de sistemas de investigación de calidad es ampliamente reconocida y juega un rol cada vez más destacado en la generación de conocimiento científico. Asimismo, son progresivamente más numerosas las iniciativas gubernamentales en materia de política científica, en sus distintos niveles, encargadas de fomentar la colaboración en la investigación.

El análisis de las redes de cooperación entre países es especialmente útil para vislumbrar la interacción de sus actores, la intensidad de sus relaciones y para revelar dinámicas evolutivas. El grado de integración de la región iberoamericana, vista como un espacio de difusión y circulación de conocimiento, puede ser analizado a través de la publicación

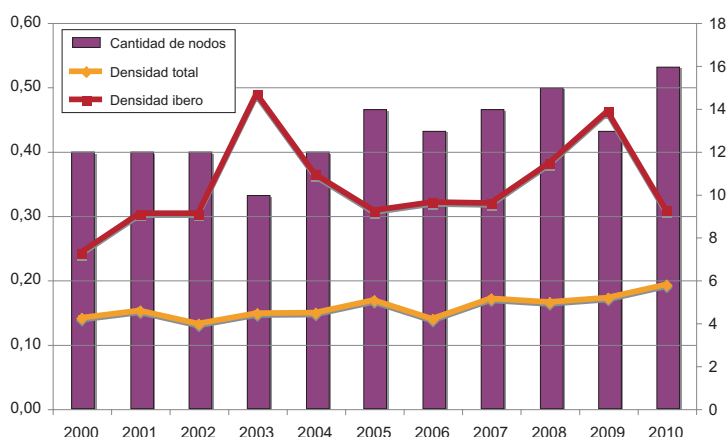
conjunta de documentos entre los países que la conforman. La creciente, aunque aún muy moderada, tendencia hacia la colaboración intrarregional da cuenta de una posible consolidación del bloque iberoamericano como un área de mayor flujo de información. Observando la diversidad de las relaciones de colaboración desarrolladas es posible determinar el mayor o menor nivel de integración de la red.

Las variaciones de conectividad entre los países de la red de publicaciones conjuntas de documentos científicos pueden ser descriptas mediante el indicador de densidad. Este parámetro mide la proporción de conexiones distintas existentes sobre el total de conexiones distintas posibles, es decir, cuantifica la intensidad de las relaciones colaborativas en el conjunto de la red.

El **Gráfico 21** presenta la evolución comparada, para el período 2000-2010, de la densidad de la red de copublicación científica en el campo de las TIC a nivel mundial y la de la red de publicaciones conjuntas en TIC de la región iberoamericana, evolución que es mensurada en el eje derecho. Las barras dan cuenta del número de naciones participantes en la red de Iberoamérica en cada año del período considerado, número que es cuantificado en el eje izquierdo.

Se advierte que mientras la densidad de la producción total mundial en TIC se mantuvo relativamente estable en el espacio temporal analizado, la cohesión dentro de la región iberoamericana se sostuvo en un nivel superior, aunque registró fuertes fluctuaciones en su crecimiento. En el año 2000 la red del bloque iberoamericano exhibía un índice de densidad de 0,24, mayor al que presentaba la red total internacional (0,14), ascendió en 2001 y se mantuvo constante en 2002, sufrió una fuerte alza en 2003, decayó consecutivamente en 2004 y 2005 y volvió a crecer en el período comprendido entre 2006 y 2009, con una pronunciada alza en el último año del cuatrienio (0,46). Finalmente, en el año 2010 la densidad experimentó una abrupta caída, ubicándose en 0,31, es decir, que se establecieron en dicho año el 31% de las interacciones colaborativas posibles. Este marcado descenso podría ser explicado, en buena parte, por la integración de nuevos países (menos vinculados) a la red, de integrar 13 países en 2009 pasó a 16 en 2010, representando esta cifra la cantidad máxima de nodos intervinientes en el período. A pesar del importante decrecimiento de la densidad de la red iberoamericana en el último año del período, su valor superó

Gráfico 21. Nodos y densidad de las relaciones entre países



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

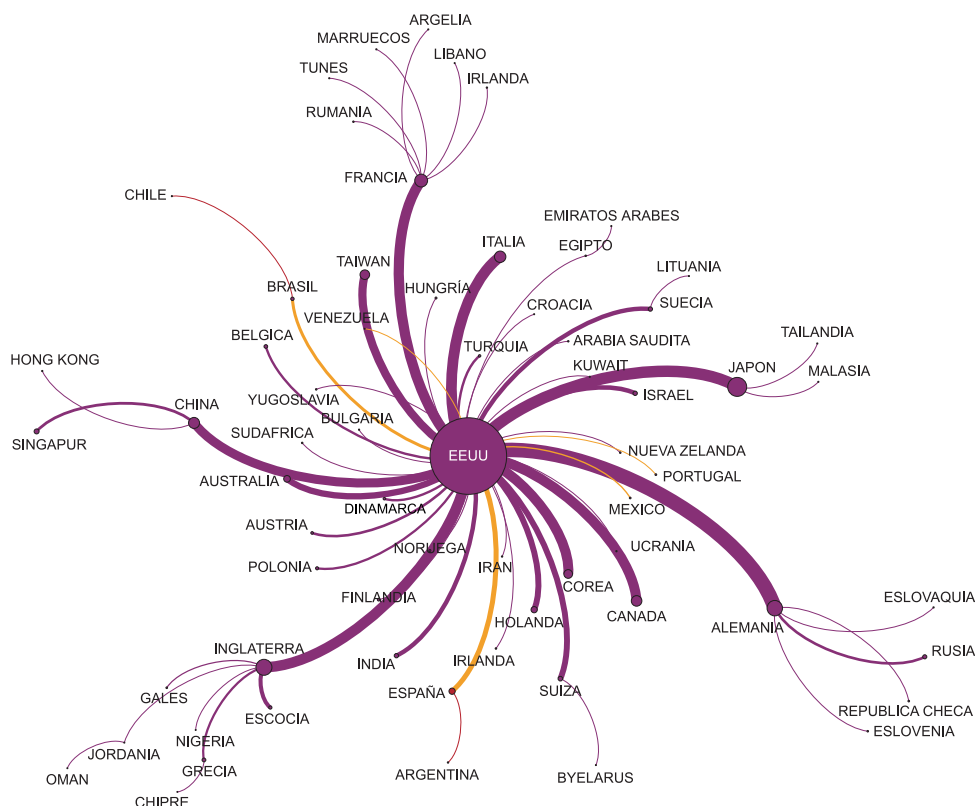
ampliamente la densidad de la red de copublicación mundial en ese mismo año (0,19).

El análisis de cohesión de la red de colaboración científica expuesto evidencia que en el campo de las TIC, la región de Iberoamérica funciona efectivamente como un espacio de intercambio de conocimiento con un nivel de interacción interno mayor que el promedio general de la red de copublicación científica mundial en la temática.

Para conocer con mayor detalle el comportamiento colaborativo de las naciones intervinientes en la producción de conocimiento, es interesante analizar pormenorizadamente la posición que ocupan los países iberoamericanos en la investigación internacional en TIC. En el **Gráfico 22** se presenta la red mundial producida por la copublicación de documentos en tecnologías de la información y de las comunicaciones en el año 2000. Se han incorporado todos los países con al menos 10 publicaciones en ese año y se han resaltado los pertenecientes a la región iberoamericana.

Considerando que la cantidad de nodos de la red es muy grande y el entramado conectivo muy complejo, interfiriendo en la legibilidad y el análisis de los actores y enlaces principales, se ha recurrido a técnicas de poda. El objetivo perseguido por estas técnicas es la aplicación de algoritmos que eliminan los lazos menos significativos de la red, dejando tan sólo la cantidad mínima necesaria para no desconectar ningún nodo. El criterio para esto es que el peso de los caminos totales resultantes (en nuestro caso la cantidad de documentos en colaboración) sea el mayor posible. De esta manera se obtiene la estructura básica que subyace en una red de mucha mayor complejidad. El resultado de estas técnicas de poda es un árbol de caminos mínimos (*minimum spanning tree* o MST) de un grafo. En este caso se ha utilizado una implementación del algoritmo de Prim. En la representación gráfica, el grosor de los vínculos se hizo proporcional a

Gráfico 22. Red de países con producción científica en TIC (2000)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

la intensidad de copublicación de las naciones a las que unen, así como el tamaño de los nodos al volumen de la producción.

En el año 2000, Estados Unidos era el nodo central y con mayor conectividad del campo disciplinar analizado. Su hegemonía es indiscutida, tanto en volumen productivo como en su capacidad de articular la producción de conocimiento con otras naciones intermediarias y con una producción importante en este campo: Alemania, China, Inglaterra, Francia y Japón. Las pocas ramificaciones observadas en la red dan cuenta del poder de atracción estadounidense para canalizar el flujo de la investigación en TIC. La conexión más importante, por la cantidad de actores que articula (7 países) y por la capacidad, aunque muy moderada, de intermediación que presenta, se daba entre Estados Unidos e Inglaterra. También es significativa la relación entre Estados Unidos y Francia, articulando 6 naciones, aunque con un volumen menos importante.

Enfocando el análisis en los siete países presentes de la región iberoamericana, se advierte que la mayoría de ellos se vinculan directamente con Estados Unidos. Tan solo Argentina, a través de España y Chile, a través de Brasil,

muestran lazos de intermediación en su conexión con el país central de la red.

En el **Gráfico 23** se puede observar cómo ha evolucionado la red de colaboración científica internacional en TIC para el año 2010. La cantidad de países del mundo con más de 10 documentos así como el entramado conectivo ha crecido de manera importante. Sin embargo, Estados Unidos sigue dominando claramente el eje central de la vertebración del campo de estudio, tanto por su volumen productivo como por su capacidad de aglutinar la interconexión de la red. Los principales países articuladores de nuevas ramificaciones son Alemania, Canadá, China, Francia, Inglaterra y España. De éstos se destacan especialmente España (articulando con 5 países iberoamericanos -Argentina, Colombia, Cuba, México y Portugal-), Francia (interconectando a 4 naciones europeas -Bélgica, Eslovenia, Luxemburgo y Túnez-, 2 africanas -Argelia y Marruecos- y una sudamericana -Uruguay-) e Inglaterra (vinculando Escocia, Irlanda del Norte, Malasia e Indonesia). China intensificó notablemente su vinculación con Estados Unidos y articuló nuevas relaciones de colaboración.

En esta red aparecen 10 países iberoamericanos (se sumaron Colombia, Cuba y Uruguay a las naciones presentes en 2000 -Argentina, Brasil, Chile, España, México, Portugal y Venezuela-). Como se aludió anteriormente, gran parte ellos se interconectan a Estados Unidos a través de España, dando más indicios sobre la consolidación de un espacio iberoamericano de investigación. Brasil, Chile y Venezuela presentan vínculos directos al nodo central.

3.4. Las redes iberoamericanas de colaboración

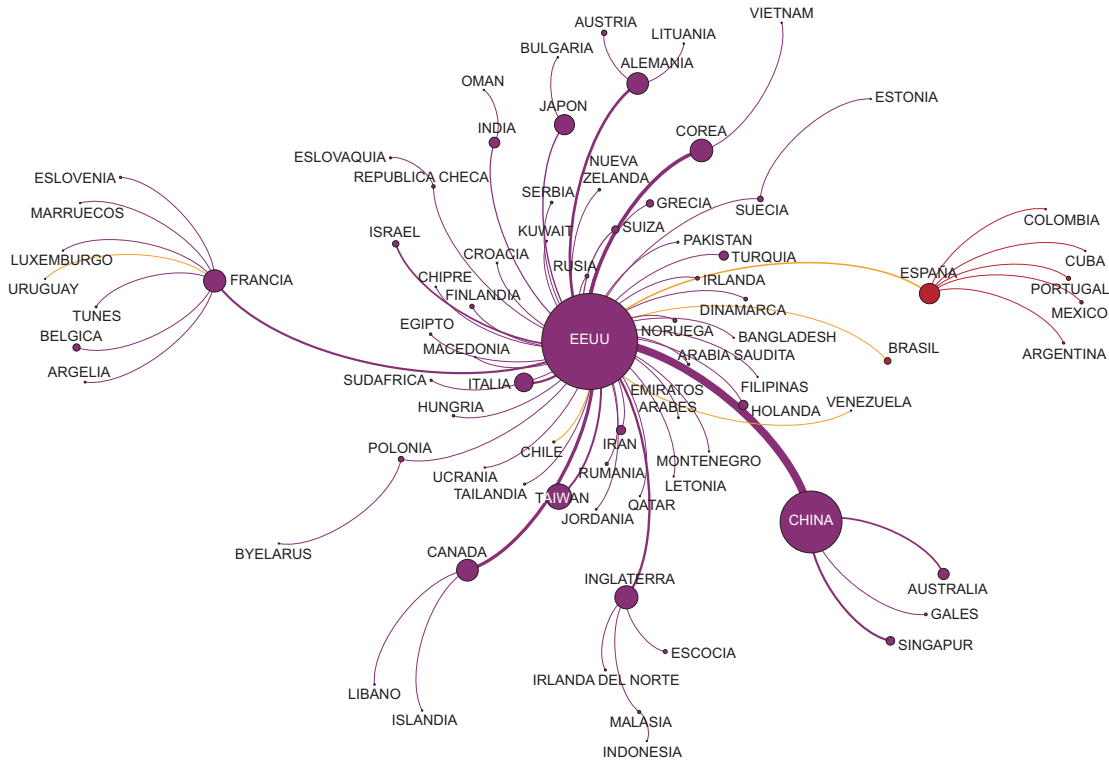
En este apartado se describen las interacciones científicas entre los países de la región iberoamericana en materia de investigación en TIC, tal como se reflejan en la firma conjunta de publicaciones. Se han tomado las interacciones entre países iberoamericanos para los años 2000 y 2010 con el propósito de describir la evolución de estas colaboraciones al interior de la región en este campo temático.

Como se puede observar en los Gráficos 24 y 25, el país iberoamericano protagonista del entramado colaborativo en materia de TIC durante 2000-2010 es España, no sólo como articulador de las vinculaciones entre distintos

países latinoamericanos (Argentina, Brasil, Venezuela, México, Colombia) sino incluso con la nación europea de la región (Portugal). Además, el rol de articulador de estas redes de colaboración de España ha crecido enormemente hacia el año 2010, al punto de duplicar los países con los que colabora.

El Gráfico 24 presenta la red de colaboraciones iberoamericanas en TIC en el año 2000, reflejadas en la publicación conjunta de artículos científicos. El diámetro de los círculos indica el número de artículos publicados, el grosor de las líneas que los unen indica la cantidad de publicaciones conjuntas y el color de cada nodo representa la proporción de la colaboración iberoamericana con respecto al total de la producción total de cada país. Para ese año, la red está integrada por doce países, de los cuales diez se encuentran conectados entre sí y dos no poseen conexión con los demás. Entre los diez países conectados entre sí se hallan los países de mayor producción relativa de la región y, por ello, se encuentran ocupando las posiciones centrales de la red de colaboraciones. En cambio, los países que tienen menor volumen relativo de producción (Uruguay y Costa Rica) y que a su vez se encuentran desconectados de los demás, se encuentran en la periferia de la red.

Gráfico 23. Red de países con producción científica en TIC (2010)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

España y Brasil ocupan lugares destacados en la red regional de colaboraciones a comienzos del período, no sólo por ser los países que mayor producción en colaboración poseen en la temática de las TIC, sino porque además son los que tienen más vínculos científicos con otros países de la región. Sin embargo, poseen entre sí una relación relativamente débil comparada con la relación que tiene España con Argentina, país con quien ha publicado cuatro veces más en conjunto que con Brasil. Ambos países líderes poseen vínculos con cinco países latinoamericanos y con Portugal, con quien Brasil posee un vínculo más intenso que España, probablemente motivados por la lengua en común (sumando cuatro veces más publicaciones que con el referido país de habla hispana).

En el **Gráfico 25** se observa un moderado crecimiento de la red de colaboración de Iberoamérica en TIC respecto del año 2000 en cantidad de participantes, ya que en 2010 se suman cuatro países a los doce del año base (Panamá, Ecuador, República Dominicana y Bolivia, si bien solo poseen una publicación en colaboración cada uno y Bolivia se encuentra desconectada de la red de colaboraciones). Sin embargo, al mismo tiempo se observa un interesante incremento de las articulaciones entre los países de la

región en la producción de publicaciones conjuntas en el campo bajo análisis.

En 2010 España y Brasil consolidan aún más su rol protagónico, si bien España supera ampliamente a Brasil en número de publicaciones en colaboración en la temática de las TIC, siendo que el primero logra casi cuadruplicar su producción en colaboración con respecto al año 2000 y el segundo alcanza a duplicarla. España duplica, además, la cantidad de países de la región con los que publica en colaboración respecto del año 2000, mientras que Brasil incorpora uno y Argentina y Portugal alcanzan los niveles de Brasil en cantidad de países con los que publican en colaboración.

Además, las publicaciones en colaboración en TIC entre España y Portugal se incrementan enormemente hacia 2010, superando ampliamente la colaboración observada entre Brasil y Portugal. A la vez, el país líder a nivel regional incrementa su colaboración en la temática con México y Argentina respecto del año 2000, mientras que Brasil aumenta su producción en colaboración llegando a cuadruplicar su colaboración con Portugal, triplicarla con España y duplicar su producción conjunta con Argentina. Asimismo, Uruguay y Costa Rica, que en el año 2000 se

Gráfico 24. Red de países iberoamericanos en TIC (2000)



encontraban desconectados de la red de colaboración, en el año 2010 se integran a la red al mismo tiempo que cuadriplican sus volúmenes de producción en colaboración en el campo estudiado.

Cabe agregar que, en términos de su participación relativa en el conjunto de la producción de los países de la región, para el año 2010 el peso de la colaboración iberoamericana en TIC ha permanecido prácticamente igual respecto del año 2000 para España (del 4% al 7%), Brasil (del 6% al 8%) y Argentina (del 24% al 27%); ha aumentado levemente en algunos países de la región como Portugal y Cuba (ambos han incrementado su producción en colaboración regional en 11 puntos porcentuales), Venezuela (10 puntos), México (9 puntos porcentuales) y Colombia (7 puntos) respecto del año 2000; y se ha incrementado de manera importante en Uruguay y Costa Rica (que pasaron de la ausencia de publicaciones en TIC en colaboración iberoamericana a un 33% y un 75% en 2010 respectivamente).

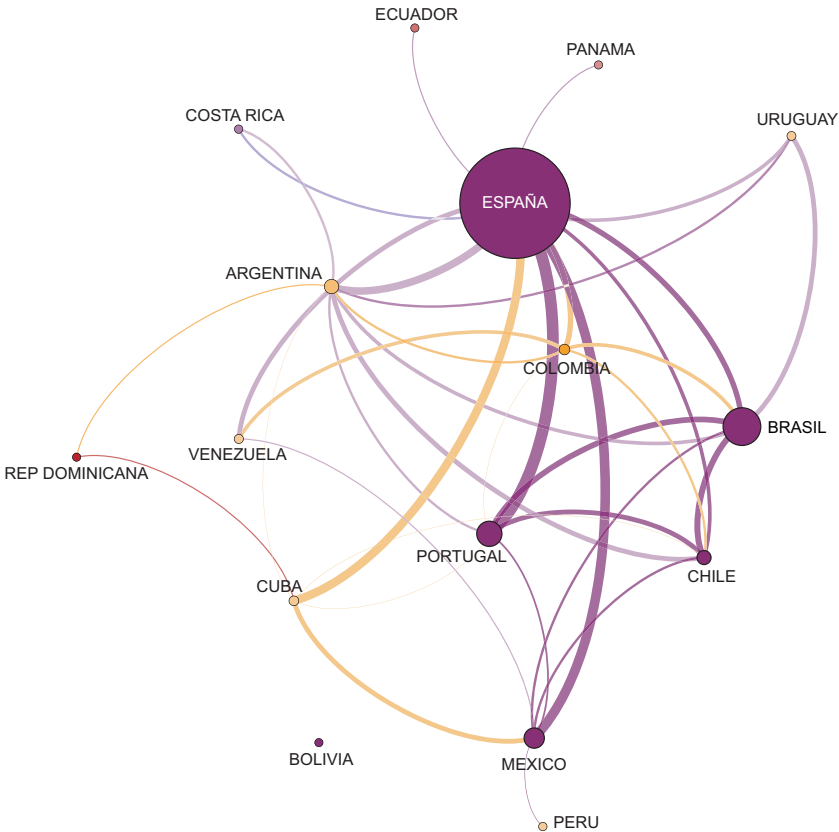
Con el propósito de cuantificar con más detalle tanto la posición de los países iberoamericanos en las redes de colaboración como sus cambios a lo largo del período estudiado, es posible recurrir a distintos indicadores propios del análisis de redes. El más simple de esos

indicadores se denomina grado normalizado y está conformado por el número de otros nodos al que uno está directamente vinculado, normalizado por la cantidad total de relaciones posibles. Esta medida da cuenta del nivel de exposición directa de cada nodo a la información que se encuentra en circulación por la red.

El **Gráfico 26** presenta la distribución de los principales países iberoamericanos en materia de publicaciones en TIC en un plano definido por la participación porcentual en el total de la producción regional en el eje x y el grado normalizado de cada nodo en el eje y. Para observar la evolución de cada país en el contexto de la red, los datos correspondientes a 2000 se presentan en azul y los correspondientes a 2010 en rojo. En ambos casos, se ha trazado en el gráfico una línea de regresión para poder observar la posición relativa de cada país con respecto al conjunto. Los datos completos que dan origen al gráfico, pero para la totalidad de los países iberoamericanos con producción en este campo temático en ambos años, se presentan en la **Tabla 1**.

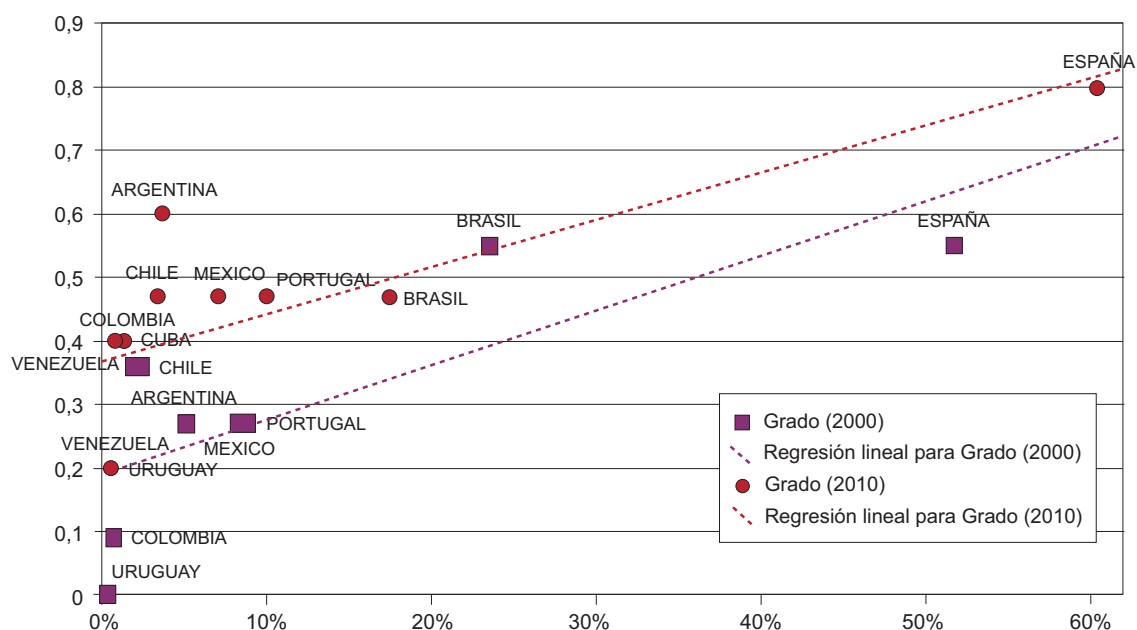
Se destaca fundamentalmente la evolución de España, que si bien registra un crecimiento moderado en los porcentajes de su participación en el campo de la investigación en TIC de la región (pasa del 51,7% de la

Gráfico 25. Red de países iberoamericanos en TIC (2010)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Gráfico 26. Grado normalizado y participación en la producción iberoamericana en TIC



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Tabla 1. Grado normalizado y participación en la producción en TIC

País	Participación en la producción iberoamericana (2000)	Grado (2000)	Participación en la producción iberoamericana (2010)	Grado (2010)
ESPAÑA	51,71%	0,55	60,40%	0,80
BRASIL	23,52%	0,55	17,45%	0,47
PORTUGAL	8,85%	0,27	10,05%	0,47
MEXICO	8,23%	0,27	7,13%	0,47
ARGENTINA	5,12%	0,27	3,69%	0,60
CHILE	2,41%	0,36	3,44%	0,47
COLOMBIA	0,70%	0,09	1,44%	0,40
VENEZUELA	0,70%	0,09	0,92%	0,40
URUGUAY	1,94%	0,36	0,59%	0,20
CUBA	0,31%	0,00	0,45%	0,20
PERU	0,08%	0,09	0,12%	0,07
COSTA RICA	0,08%	0,00	0,10%	0,13
BOLIVIA	0,00%	0,00	0,02%	0,00
REP.DOMINICANA	0,00%	0,00	0,02%	0,13
ECUADOR	0,00%	0,00	0,02%	0,07
PANAMÁ	0,00%	0,00	0,02%	0,07

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

producción iberoamericana en 2000 al 60,4% en 2010), manifiesta un crecimiento significativo de su centralidad en la red regional, que asciende tanto en términos absolutos (pasando de 0,65 a 0,80) como en relación a los demás países (pasando de ubicarse relativamente distante por debajo de la línea de regresión a posicionarse casi sobre la misma recta).

Los siguientes cuatro países iberoamericanos en cuanto a volumen de producción científica en TIC presentan crecimientos moderados (Portugal) o incluso disminuciones (Brasil, Argentina y México) en su participación relativa en la producción iberoamericana. En los casos de Portugal, México y fundamentalmente de Argentina, esa evolución diferencial se acompañó de un importante incremento del grado de centralidad en la conformación de redes iberoamericanas de producción científica en la temática (de 0,27 a 0,47 en los casos portugués y mexicano y de 0,27 a 0,60 en el caso argentino) que, en el contexto global de crecimiento de las relaciones en la red, las posicionó por arriba de la recta de regresión hacia el final del período bajo análisis. Brasil, en cambio, acompañó la disminución de su participación relativa en el volumen de la producción regional disminuyendo también el valor de su indicador de grado normalizado de interacciones (de 0,55 a 0,47).

Finalmente, Chile y Colombia aumentan su posición en cuanto a la participación en la producción regional en los dos momentos analizados y su centralidad relativa en el contexto de creciente densidad de la red; y Venezuela disminuye tanto su participación en la producción

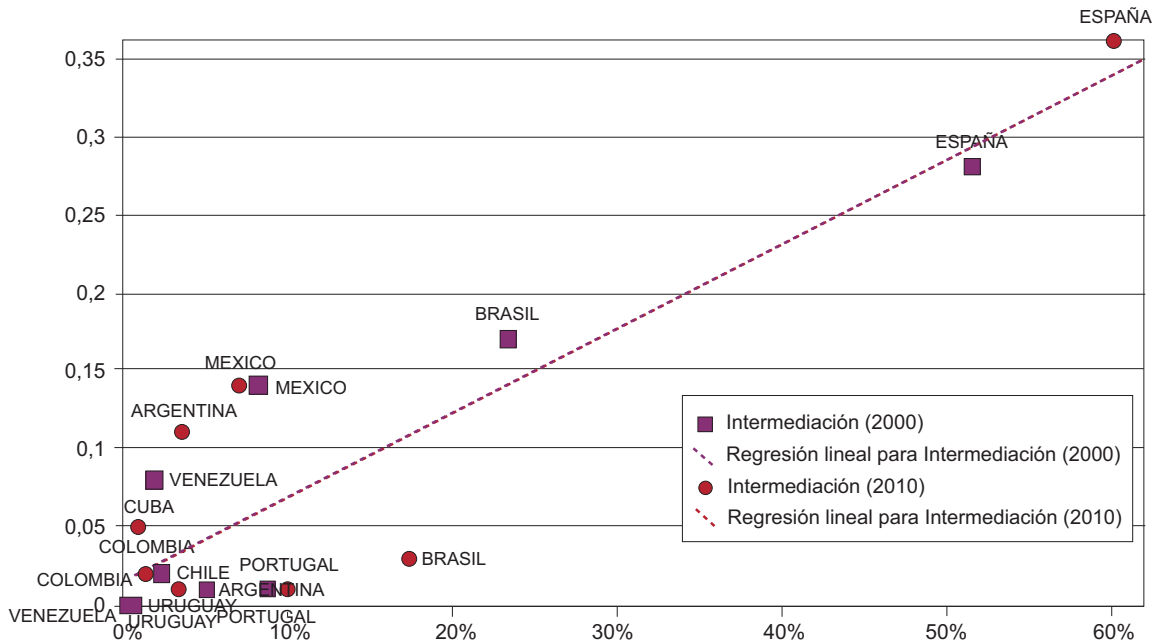
iberoamericana como su centralidad, como lo muestra su alejada posición por debajo de la línea de regresión trazada en el gráfico hacia el final del período analizado.

Otra forma de conocer la centralidad de los países en la red de colaboración es en términos de su intermediación en las sendas por las que transita la información. El indicador de intermediación da cuenta específicamente de la frecuencia con que un nodo aparece en el camino más corto entre otros dos, medida que puede ser interpretada como indicador de la capacidad de controlar el flujo de información por parte de ese nodo, en este caso cada uno de los países de la región que publican en TIC.

El **Gráfico 27** presenta la distribución de los países iberoamericanos con mejor desempeño en esta materia en un plano definido por la participación porcentual en la producción regional total en el eje x y su intermediación en el eje y. Como en el gráfico anterior, es posible observar comparativamente la evolución de cada país en el contexto de la red, dado que los datos correspondientes al año 2000 se presentan en azul y los del año 2010 en rojo, trazándose en cada caso la línea de regresión para poder visualizar la posición relativa de cada país con respecto al conjunto. La **Tabla 2** presenta los datos que dan origen al gráfico, pero para la totalidad de los países iberoamericanos con producción científica en TIC en los dos años considerados.

La primera evidencia a destacar es que, complementariamente a lo observado en el indicador de grado, la intermediación de España, a pesar del crecimiento moderado de su

Gráfico 27 . Intermediación y participación en la producción en TIC



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Tabla 2. Intermediación normalizada y participación en la producción en TIC

País	Participación en la producción iberoamericana (2000)	Intermediación (2000)	Participación en la producción iberoamericana (2010)	Intermediación (2010)
ESPAÑA	51,71%	0,00	60,40%	0,36
BRASIL	23,52%	0,01	17,45%	0,03
PORTUGAL	8,85%	0,27	10,05%	0,01
MEXICO	8,23%	0,00	7,13%	0,14
ARGENTINA	5,12%	0,02	3,69%	0,11
CHILE	2,41%	0,15	3,44%	0,01
COLOMBIA	0,70%	0,08	1,44%	0,02
CUBA	0,70%	0,00	0,92%	0,05
VENEZUELA	1,94%	0,00	0,59%	0,00
URUGUAY	0,31%	0,00	0,45%	0,00
PERU	0,08%	0,01	0,12%	0,00
COSTA RICA	0,08%	0,00	0,10%	0,00
BOLIVIA	0,00%	0,00	0,02%	0,00
REP.DOMINICANA	0,00%	0,00	0,02%	0,00
ECUADOR	0,00%	0,00	0,02%	0,00
PANAMÁ	0,00%	0,00	0,02%	0,00

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

participación en la producción regional entre 2000 y 2010, se ha incrementado muy fuertemente y, en este sentido, su papel como articulador de la red se vuelve más crítico.

Su seguidor, Brasil, muestra en cambio una disminución de su participación y un moderado aumento de su intermediación, que resulta muy bajo con relación al volumen de su producción. De esta manera, la posición de España en la red se ha vuelto más crítica al tiempo que la del líder latinoamericano ha disminuido, podría pensarse que como resultado de la consolidación de un patrón de producción menos iberoamericano que nacional e, inclusive, internacional “extra-regional”.

Entre el resto de los países que tienen mayor volumen de producción se observan en tal sentido situaciones diversas: mientras Portugal y México mantienen uno su baja y el otro su media capacidad de intermediación relativa en la red regional durante el período analizado, Argentina adquiere hacia 2010 una posición de articulación mucho más importante que la que tenía hacia 2000.

3.5. El entramado institucional de la investigación iberoamericana en TIC

Anteriormente se ha podido vislumbrar patrones y tendencias en la colaboración científica entre las naciones de Iberoamérica, así como su inserción en redes de conocimiento a nivel mundial. De igual modo, el análisis de las publicaciones conjuntas entre las instituciones más productivas de la región brinda un interesante panorama del entramado que conforma la investigación en TIC a

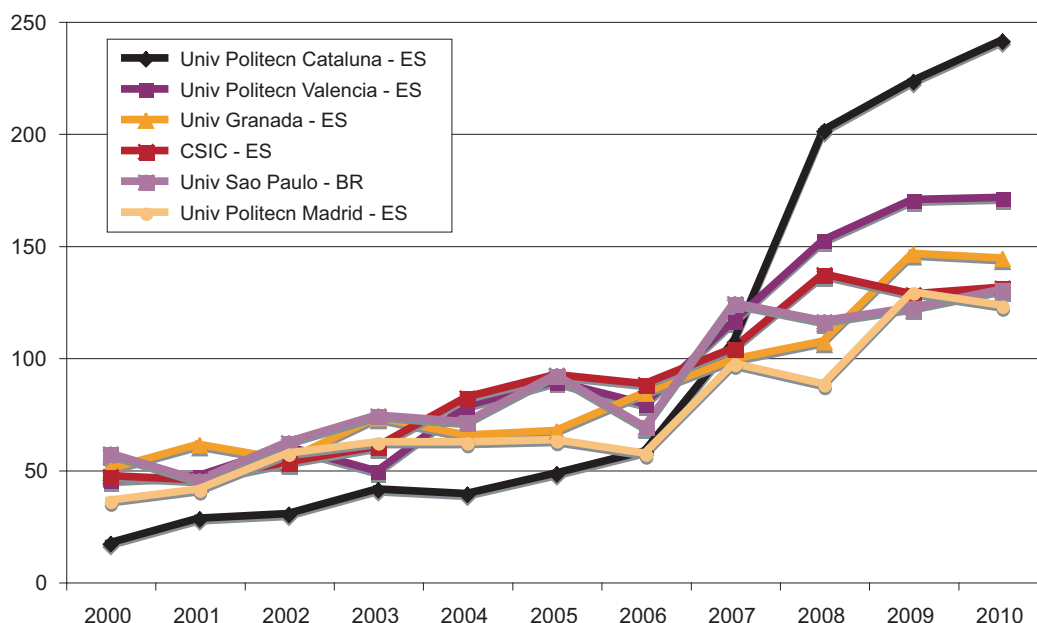
nivel del bloque regional. La colaboración interinstitucional también puede ser vista como un mecanismo por el cual se aúnan fuerzas para alcanzar mayores y mejores investigaciones.

Como se desprende del análisis precedente, la producción iberoamericana en TIC se concentra fuertemente en unos pocos países. A nivel institucional, sigue patrones similares. Si bien existen una multiplicidad de instituciones con al menos un documento en TIC registrado en el SCI entre 2000 y 2010, cinco ellas dan cuenta de algo más de la quinta parte de la producción total en ese período.

Seis instituciones de Iberoamérica dedicadas a I+D sobresalen del resto por su volumen productivo en TIC durante el período 2000-2010 (**Gráfico 28**). En relación directa con el predominio productivo de España en la región, cinco de estas instituciones (que aglutinan el 17,5% de la producción iberoamericana) corresponden a este país y una a Brasil, el segundo en volumen de publicaciones. Como se observa, ocupando la primera posición en producción de documentos en la temática en los últimos años del período, se destaca la Universidad Politécnica de Cataluña de España, que ascendió inicialmente a ritmo sostenido y luego experimentando un notorio y rápido aceleramiento hacia 2007 desde el quinto puesto en 2000 al primero en 2008, como resultado del crecimiento entre puntas más importante y extraordinario registrado en el grupo.

En segundo lugar, sobresale Universidad Politécnica de Valencia, España, que escaló de la cuarta posición en 2000 a la segunda posición en 2008, mostrando un aumento sustantivo en el período (280%), aunque no

Gráfico 28. Publicaciones iberoamericanas en TIC por institución



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

exento de ciertas oscilaciones. Seguidamente, aparece la Universidad de Granada, también española, que descendió una posición en el espacio temporal analizado, de ocupar el segundo lugar productivo en 2000 pasó a la tercera posición en 2009, a pesar de ostentar un importante crecimiento entre puntas (188%).

Se ubica en cuarto lugar el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) español, conformado por distintos institutos y centros ejecutores de I+D. Este Consejo también perdió protagonismo, descendiendo una posición entre 2000-2010.

El quinto y sexto lugar de la región están ocupados por la Universidad de San Pablo, Brasil, y la Universidad Politécnica de Madrid. La institución brasileña decayó tres posiciones, mientras la española bajó una posición en el período contemplado. El crecimiento más fuerte fue experimentado por la universidad española, que alcanzó el 242%, frente al 128% de la universidad brasileña.

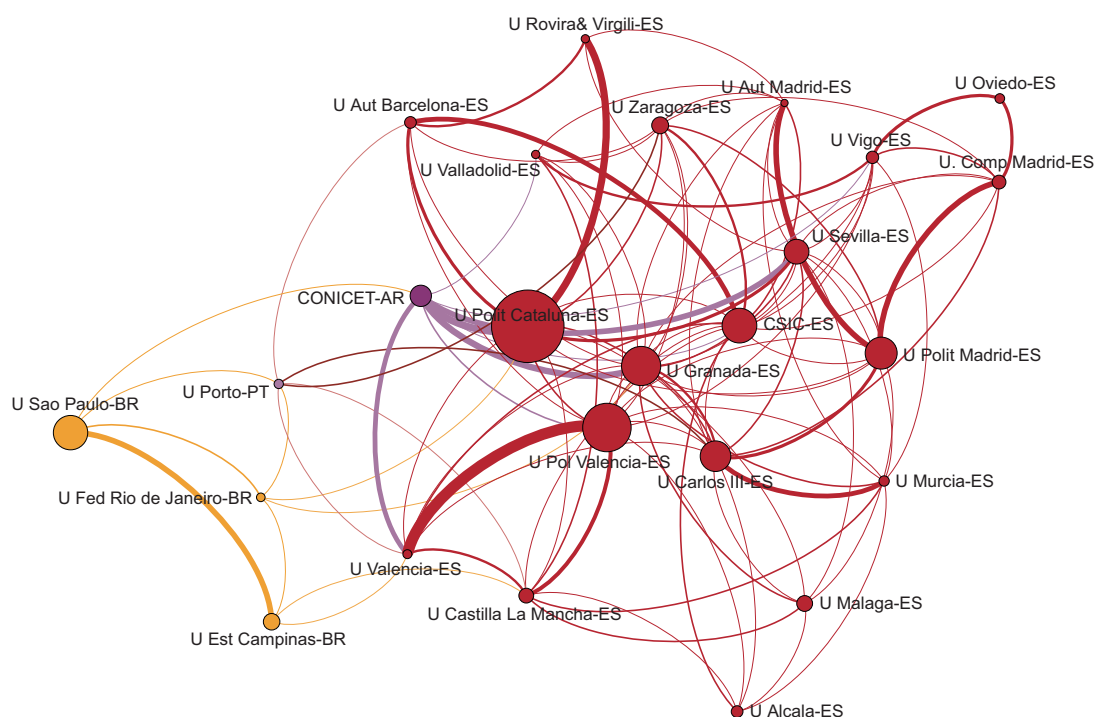
En el **Gráfico 29** se exhibe la red de colaboración científica entre las veinticinco instituciones de la región iberoamericana con mayor producción científica en TIC en 2010. El tamaño de los nodos da cuenta del volumen de producción de las instituciones, mientras que los enlaces representan los documentos colaborados en común y su grosor la cantidad de publicaciones conjuntas. Los documentos en colaboración con más de una institución

han sido contabilizados a las diferentes instituciones firmantes. Los colores de los distintos nodos han sido asignados de acuerdo al país de la institución a la que pertenecen: naranja para España, verde para Brasil, azul para Argentina y púrpura para Portugal.

En la elaboración de la red, al igual que en las anteriores, se ha aplicado un algoritmo de fuerza, cuyo principio persigue evitar el entrecruzamiento de enlaces y distribuir los nodos uniformemente en el espacio, asignando fuerzas a cada uno de ellos como si fueran elásticos. Por la aplicación de este algoritmo, la zona central del gráfico es ocupado por los nodos, en este caso instituciones, que más se relacionan con el resto, mientras que aquellos con menos relaciones o menos copublicaciones en común, se sitúan en la periferia.

En consecuencia, la parte central de la red es compartida por las tres universidades españolas más productivas en 2010 y con mayor número de conexiones: las Universidades Politécnicas de Cataluña y de Valencia y la Universidad de Granada, siendo fundamentalmente la Universidad Politécnica de Cataluña, por su grado e intensidad de interconexión, la principal articuladora de la colaboración iberoamericana -mayormente española- en TIC. También se destaca por su nivel de interconexión el CSIC español, aunque prácticamente carece de vínculos con instituciones extranjeras.

Gráfico 29. Red de instituciones iberoamericanas a partir de la copublicación (2010)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Asimismo, se observa que las instituciones connacionales con mayor presencia, las españolas y brasileñas, se agrupan en el espacio debido a que tienen mayores niveles de colaboración entre sí que con el conjunto de la red. La única institución portuguesa presente en el entramado, la Universidad de Porto, se ubica entre el agrupamiento brasileño y el español por su relación, aunque escasa, con ambos frentes institucionales. Por su parte, la única institución argentina presente, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), se ubica próximo a la zona central por su fuerte vinculación con las españolas Universidad Politécnica de Cataluña, Universidad de Granada y Universidad de Sevilla.

Es evidente que la importante presencia de instituciones de España en la red (20 de las 25 presentes) configura un entramado conectivo de fuerte interrelación a nivel país. Por otro lado, de las tres instituciones brasileñas con presencia en el conjunto, las Universidades de San Pablo, Estatal de Campinas y Federal de Río de Janeiro, son la primera y la segunda las que muestran los lazos más estrechos entre sí.

De igual manera que en el análisis de las redes de colaboración internacional, y con el objeto dar cuenta de la relación entre el volumen de documentos de una institución y sus vinculaciones, en el **Gráfico 30** se muestra la distribución de las diez instituciones

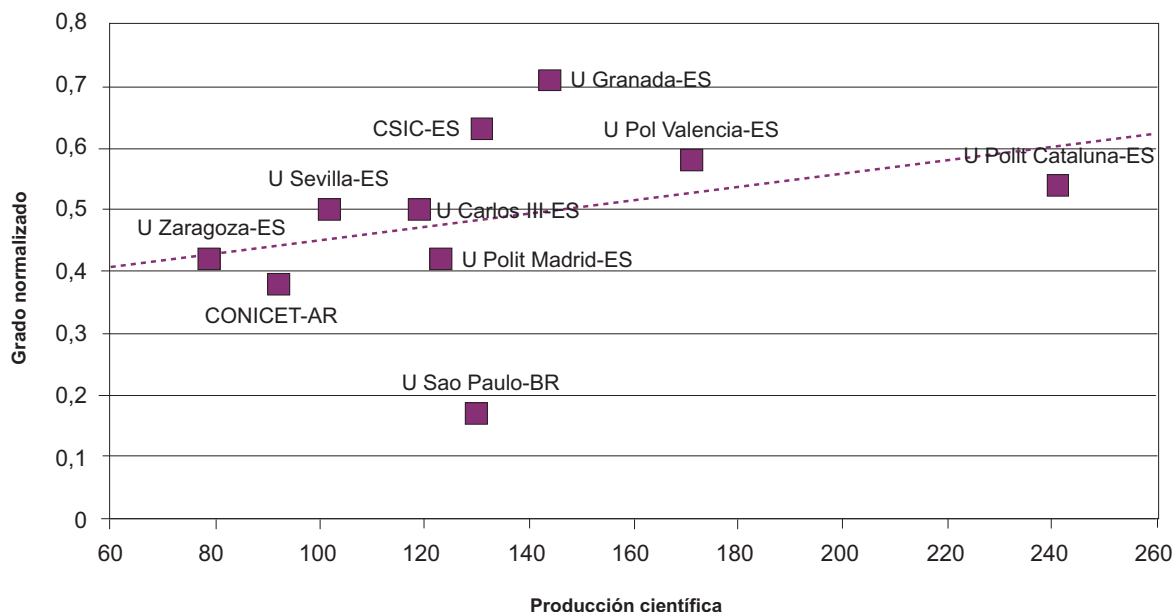
iberoamericanas más productivas (los datos para la totalidad de las instituciones observadas en este apartado se presentan en la **Tabla 3**) en un plano definido por la cantidad de documentos publicados en TIC en el SCI durante 2010 en el eje x y el grado normalizado (calculado como la cantidad de relaciones que tiene una institución, sobre el número total relaciones posibles si estuviera conectada con todo el resto de los participantes) de cada nodo en el eje y. Se ha trazado también una línea de regresión para poder observar la posición relativa de cada uno con respecto al conjunto.

Es importante señalar que debido a la escasa vinculación intraregional de las instituciones españolas, sus posiciones están determinadas básicamente por las relaciones establecidas dentro de su propio país.

La Universidad Politécnica de Cataluña, España, la institución con mayor volumen productivo a nivel regional, tiene una centralidad que la sitúa bajo la línea de regresión, poniendo en evidencia un bajo nivel de conexión. En cambio, la española Universidad de Granada, tercera en volumen de publicaciones, presenta la mayor centralidad de la región iberoamericana, evidenciando sus fuertes relaciones científicas con las demás instituciones del bloque regional en el campo de las TIC.

Otras instituciones, todas ellas españolas, que sobresalen

Gráfico 30. Cantidad de publicaciones y grado normalizado de instituciones iberoamericanas (2010)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Tabla 3. Publicaciones y grado normalizado de la red institucional (2010)

	Producción Científica	Grado Normalizado
U Polit Cataluna-ES	241	0,54
U Pol Valencia-ES	171	0,58
U Granada-ES	144	0,71
CSIC-ES	131	0,63
U Sao Paulo-BR	130	0,17
U Polit Madrid-ES	123	0,42
U Carlos III-ES	119	0,50
U Sevilla-ES	102	0,50
CONICET-AR	92	0,38
U Zaragoza-ES	79	0,42
U Est Campinas-BR	78	0,17
U Malaga-ES	76	0,29
U Castilla La Mancha-ES	73	0,42
U. Comp Madrid-ES	70	0,33
U Vigo-ES	66	0,38
U Alcala-ES	64	0,25
U Aut Barcelona-ES	64	0,29
U Murcia-ES	60	0,33
U Oviedo-ES	58	0,08
U Porto-PT	57	0,29
U Valencia-ES	56	0,38
U Fed Rio de Janeiro-BR	55	0,21
U Rovira & Virgili-ES	54	0,17
U Valladolid-ES	54	0,29
U Aut Madrid-ES	51	0,38

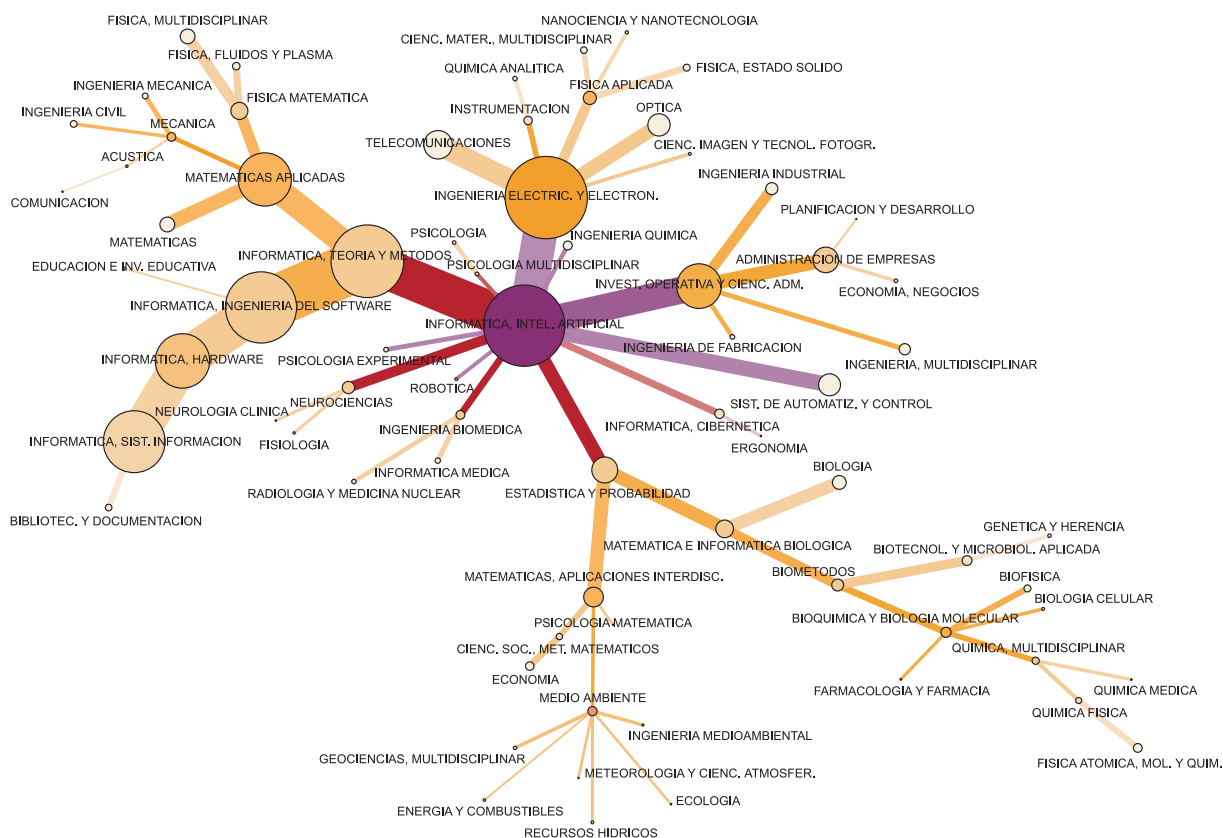
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.
Nota: Año 2010.

En cambio, la institución que menos vinculaciones presenta en la red de las diez más productivas en TIC es la brasileña Universidad de San Pablo, quinta institución y primera no española en volumen de producción. Otros casos institucionales de escasa vinculación regional son el CONICET de Argentina y la española Universidad Politécnica de Madrid. Por último, la española Universidad de Zaragoza, décima de la región según sus documentos en el campo de estudio en 2010, se ubica sobre la línea de regresión, en función de su baja centralidad relativa con respecto a las demás instituciones de la región.

El **Gráfico 31** presenta la red de disciplinas científicas emergente de las co-citaciones para el total de los artículos en TIC publicados en Iberoamérica en 2010, que

Fundamentalmente en términos de la gran cantidad de citas que reciben, pero también, en varios casos, de la fuerte intensidad de las relaciones existentes entre ellas, se destacan fuertemente trece disciplinas: Ingeniería eléctrica y electrónica (1.115 citas), Informática e inteligencia artificial (1.102), Informática y teoría y métodos (988), Informática e ingeniería del software (969), Informática y sistemas de información (847), Informática y hardware (749), Matemáticas aplicadas (733), Investigación operativa y ciencias de la administración (620), Telecomunicaciones (407), Estadística y probabilidad (374), Administración de empresas (369), Óptica (326) y Sistemas de automatización y control (322).

La segunda disciplina con más citas en la región iberoamericana, *Ingeniería e inteligencia artificial*, funciona como núcleo central del entramado de temas de



la región iberoamericana en su conjunto. Ella presenta fuertes relaciones directas con cinco de las trece importantes disciplinas científicas y tecnológicas antes mencionadas; en orden decreciente, se trata de: Ingeniería eléctrica y electrónica, Informática y teoría y métodos, Investigación operativa y ciencias de la administración (y, a través de ella, con Administración de empresas, Ingeniería industrial, Ingeniería multidisciplinar, Ingeniería de fabricación, Economía y negocios, y Planificación y desarrollo), Sistemas de automatización y control, y Estadística y probabilidad. A su vez, esta disciplina troncal está vinculada con varias áreas más pequeñas: Neurociencias (y, a través de ella, con Fisiología y Neurología clínica), Psicología experimental, Informática cibernética (y, a través de ella, con Ergonomía), Ingeniería biomédica (y, a través de ella, con Informática médica y Radiología y medicina nuclear) y Robótica.

Se destacan, además, tres bloques temáticos que mantienen estrechas relaciones directas con Ingeniería e inteligencia artificial y presentan estructuras fuertemente ramificadas. El primero de esos bloques está liderado por otra importante disciplina antes referida: *Informática, teoría y métodos*, que se articula, a su vez, con disciplinas que concentran los mayores volúmenes relativos de citas y dos ramificaciones: Informática e ingeniería del software (que la conecta con Informática y hardware, Informática y sistemas de información, Ciencia y documentación, y Educación e investigación educativa) y Matemáticas aplicadas (área a su vez relacionada con Física matemática, Física de los fluidos y el plasma, y Física multidisciplinar-, Mecánica -y, a través de ella, con Ingeniería civil, Ingeniería mecánica, Acústica y Comunicación, y Matemáticas); en orden decreciente de citas recibidas.

Un segundo bloque temático directamente articulado a la disciplina troncal de la producción científica en TIC de Iberoamérica se organiza alrededor de *Ingeniería eléctrica y electrónica*, la disciplina con más citas en la región y que mantiene relaciones radiales y ramificaciones menores con otras cinco disciplinas: Telecomunicaciones, Óptica, Física aplicada, Instrumentación (y, a través de ella, con Química analítica) y Ciencia de la imagen y tecnología fotográfica, en orden decreciente de citas recibidas. Física aplicada se vincula con otras tres áreas: Física del estado sólido, Ciencia de los materiales multidisciplinar, y Nanociencia y nanotecnología, también en orden decreciente de citas recibidas.

Finalmente, es posible distinguir un tercer bloque temático directamente vinculado a Ingeniería e inteligencia artificial y articulado alrededor de *Estadística y probabilidad*. Esta disciplina tiene estrechas relaciones, a su vez, con dos áreas a partir de las cuales presenta las mayores ramificaciones de la región: Matemáticas y aplicaciones interdisciplinarias, y Matemática e informática biológica. El área de Matemáticas y aplicaciones interdisciplinarias se conecta con Psicología matemática, Ciencias sociales y métodos matemáticos, Economía y Medio ambiente (a través de la cual se vinculan Ingeniería medioambiental, Geociencias multidisciplinar, Meteorología y ciencias de la

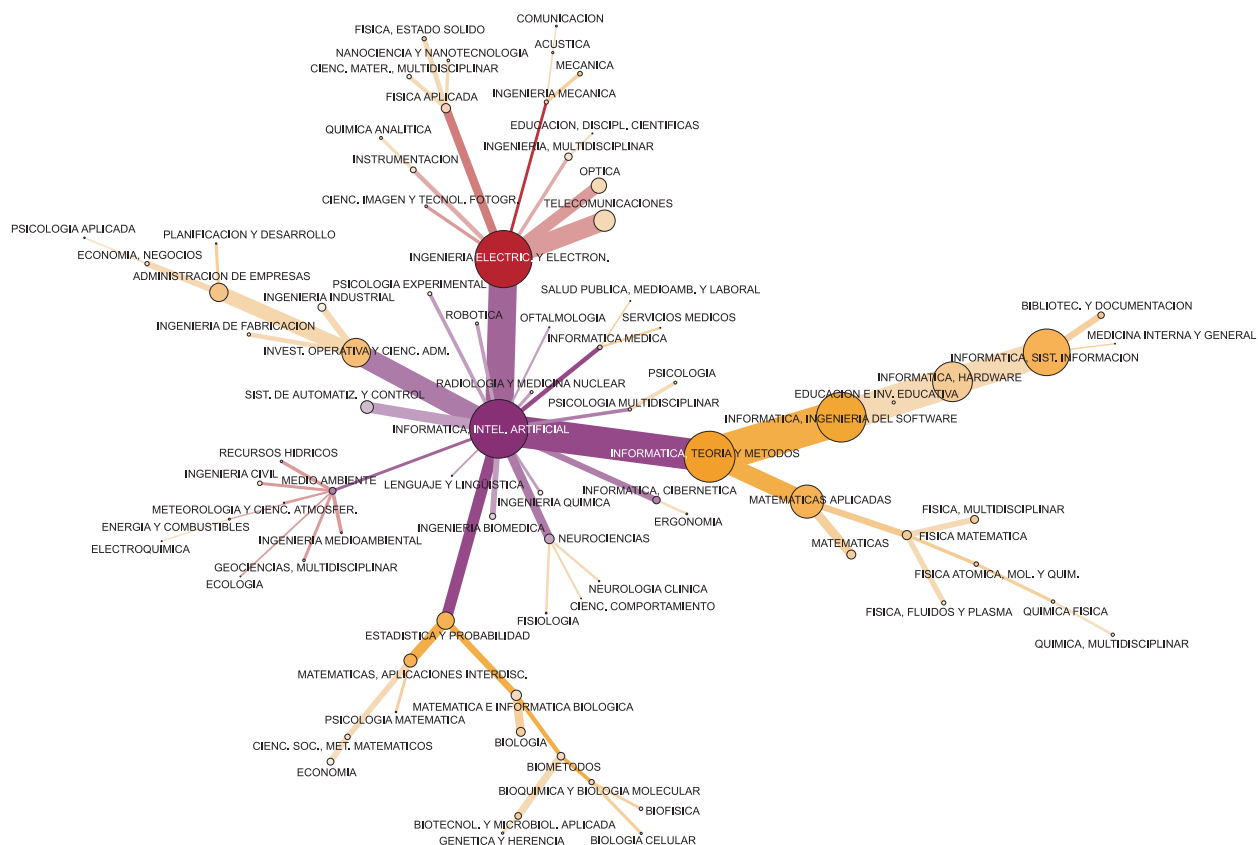
atmósfera, Energía y combustibles, Ecología y Recursos hídricos). Finalmente, el área de Matemática e informática biológica se articula con Biométodos (que a su vez se conecta con Biotecnología y microbiología aplicada, y Genética y herencia) y Bioquímica y biología molecular (disciplina relacionada con Química multidisciplinar -y, a través de ella, con Química médica, Química física y Física atómica- y Farmacología y farmacia).

Los **Gráficos 32 a 36** presentan las redes temáticas actuales correspondientes a los cinco principales países de Iberoamérica en materia de producción científica en TIC. En los cinco casos se observan algunas similitudes con la red emergente para el conjunto regional en términos de presencia de las disciplinas con más citas en la red iberoamericana y de la estructura básica de nodos principales e interrelaciones. Sin embargo, y a partir de una comparación analítica más detallada, también es posible identificar algunas interesantes particularidades locales que podrían estar mostrando ciertas especializaciones temáticas nacionales. También cabe advertir que en aquellos países que tienen menor volumen de producción científica relativa (Portugal, México y Argentina) algunas asociaciones temáticas entre disciplinas y sub-disciplinas de escaso volumen son el resultado de pocas publicaciones, por lo que no serán tenidas en cuenta en el análisis.

En el **Gráfico 32** se muestra la red temática resultante de las co-citaciones correspondientes a los artículos españoles en tecnologías de la información y las comunicaciones en 2010. Su tamaño, en términos de la cantidad de nodos presentes, es prácticamente igual al de la red del total iberoamericano, recuperándose 206 disciplinas citadas de autores pertenecientes a España. La composición temática y la estructura de los nodos centrales resultan muy similares a las observadas en la red emergente para el conjunto de Iberoamérica pero con más ramificaciones. Además, las áreas más importantes en la red española en TIC concentran cada una aproximadamente dos terceras partes de las citas que reciben sus homólogas para el total iberoamericano, aspecto que reafirma nuevamente el peso relativo de este país en la producción científica en este campo.

Entre las diferencias más importantes entre la red de España y la del total de Iberoamérica, cabe señalar tres especificidades nacionales. En primer lugar, en la subred temática organizada en torno a Informática, teoría y métodos aparecen, en orden decreciente de citas y vinculadas a Informática y sistemas de información, las sub-disciplinas Bibliotecología y documentación, y Medicina interna y general; y, también en orden decreciente de citas recibidas pero vinculadas a Física matemática, las sub-disciplinas Física atómica, molecular y química, y Química multidisciplinar. En segundo lugar, en la subred temática organizada alrededor de Ingeniería eléctrica y electrónica española se observan disciplinas y sub-disciplinas que en la red regional estaban vinculadas con otras áreas, como es el caso de Ingeniería mecánica, Mecánica, Acústica y Comunicación (que en Iberoamérica en su conjunto aparecían relacionadas con Matemáticas aplicadas e Informática, teoría y métodos), e Ingeniería

Gráfico 32. Red de disciplinas emergente de las co-citaciones de los artículos españoles en TIC (2010)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

multidisciplinar (relacionada con Investigación operativa y ciencias de la administración en la red general). En tercer lugar, que la subred temática relacionada con Estadística y probabilidad tiene un desarrollo notablemente inferior al del conjunto iberoamericano en cantidad de disciplinas articuladas (13 en lugar de 25).

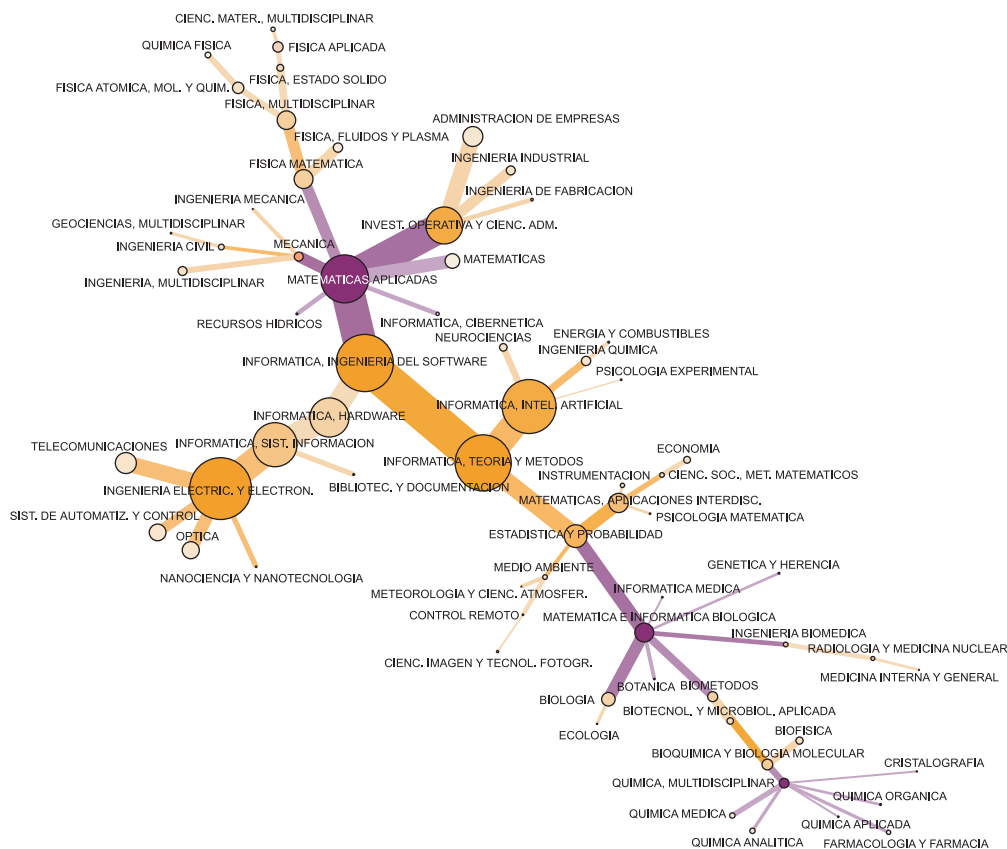
El **Gráfico 33** presenta la red de disciplinas elaborada a partir de las co-citaciones realizadas por los artículos brasileños en el campo de las TIC publicados en 2010. En este caso, nuevamente se observa una red temática compleja y fuertemente diversificada, compuesta por 182 disciplinas y cuya estructura básica comparte rasgos similares con la del total iberoamericano pero refleja además interesantes diferencias que podrían estar mostrando especializaciones temáticas locales.

La primera diferencia significativa es que el centro de la red temática no es Informática e inteligencia artificial (que concentra de todos modos un gran volumen de citas, ubicándose en el cuarto lugar), sino Informática e ingeniería del software (la segunda disciplina en citas en TIC en el país). La segunda diferencia reside en que Ingeniería eléctrica y electrónica (la disciplina de producción científica en TIC con más citas de Brasil) está a su vez fuertemente conectada con Informática y sistemas

de información, e indirectamente con Informática y hardware, e Informática e ingeniería del software. La tercera diferencia es que Matemáticas aplicadas presenta numerosas ramificaciones, conectando 21 disciplinas y sub-disciplinas (en lugar de las 10 de la red iberoamericana) relacionadas con Investigación operativa y ciencias de la administración (con sus asociaciones con Administración de empresas, Ingeniería industrial e Ingeniería de fabricación), Ciencia de los materiales multidisciplinar (conectada con Ingeniería eléctrica y electrónica en la red general) y otras áreas de la física, la química y la ingeniería. Finalmente, la cuarta diferencia a destacar en el caso brasileño es que Estadística y probabilidad presenta una estructura más fuertemente ramificada (conectando 30 áreas en lugar de las 25 de la red regional) que está directamente vinculada con Informática, teoría y métodos por un lado, y con Matemática e informática biológica por el otro (área a partir de la cual se observan otras pequeñas ramificaciones del árbol a partir de las articulaciones con disciplinas y sub-disciplinas como Biométodos, Bioquímica y biología molecular, y Química multidisciplinar, entre otras).

El **Gráfico 34** expone la red de disciplinas emergente de las co-citaciones realizadas por los artículos portugueses en TIC en 2010, que está compuesta por 163 áreas y

Gráfico 33. Red de disciplinas emergente de las co-citaciones de los artículos brasileños en TIC (2010)



76

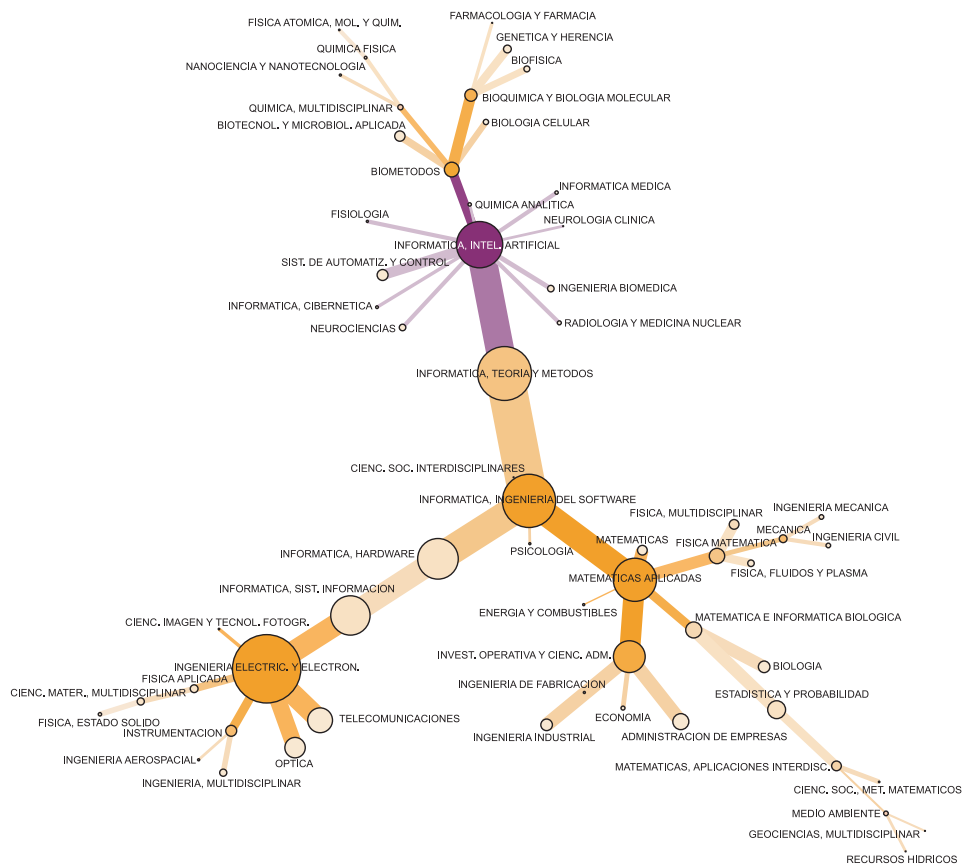
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

presenta una estructura básica bastante parecida a la del total iberoamericano en cuanto a las principales disciplinas y sub-disciplinas que articula, pero con algunas pequeñas particularidades en la estructura de ramificaciones en los nodos que concentran el mayor número de citas y que la acercan a Brasil. Entre esas particularidades cabe destacar que la disciplina troncal en la red temática en TIC en Portugal no es Informática e inteligencia artificial como en el conjunto iberoamericano, sino Informática e ingeniería del software (al igual que en la red de Brasil). También merecen atención las ramificaciones observadas a partir de Matemáticas aplicadas, disciplina articulada a Investigación operativa y ciencias de la administración y sub-disciplinas conexas (nuevamente, como en el caso brasileño), a Matemática e informática biológica (y, a través de ella, a Biología, Estadística y probabilidad, y otras) y a Física matemática (y, a través de ella, a varias especialidades de la ingeniería) que en la red regional iberoamericana estaban asociadas pero directamente conectadas con Informática, teoría y métodos, o Biométodos, y siempre mediadas por Informática e inteligencia artificial, pero que en el caso portugués se articulan en torno a Informática e ingeniería del software.

En el **Gráfico 35** se presenta la red de disciplinas y subdisciplinas científicas y tecnológicas construida a partir de las co-citaciones para los artículos publicados en el campo de las TIC por investigadores mexicanos en 2010, compuesta por 134 disciplinas y con una estructura básica, aunque menos voluminosa y ramificada, bastante parecida en términos generales a la del total iberoamericano en cuanto a las áreas que articula.

Un par de diferencias con ella pueden, no obstante, marcarse. Por una parte, que directamente articuladas con la disciplina que concentra el mayor número de citaciones en la red mexicana, Ingeniería eléctrica y electrónica, están Sistemas de automatización y control, área que en la red iberoamericana estaba conectada con publicaciones de Informática e inteligencia artificial; Ingeniería mecánica y Mecánica, sub-disciplinas que en la red regional están vinculadas con Matemáticas aplicadas; y Física atómica, molecular y química, y Química física, que en la región en su conjunto aparecen ligadas a Matemática a informática biológica. Por otra parte, Informática y sistemas de información, aparece, en lugar de articulada a áreas teóricas y metodológicas de informática e ingeniería del software y el hardware como en

Gráfico 34. Red de disciplinas emergente de las co-citaciones de los artículos portugueses en TIC (2010)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

la red regional, directamente relacionada con Informática e inteligencia artificial, la principal disciplina en TIC en número de citaciones en México.

Para concluir con esta sección, el **Gráfico 36** muestra la red de disciplinas y sub-disciplinas emergente de las citas realizadas por los artículos argentinos en TIC en 2010, que con 122 nodos se convierte en la red temática más pequeña de los cinco principales países de la región.

Su estructura reticular es similar a la del conjunto de Iberoamérica, con algunas diferencias interesantes. Las conexiones más fuertes se producen entre las cinco disciplinas científicas de mayor peso relativo en el caso argentino, esto es y en orden decreciente de citas recibidas: Informática e inteligencia artificial; Informática, teoría y métodos; Informática e ingeniería del software; Ingeniería eléctrica y electrónica; e Informática y sistemas de información (área esta última de singular importancia en la producción argentina en TIC a diferencia de las demás naciones analizadas). Las principales particularidades locales se encuentran, nuevamente y en este caso sumándose a la escala relativamente pequeña del árbol temático, en la posición de algunas áreas, como Sistemas de automatización y control, vinculada a Ingeniería eléctrica y electrónica, e Ingeniería química,

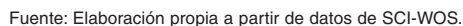
vinculada a Investigación operativa y ciencias de la administración (en lugar de directamente a Informática e inteligencia artificial); o Bioquímica y biología molecular, relacionada directamente con Química multidisciplinar e indirectamente con Informática y sistemas de información (en lugar de a Matemática e informática biológica), todos ellos ejemplos de más de diez publicaciones.

4. DESARROLLO TECNOLÓGICO EN TIC

Mientras que las publicaciones ofrecen un panorama detallado de los patrones y tendencias en investigación en el campo de las TIC, las patentes de invención posibilitan un análisis equivalente enfocado en el desarrollo tecnológico. Estos documentos permiten seguir con un profundo nivel de detalle la evolución de las actividades orientadas a la creación de nuevos productos y procesos.

Se trata, sin embargo, de una fuente de información que debe ser manejada con ciertos cuidados. El patentamiento es, en las empresas de base tecnológica, una herramienta que no sólo sirve para proteger los resultados de la I+D, sino también un elemento importante de sus estrategias comerciales. La decisión de patentar o no una invención, dónde hacerlo y bajo la titularidad de quién, son cuestiones relacionadas con las características de los

78



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

mercados, el potencial económico del invento, pero también con la situación de los competidores. En algunos casos, las empresas optan por el secreto industrial como forma de protección o presentan sus solicitudes bajo la titularidad de subsidiarias, con el objetivo de valorizarlas o de no hacer evidentes sus estrategias a los competidores. El marco jurídico del país es asimismo un factor de influencia para el registro de patentes generadas a partir de resultados de investigaciones realizadas en universidades u otros organismos públicos de investigación.

Se ha optado por utilizar la base de datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO, según su sigla en inglés), que ofrece los documentos registrados mediante el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT, también según su sigla en inglés). La solicitud y el mantenimiento de patentes internacionales registradas mediante el tratado PCT son costosos en términos económicos y de gestión, en particular para los países de menor desarrollo relativo de Iberoamérica, por lo que sólo suelen registrarse allí los inventos con un potencial económico o estratégico importante. La selección y priorización de esta fuente a lo largo del presente análisis se basó en ese criterio de calidad, de modo de relevar con la mayor precisión posible los avances tecnológicos de punta a nivel mundial, teniendo a la vez menos sesgos que otras fuentes para una comparación regional.

El análisis presentado en este informe permite observar un panorama de los cambios en los volúmenes de patentamiento, los principales titulares, la participación de inventores de la región y las áreas específicas de mayor desarrollo.

4.1. La evolución del patentamiento en TIC

El **Gráfico 37** muestra la evolución temporal de las patentes publicadas a nivel mundial en el sector durante el decenio 2000-2010. Durante los primeros tres años (2000-2002) se observa un cierto

amesetamiento que mantiene las patentes por debajo del techo de las 42.000 publicaciones anuales, ostentando durante estos años apenas una amplitud del 3% (1228 patentes) entre los valores máximos y mínimos. El trienio muestra hacia 2002 una caída a los niveles más bajos de toda la serie sumando un total de 40.026 patentes en dicho año.

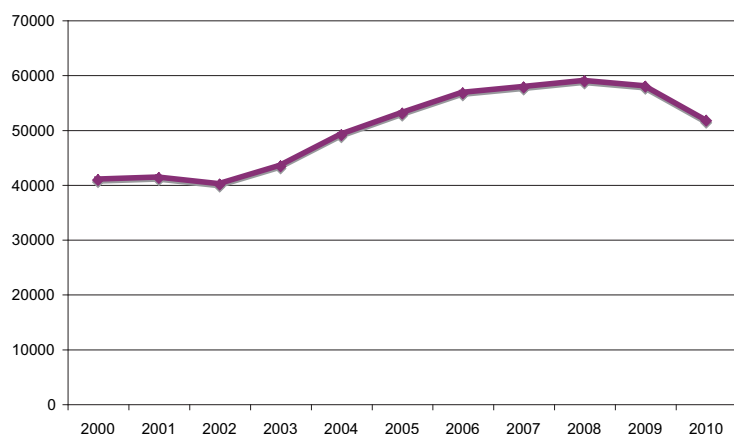
Al año siguiente (2003) se observa el comienzo de una tendencia positiva, con una importante curva de crecimiento que se mantiene por encima del 7% anual -con un pico del 13% en 2004- hasta 2006, donde se registra un total de 56.685 patentes publicadas en el sector de tecnologías de la información y las comunicaciones. Para 2007 la curva de crecimiento de estas publicaciones se estabiliza en valores cercanos 2%, tendencia que se mantiene por apenas dos años para registrar hacia finales de la década una nueva contracción: en 2009 de un 1,5%, y en 2010 con ya una importante retracción del 11%.

En resumen, la evolución del patentamiento durante estos diez años muestra tres etapas marcadas, la primera (2000-2002) con un estancamiento en torno a las 40.000 patentes anuales. La segunda (2003-2006) con un gran crecimiento del 36%. Y la tercera de amesetamiento y decaimiento (2007-2010) en la que la curva de crecimiento se estanca en valores cercanos a las 57.000 patentes durante los primeros tres años para retrotraerse a valores de 2005 en el último año de la serie.

Para el final de la década se termina ubicando en un nivel de patentamiento un 26% por encima de los valores registrados en 2000, con un nivel de algo más de 10.000 documentos anuales por encima de aquel año. Sin embargo, podemos ver cómo durante el final de la serie se observa una desaceleración en el nivel de patentamiento que parece no encontrar todavía su piso.

Por su parte situación en Iberoamérica puede verse reflejada en el **Gráfico 38** que recopila las patentes registradas de titulares iberoamericanos. En este caso, vemos que el crecimiento es positivo en los niveles de patentamiento de parte de titulares iberoamericanos durante los diez años consecutivos. El nivel de crecimiento es acelerado durante los cuatro primeros años de la serie (2000-2003) con aumentos de 25 a 40 patentes anuales, notándose cierta desaceleración en el bienio 2004-2005 con aumentos del 16 y 5 patentes respectivamente,

Gráfico 37. Total de patentes publicadas en TIC en el mundo



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

estabilizándose en valores marginales durante 2006 y 2007. El crecimiento se retoma en el último trienio de 2008-2010, con aumentos de las patentes anuales en torno de 58, 27 y 21 más presentaciones por año respectivamente. Durante todo el período el aumento proporcional llega al 73% del total de patentes de titulares iberoamericanos, ubicándose en un valor total de 342 patentes anuales para 2010, 249 más que en 2000.

Si bien es necesario destacar el bajo peso relativo de Iberoamérica sobre el total de la muestra y también el escaso tamaño de la misma, se destaca un crecimiento positivo durante la década analizada tanto en el total patentado como en la relación proporcional con el resto del mundo como muestra el **Gráfico 39**. El aumento del patentamiento en los países iberoamericanos se mantuvo por encima de la media mundial en seis de los diez años analizados, siendo la excepción el período que va de 2004-2007; destacándose el aumento del patentamiento en los últimos tres años de la serie donde a nivel mundial el mismo sufría de un estancamiento y retracción. Así, en 2010 la región alcanza el mayor peso relativo de la serie al contar con un 0,66% del patentamiento mundial en TIC.

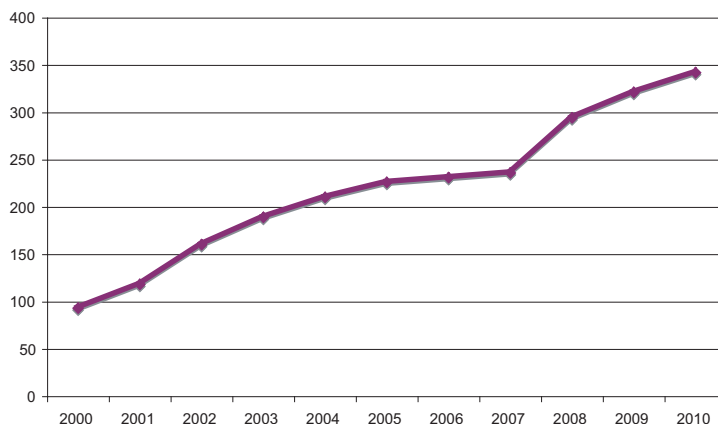
80

Por otro lado, si tomamos aquellos países que ostentan mayor frecuencia de patentamiento de acuerdo a la nacionalidad de sus titulares, podremos observar los distintos comportamientos a lo largo del período como muestra el **Gráfico 40**.

En lo que hace al desarrollo tecnológico patentado en TIC, con 13.067 registros Estados Unidos ocupa el lugar preponderante con un nivel cuatro veces mayor para 2000 que su inmediato seguidor, Alemania, y 4,5 veces que el tercero en disputa, Japón. Si bien no puede establecerse una tendencia sostenida de los EE.UU. durante este período debido a los altos y bajos en los registros de patentes ni una relación directa con el total del patentes de los demás países que componen la muestra, pueden destacarse los dos puntos más altos durante esta década, en 2002-2003 con un nivel cercano a las 25.000 patentes/año y 2008, con 27.081 patentes.

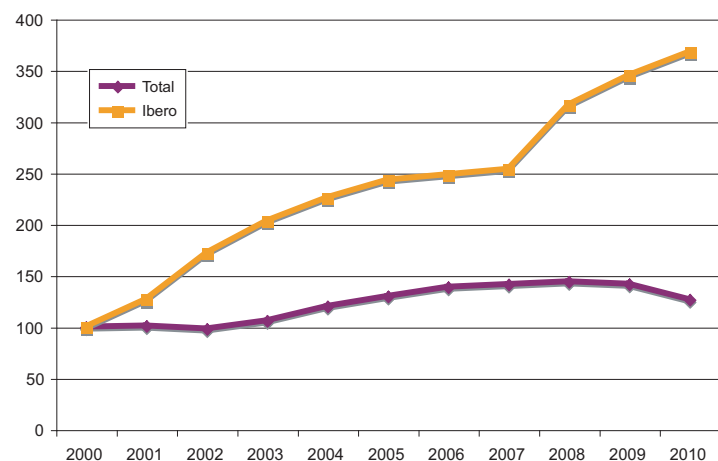
El segundo lugar lo ocupa Alemania en el comienzo de la serie con 3.291 patentes registradas en 2000, ostentando 3.754 para 2010, con un pico significativo en 2005, con 5.895 patentes. Para 2010, ya ha cedido el segundo lugar en patentes TIC a Japón quien ostenta un total de 11.589 patentes anuales, 8.675 más que las registradas en 2000, es decir, el triple que diez años antes. Los otros

Gráfico 38. Total de patentes de titulares iberoamericanos publicadas en TIC



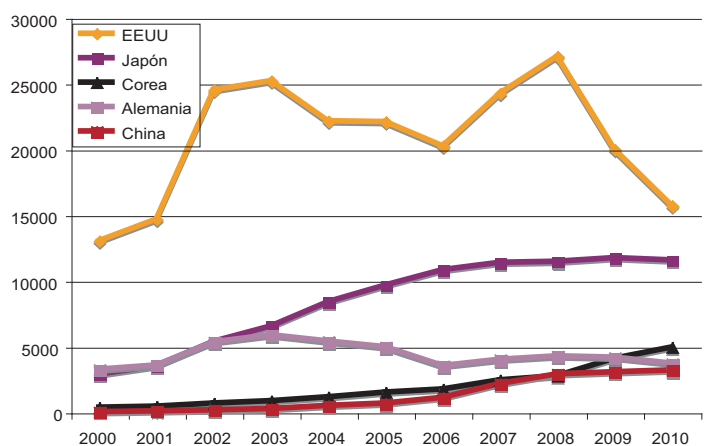
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

Gráfico 39. Patentes mundiales en TIC y total de titularidad iberoamericana



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

Gráfico 40. Patentes de los principales países del mundo según su titular



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

dos casos que vale la pena destacar son los de Corea y China quienes han logrado importantes avances en el número de patentes durante el tiempo analizado. Corea, que en 2000 registraba apenas 402 patentes, para 2010 ha alcanzado el total de 4.982 patentes, un total 11 veces mayor que el punto de inicio desplazando a Alemania, segundo de la serie al inicio, hasta el cuarto lugar. China, quien comienza con un valor más modesto: 59 patentes en 2000, ha multiplicado por 54 su número de patentes, alcanzando un total de 3.172 para el año 2010.

Durante el período 2000-2010 se observa a nivel general un retroceso importante de Estados Unidos en términos relativos, mostrando una pérdida de preponderancia incluso en aquellos años donde muestra la mayor cantidad de patentamientos. En 2003 -primer pico de la serie

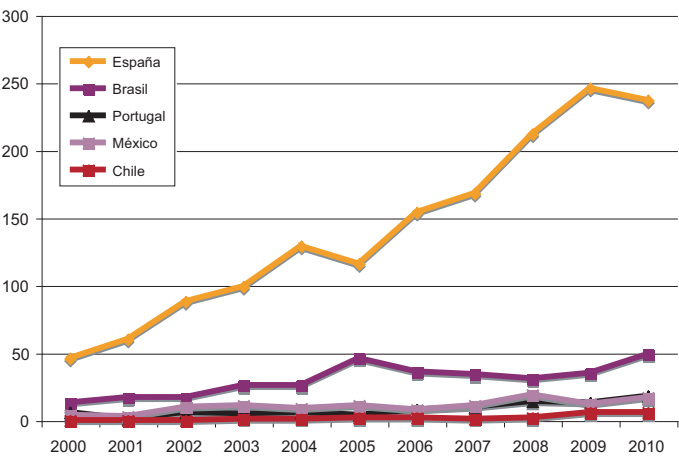
para EE.UU.- Japón logra reducir la brecha con este país, al sumar el 26% del número de patentes del país del norte. Si tomamos 2008 -segundo pico- veremos como Japón ya logra contar un número de patentes que representa el 42% del total norteamericano. Ya para el último año de la serie veremos como Estados Unidos apenas cuenta con un número de patentes un 36% mayor que Japón.

En toda la década observamos un crecimiento de los países asiáticos en detrimento de Estados Unidos y Alemania, los dos primeros del *ranking* en 2000 al comenzar la serie.

Si observamos el caso de Iberoamérica y centramos nuestro foco sobre las patentes de los principales países de la región como muestra el **Gráfico 41**, veremos un comportamiento que tiende de manera generalizada al alza en los cinco países con más patentes en TIC en 2010. Los dos casos significativos, España y Brasil, sin embargo demuestran un comportamiento disonante. España, por su parte mantiene un crecimiento sostenido durante todos los años de la serie, exceptuando 2005 y 2010, donde se registran caídas del 10% y el 6%. Durante este período España se consolida claramente como el primer patentador de la región, incluso aumentando su preponderancia; si en 2000 mantenía una relación de 3,5 patentes españolas por cada brasileña, y 7,7 por cada portuguesa; para 2010 esa diferencia se ampliaría a casi 5 patentes españolas por cada una presentada en Brasil y 13 por cada una presentada en Portugal. La diferencia entre España y su inmediato seguidor, Brasil, sólo vio reducirse en un año de la serie, cuando en 2005 llegaron a una relación de 2,5 patentes españolas por cada una del país sudamericano. Por lo demás es alentador el desempeño español en el período dado que multiplicó por cuatro la cantidad de patentes presentadas para el sector. Por lo demás, el caso de México merece ser mencionado ya que alcanza entre 2008 y 2010 a sostener niveles similares a los registrados por Brasil en el primer trienio de la serie.

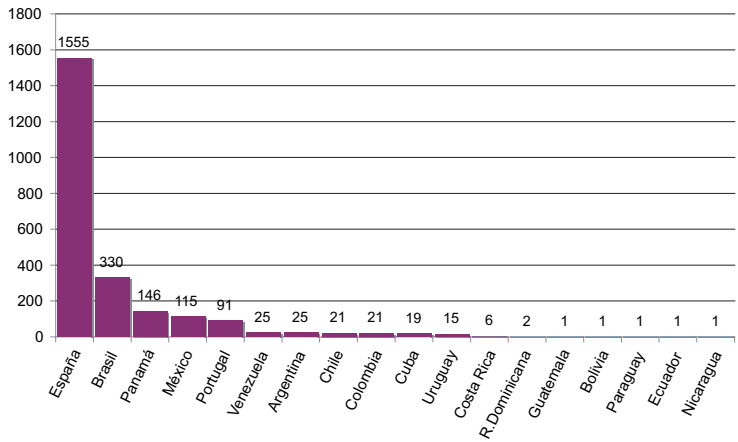
El **Gráfico 42** presenta el total de patentes registradas por titulares de países iberoamericanos, lo cual nos ayuda a tener una dimensión del estado general de la distribución de patentes en la región. Nuevamente, vemos como España lidera cómodamente el *ranking* con 1.555 registros, seguido por Brasil quien ostenta 330 patentes, el 21% de las registradas por titulares españoles.

Gráfico 41. Patentes de los principales países iberoamericanos según su titular



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

Gráfico 42. Patentes de los países iberoamericanos según su titular



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

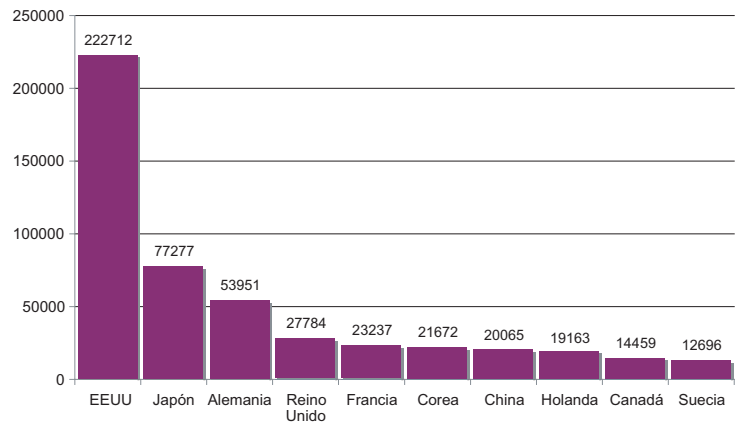
Panamá, presenta un caso muy particular. El total de sus 146 patentes están a nombre de una filial en ese país de la empresa Schlumberger, de origen estadounidense y dedicada a servicios relacionados con la industria petrolera. Sin embargo, la trayectoria de las patentes publicadas resulta errática. Entre 2001 y 2005 obtuvieron un promedio de 24 patentes publicadas por año, aunque luego ese ritmo decae drásticamente, llegando a obtener sólo una en 2009 y ninguna en 2010. Evidentemente, se trata de un cambio de estrategia o de contexto empresarial y no de una variación en el desarrollo tecnológico en TIC.

México y Portugal cierran los cinco primeros con 115 y 91 patentes respectivamente, le siguen Venezuela y Argentina con 25 compartiendo el sexto lugar; Chile y Colombia con 21 en el octavo, Cuba con 19 en el décimo, Uruguay con 15 en el undécimo. Los demás países incluidos en la muestra apenas llegan a representar menos del 0,01% de las patentes de la región.

En el **Gráfico 43** podemos ver las patentes en TIC, pero esta vez registradas por el país de origen del inventor. El listado de los diez primeros países está liderado por Estados Unidos, con 222.712 patentes para inventores de esta nacionalidad, seguido por Japón con 77.277, Alemania con 53.951, Reino Unido con 27.784, Francia con 23.237, Corea con 21.672, China con 20.065, Holanda con 19.163, Canadá con 14.459 y Suecia con 12.696. Se destaca la presencia entre estas diez naciones tres países asiáticos, lo que refleja el dinamismo del sector en las economía de esa región. En términos relativos, vale la pena destacar que Estados Unidos representa el 45% del total y que Japón, su inmediato seguidor, apenas cuenta con la tercera parte.

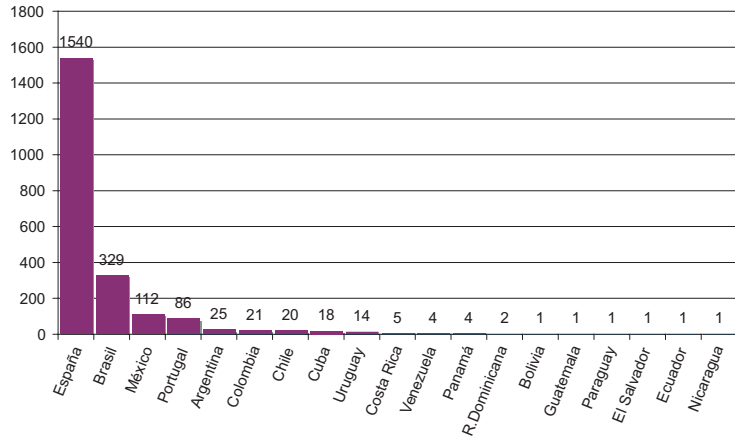
El mismo análisis pero para países Iberoamericano está registrado en el **Gráfico 44**. El listado está claramente liderado por España con 1.540 patentes, seguido por Brasil, con 329, México con 112, Portugal con 86 y Argentina con 25. El rol de los inventores españoles es preponderante ya que participan del 70% de todas las patentes cuando su inmediato seguidor en la región, Brasil, apenas logra participar en el 15%. Asimismo, es posible observar una cierta concentración de las patentes en la región, más que nada si observamos que España, Brasil, México y Portugal, registran el 95% de todas las patentes de inventores iberoamericanos en TIC.

Gráfico 43. Patentes en TIC según país del inventor



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

Gráfico 44. Patentes en TIC según país iberoamericano del inventor



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

4.2. Principales titulares de patentes en TIC

Los principales titulares de patentes acumuladas entre 2000 y 2010 a nivel internacional en el campo de las TIC pertenecen al sector privado, destacándose grandes empresas multinacionales que invierten importantes sumas en I+D (**Gráfico 45**).

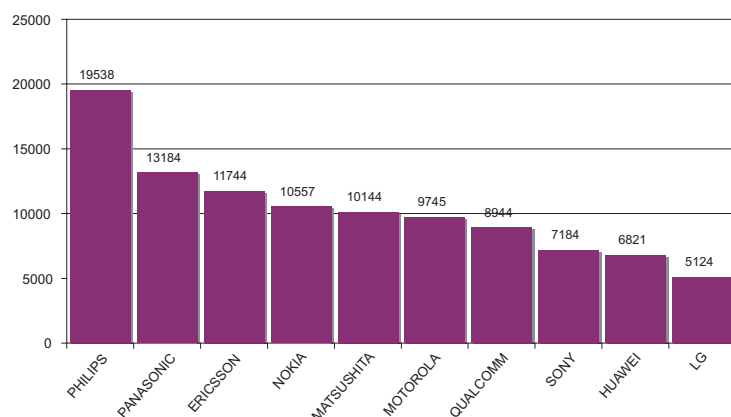
El máximo titular de patentes es la empresa de electrónica Philips, con un total de 19.538 patentes. En el segundo lugar aparece la japonesa Panasonic, especializada en teléfonos móviles, aires acondicionados, televisores, equipos de música y semiconductores, con 13.184 títulos de su propiedad. El tercer lugar, con 11.744 patentes, lo ocupa la empresa de telecomunicaciones especializada en redes móviles y redes fijas de banda ancha, y tecnología multimedia Ericsson, de origen sueco. En cuarto lugar se encuentra la finlandesa Nokia, especializada también en teléfonos móviles, con 10.557 títulos. En quinto lugar está la japonesa productora de electrónica de consumo Matsushita, con 10.144 patentes registradas.

Posteriormente, con niveles de patentamiento acumulado entre 2000 y 2010 entre 9.745 y 5.124 títulos, aparecen la empresa estadounidense especializada en la electrónica y las telecomunicaciones Motorola; la fabricante estadounidense de chips Qualcomm; la empresa de origen japonés líder en electrónica de consumo, el audio y video profesional, los videojuegos y las TIC Sony; la fabricante china de equipamiento de redes y telecomunicaciones Huawei y la coreana especializada en productos electrónicos, teléfonos móviles y productos petroquímicos LG.

Un enfoque similar, sobre los países iberoamericanos, pone en claro patrones muy distintos y característicos de la región. En primer lugar, nueve de los diez principales titulares son españoles, mientras que el restante es de origen panameño. Al mismo tiempo, dentro de los titulares españoles, la diferencia de la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) con el resto es abismal (**Gráfico 46**).

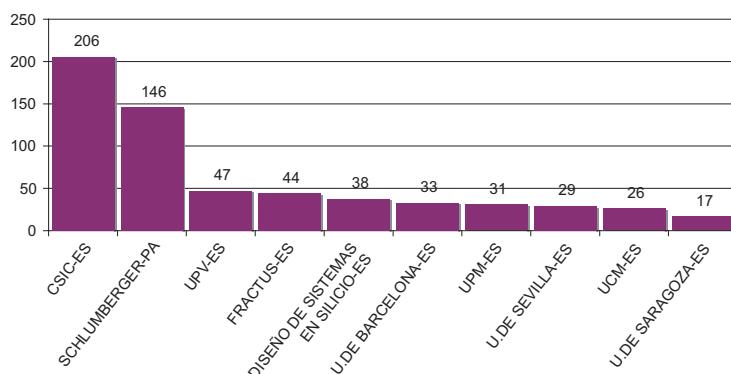
El CSIC cuenta con 206 patentes publicadas mediante el convenio PCT entre 2000 y 2010, mientras que el resto de las instituciones españolas tienen menos de la cuarta parte de títulos acumulados en el mismo período. Se trata fundamentalmente de universidades, entre las que se destaca la Universidad del

Gráfico 45. Principales titulares de patentes en TIC



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

Gráfico 46. Principales titulares iberoamericanos de patentes en TIC



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

País Vasco, con 47 registros. En el cuarto y el quinto lugar a nivel regional se encuentran la empresa catalana Fractus y la valenciana Diseño de Sistemas en Silicio, con 44 y 38 registros de propiedad industrial respectivamente. Completan el listado la Universidad de Barcelona, la Universidad Politécnica de Madrid, la Universidad de Sevilla, la Universidad Complutense de Madrid y la Universidad de Saragoza.

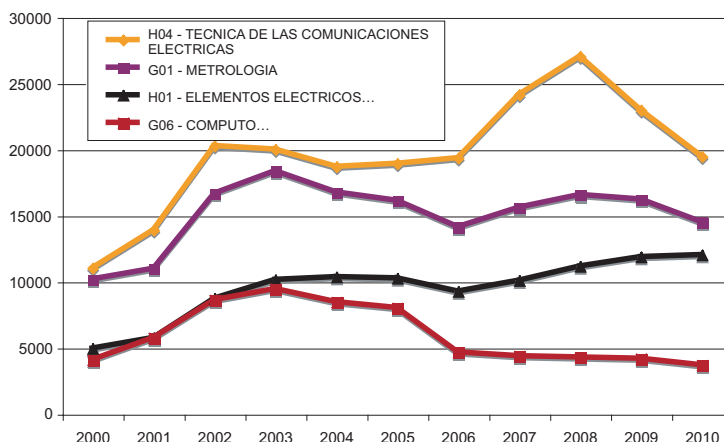
Como se mencionó anteriormente, la empresa Schlumberger, especializada en servicios petroleros y de *software* y gestión de la información, con su casa matriz en Estados Unidos y trabajadores en aproximadamente ochenta países, es la titular de las 146 patentes registradas en Panamá dentro del convenio PCT entre 2000 y 2010.

4.3. Los campos de aplicación de las TIC

En este estudio se utilizan los códigos internacionales de clasificación de patentes (IPC) con el propósito de dar cuenta de los campos de aplicación tecnológica de las patentes recopiladas. Esta clasificación es de carácter jerárquico y tiene una desagregación de hasta seis dígitos, lo cual permite una categorización y descripción más profunda de acuerdo a las necesidades de especificación.

En el **Gráfico 47** se presenta la evolución de los 4 principales códigos IPC a tres dígitos del total mundial de patentes en materia de TIC para el período 2000-2010. Considerando el volumen acumulado durante esos años, en orden decreciente los principales campos de aplicación de las patentes de invención en TIC son: *Técnica de las comunicaciones eléctricas* (H04, con 215.936 registros que cubren los sistemas de comunicación eléctrica mediante vías de propagación que utilizan haces de radiación corpuscular, ondas acústicas u ondas electromagnéticas); *Metrología* (G01, con 166.257 títulos referidos a instrumentos de medida, otros dispositivos de indicación o registro de construcción análoga y dispositivos de señalización o control relacionados con la medida); *Elementos eléctricos básicos* (H01, con 104.776 registros) y *Cómputo* (G06, con 65.709 títulos dedicados a los simuladores que ponen en ejecución los métodos de cálculo de condiciones existentes o anticipadas en el interior del dispositivo o del sistema real; los simuladores que presentan, por medios que comprenden el cálculo, el funcionamiento de un aparato o sistema; y el tratamiento o la generación de datos de imagen).

Gráfico 47. Principales códigos IPC (3 dígitos) en el total de patentes TIC



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

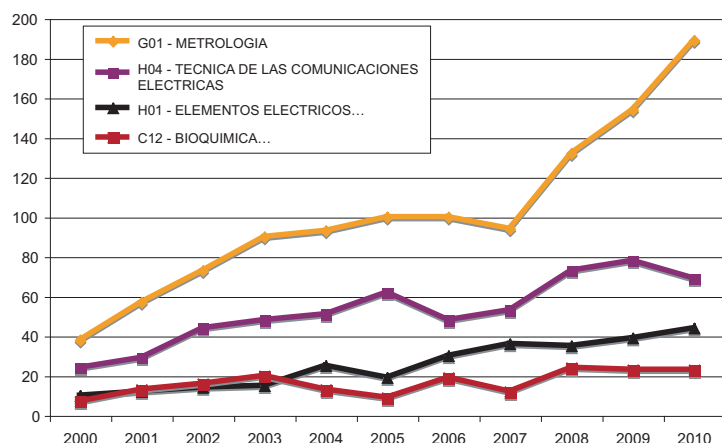
Tres de los campos de aplicación en materia de desarrollo tecnológico en TIC presentan, en los años analizados y hacia final del ciclo, una tendencia de crecimiento que va de un 42% en el caso de Metrología y un ascenso un poco mayor del orden del 76% para *Técnica de las comunicaciones eléctricas*, a un importante ascenso del 142% en el caso de *Elementos eléctricos*.

Sin embargo, en el caso de *Cómputo* hacia el año 2010 puede observarse un decrecimiento del orden del 10% con relación al año 2000. Todos los campos de aplicación en materia de desarrollo tecnológico en TIC mencionados registran, durante los primeros tres años del ciclo, una tendencia de crecimiento aunque, a partir del año 2003, comienza una etapa de descenso, particularmente en los campos de *Metrología* y *Cómputo*. Cabe destacar el caso del campo *Técnica de las comunicaciones eléctricas*, que hacia el año 2008 registra un pico de crecimiento (145%) para después, hacia 2010, decaer a valores de 2006 (aunque con un 76% de crecimiento respecto de 2000).

En el **Gráfico 48** se presentan los cuatro campos de aplicación más importantes en Iberoamérica en materia de desarrollo tecnológico en TIC para el período bajo análisis. Tal como puede observarse, tres de ellos coinciden con los emergentes a nivel mundial aunque en diferente orden. En primer lugar figura *Metrología* (G01, con 1.120 registros), seguida por *Técnica de las comunicaciones eléctricas* (H04, con cerca de la mitad de títulos que el primero: 579) que a nivel mundial ocupaban el segundo y el primer lugar respectivamente. Ocupando el tercer lugar se encuentra *Elementos eléctricos* (H01, con 279 registros) al igual que en el total mundial. Finalmente, en cuarto lugar aparecen las aplicaciones relacionadas con *Bioquímica* (C12, con 179 registros).

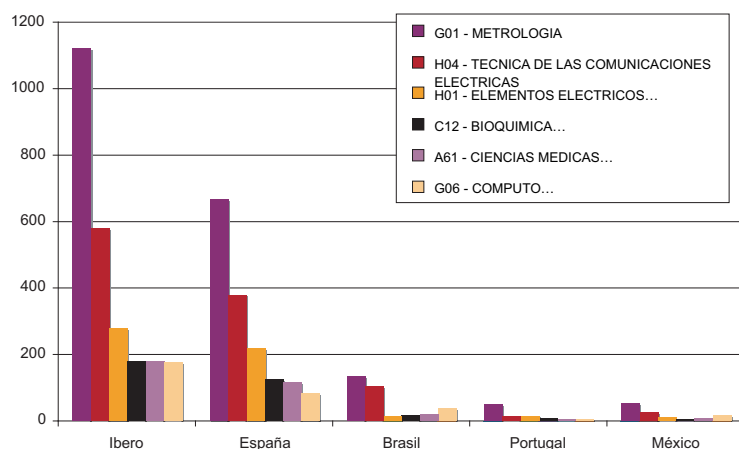
Todos los principales campos de aplicación en TIC de la región iberoamericana presentan una tendencia clara de crecimiento a lo

Gráfico 48. Principales códigos IPC (3 dígitos) en el total de patentes TIC iberoamericanas



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

Gráfico 49. Especialización tecnológica en TIC a partir de códigos IPC



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

largo del período, aunque registrando una leve caída hacia los años 2006 y 2007. Los campos *Metrología* y *Elementos eléctricos* muestran un fuerte crecimiento entre puntas, del orden del 397% y el 340% respectivamente. Cabe destacar que *Metrología* presenta a partir de la caída del 2007 una recuperación importante hacia finales del ciclo, mucho mayor que en los otros tres campos de aplicación. En el caso de *Bioquímica* el crecimiento es menor que en los dos principales campos de la región, alcanzando un aumento del 229% que supera al campo *Técnica de las comunicaciones eléctricas* que, si bien ocupa el tercer lugar en cuanto a la cantidad de registros totales, presenta el menor nivel de crecimiento de la región durante el período completo analizado (188%).

El **Gráfico 49** muestra la composición comparada de los campos de aplicación a tres dígitos de Iberoamérica como conjunto y de los principales países de la región en materia de desarrollo tecnológico en TIC durante 2000-2010. Como puede observarse, en este nivel de desagregación se presenta una especialización tecnológica bastante homogénea en cuanto a los campos de clasificación implicados, si bien son seis los campos implicados en total y en algunos de ellos Brasil, Portugal y México presentan pocos registros (se excluye de este análisis a Chile dado que no posee las suficientes patentes). Cabe señalar, sin embargo, los matices que presentan los diferentes campos de aplicación de acuerdo al país iberoamericano considerado.

El campo de aplicación *Metrología* (G01), primero a nivel regional, concentra casi la mitad de las patentes en TIC en Iberoamérica como región (45%), en España (42%), en Brasil (40%), en Portugal (50%) y en México (44%).

El campo *Tecnología de las comunicaciones eléctricas* (H04), segundo en la región, representa casi a un cuarto de las patentes en TIC, tal como puede observarse en Iberoamérica, España y México. En el caso de Brasil este campo de aplicación representa a casi una tercera parte de las patentes del país; mientras que en el extremo opuesto se encuentra Portugal, país para el que representa sólo un 14% del total de las patentes nacionales en TIC.

El campo de aplicación *Elementos eléctricos*, tercero a nivel regional concentra apenas una décima parte de las patentes iberoamericanas. En el caso de España y

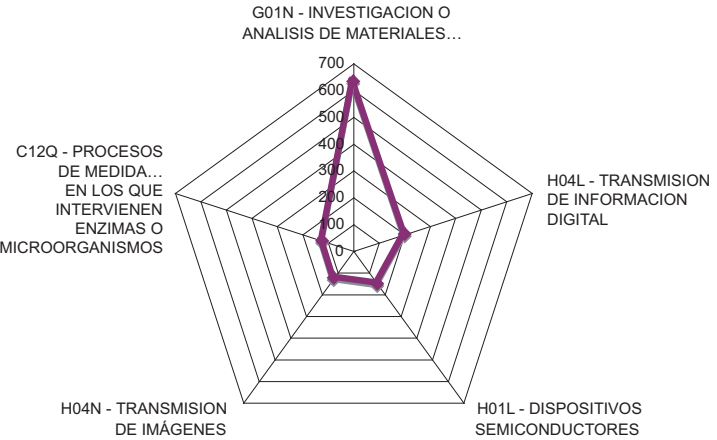
Portugal este valor asciende levemente a un 14% y un 16% respectivamente en contraposición con México y Brasil, en cuyos casos las patentes en este campo representan sólo un 8% y un 5% respectivamente del total de sus desarrollos tecnológicos en TIC.

Para los campos *Bioquímica* (cuarto en la región como conjunto), *Ciencias Médicas y Cómputo*, la concentración de patentes se da de manera homogénea tanto a nivel iberoamericano como a nivel de los principales países. Cabe destacar que en el caso de *Cómputo*, los valores de México y Brasil se elevan levemente alcanzando el 13% y el 11% respectivamente del total de los desarrollos tecnológicos correspondientes a TIC en esos países.

Para concluir este apartado, se ha analizado la producción tecnológica en materia de TIC de la región iberoamericana y de los principales países utilizando la clasificación IPC a cuatro dígitos para obtener mayor detalle en los perfiles de especialización. Esa información se presenta en los Gráficos 50 a 55.

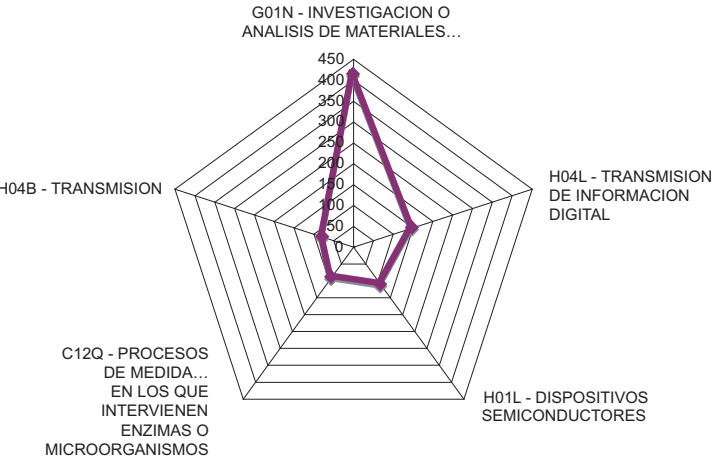
Los principales campos de aplicación a cuatro dígitos de los desarrollos tecnológicos en materia de TIC iberoamericanos correspondientes al período 2000-2010 se pueden observar en el **Gráfico 50**. Se destacan muy especialmente cinco campos de aplicación: Investigación o análisis de materiales por determinación de sus propiedades químicas o físicas (G01N, que reúne 632 registros y representa el 51% de las patentes iberoamericanas); Transmisión de información digital (H04L, código referido a la transmisión de señales que se presentan bajo forma digital y que comprende la transmisión de datos, la comunicación telegráfica o los métodos o disposiciones para el control; y que suma un total de 202 registros que representan el 16% de los desarrollos tecnológicos regionales en TIC); Dispositivos semiconductores y eléctricos de estado sólido no previstos en otro lugar (H01L, con 151 registros equivalentes al 12%); Transmisión de imágenes y Procesos de medida en los que intervienen enzimas o microorganismos, composiciones o papeles reactivos para este fin, procesos para preparar estas composiciones, y procesos de control sensibles a las condiciones del medio en los procesos microbiológicos o enzimológicos (H04N y C12Q, que equivalen a 125 y 121 registros, un 10% de las patentes respectivamente).

Gráfico 50. Especialización tecnológica iberoamericana (IPC 4 dígitos)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

Gráfico 51. Especialización tecnológica española (IPC 4 dígitos)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

En el período 2000-2010, España presenta una especialización temática muy similar a la de Iberoamérica en la clasificación de IPCs a 4 dígitos (**Gráfico 51**), tanto a nivel de los campos de aplicación presentes en sus patentes en TIC como a sus posiciones relativas centrales. En primer lugar, presenta el campo *Investigación o análisis de materiales* (G01N, que representa el 44% de sus patentes), seguido por *Transmisión de información digital* (H04L, equivalente al 18% de sus desarrollos tecnológicos) y en tercer lugar Dispositivos semiconductores (que representa al 13% de sus patentes). En cuarto lugar, se encuentra el área temática Procesos de medida en los que intervienen enzimas o microorganismos (C12Q, con 89 registros equivalentes al 11% de las patentes del país) que en el caso iberoamericano es la quinta temática y en último lugar España cuenta con patentes aplicadas a *Transmisión de señales portadoras de información*, siendo la transmisión independiente de la naturaleza de la información, y comprende los dispositivos de vigilancia, de prueba, y la supresión y limitación de ruido y de interferencias (H04B, con 77 registros que equivalen al 9% de los desarrollos tecnológicos de ese país) y que no figura como tal en el caso iberoamericano.

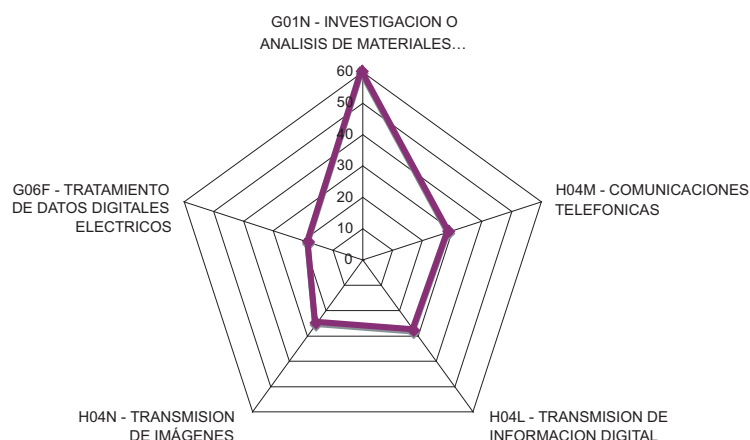
Brasil y Portugal, por su parte, presentan una composición similar de campos de aplicación a cuatro dígitos de patentes, exceptuando dos campos de sus cinco temáticas tecnológicas principales en los que se diferencian entre sí y con respecto a Iberoamérica (**Gráficos 52 y 53**). Ambos países presentan en primer lugar, al igual que Iberoamérica, el campo de aplicación *Investigación o análisis de materiales* (G01N), que representa al 38% de las patentes de Brasil y al 56% de las de Portugal. En segundo lugar, Brasil presenta el campo *Comunicaciones telefónicas* (H04M) y Portugal, en cambio, el campo *Dispositivos semiconductores* (H01L) que representan el 18% y 19% de las

patentes de cada país respectivamente. En tercer lugar, Brasil presenta el área temática *Transmisión de información digital* (H04L) que representan el 18% de sus patentes, mientras que Portugal presenta el campo *Dispositivos* cuyo funcionamiento óptico se modifica por el cambio de las propiedades del medio (G02F) equivalente al 10% de sus patentes. En cuarto lugar, ambos países lusófonos presentan el área temática *Transmisión de imágenes* (H04N) que representa para Brasil el 16% del total de sus patentes y para Portugal el 10%. Finalmente, en quinto lugar Brasil concentra el 11% de sus patentes en el área temática *Tratamiento de datos digitales eléctricos* (G06F) mientras que Portugal reúne el apenas 6% restante de sus patentes en el campo de las TIC en aplicaciones referidas a *Comunicaciones telefónicas* (H04M).

Al igual que España, Brasil, Portugal e Iberoamérica, tanto México como Chile tienen en primer lugar el campo de aplicación *Investigación o análisis de materiales* (G01N), concentrando alrededor del 40% de sus patentes respectivamente. Sin embargo, las especializaciones temáticas a 4 dígitos de acuerdo al código IPC para estos dos países latinoamericanos son completamente heterogéneas tanto en cuanto a su composición como a su orden (**Gráficos 54 y 55**).

87

Gráfico 52. Especialización tecnológica brasileña (IPC 4 dígitos)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

México concentra el 21% de sus patentes en el área *Transmisión de imágenes* (H04N), el 16% en Medida del volumen, flujo o nivel de líquidos (G01F) y cerca del 10% en Péptidos (C07K) y *Dispositivos semiconductores* (H01L). Chile, en cambio, concentra el 19% de sus patentes en el campo de aplicación Preparaciones de uso médico (A61K) y el 13% en las áreas de *Medida de radiaciones nucleares* (G01T), *Sistemas de control o de regulación* (G05B) y *Tratamiento de datos digitales eléctricos* (G06F).

Una perspectiva complementaria a la descripción de los ámbitos de clasificación presentes en las patentes del campo de las TIC, integrado por diferentes campos de aplicación que se relacionan entre sí, puede ofrecerla la proporcionada por las herramientas de análisis de conglomerados. Este tipo de herramientas puede ofrecer un panorama detallado de la trama básica de la especialización tecnológica mundial e iberoamericana presente en el corpus de las patentes en TIC, en tanto permite clasificarlas en grupos o conglomerados (clusters según la denominación en inglés). Una fuente de gran calidad y pertinencia para ello son

justamente los códigos IPC a cuatro dígitos. Los agrupamientos de patentes emergentes en función de la coocurrencia de dos o más códigos IPC (a cuatro dígitos) en las patentes pertenecientes a este campo y existentes a nivel mundial e iberoamericano para el período 2000-2010, pueden observarse en los **Gráficos 56 y 57** respectivamente.

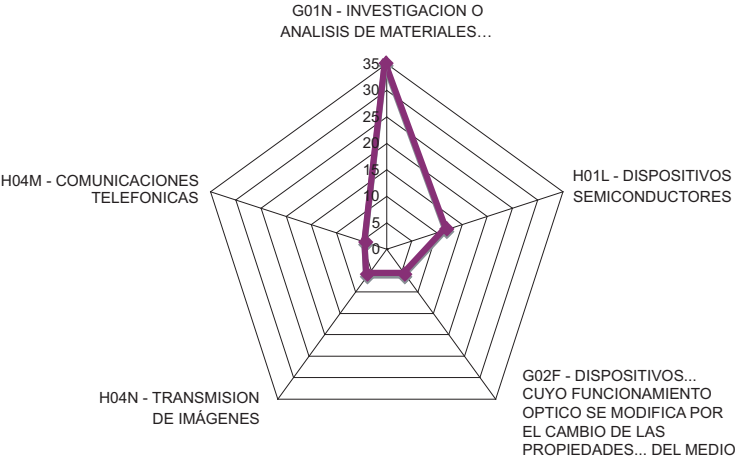
El volumen de los nodos representa la cantidad de patentes asignadas a cada código IPC y la intensidad de los lazos entre ellos da cuenta de las veces en que esos códigos coocurren en las patentes recuperadas. Los conglomerados están señalados por una línea que engloba a una serie de códigos en áreas de diferentes colores. Con fines analíticos, cada uno de los conglomerados emergentes fue identificado con un nombre que ofrece una idea general sobre los campos de aplicación que contiene. Al igual que en algunas redes de publicaciones anteriormente presentadas, para una mejor visualización y análisis en este caso también se ha decidido “podar” los vínculos menores, dejando sólo la estructura básica de las agrupaciones.

Los clusters de campos de aplicación emergentes de la aplicación de las técnicas mencionadas a las patentes del total mundial en TIC (**Gráfico 55**) son cinco. El que presenta mayor centralidad, a partir de sus relaciones con el resto, está centrado en diversas temáticas relacionadas con el cómputo y tiene una mayoritaria presencia de patentes clasificadas bajo la categoría G06 “computo; calculo; conteo”. En particular, tiene un papel central en el conglomerado el código G06K “reconocimiento de datos; presentacion de datos; soportes de registros; manipulacion de soportes de registros”.

Justamente es de este último código de donde se desprende un segundo conglomerado, que se concentra en las tecnología de impresión. El código de clasificación dominante en este conjunto es el B41J “maquinas de escribir; mecanismos de impresion selectiva, es decir, mecanismos que imprimen de otra manera que no sea por utilizacion de formas de impresion; correccion de errores tipograficos”, cuya principal relación se da con el código C09D “composiciones de revestimiento, p. ej. pinturas, barnices, lacas; emplastes; productos quimicos para levantar la pintura o la tinta; tintas”.

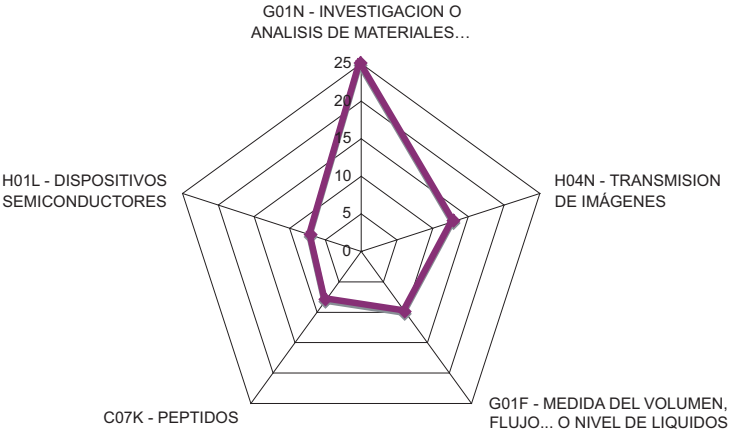
Retomando el conglomerado número uno, relacionado con técnicas de cómputo, el código G06T “tratamiento o generacion de datos de imagen, en general” hace de puente

Gráfico 53. Especialización tecnológica portuguesa (IPC 4 dígitos)



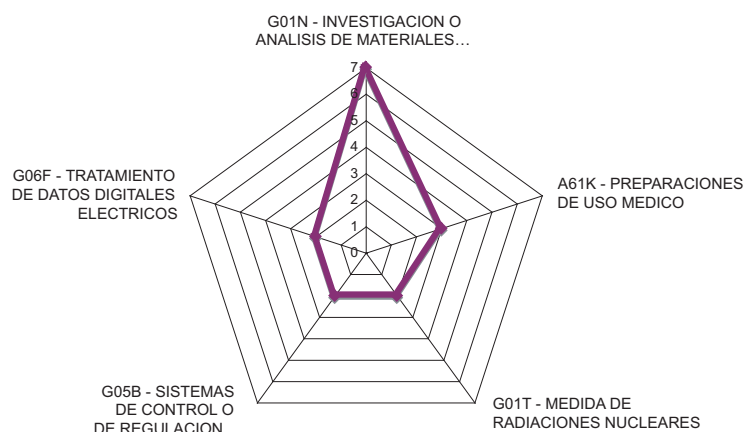
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

Gráfico 54. Especialización tecnológica mexicana (IPC 4 dígitos)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

Gráfico 55. Especialización tecnológica chilena (IPC 4 dígitos)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

a otro grupo, en el que predominan los desarrollos relacionados con los equipos de audio. En ese conglomerado, el código de mayor centralidad es el G10L “análisis o síntesis de la voz; reconocimiento de la voz; análisis o tratamiento de señales de audio”, aunque lo comparte con códigos de las ramas H03 “circuitos electrónicos básicos” y H04 “técnica de las comunicaciones eléctricas”.

El cuarto conglomerado agrupa tecnologías relacionadas con las comunicaciones inalámbricas. El lugar central lo ocupa el código H04W “redes de comunicación inalámbricas” y está conectado al conglomerado central a través del código G01S “localización de la dirección por radio; radionavegación; determinación de la distancia o de la velocidad mediante el uso de ondas de radio”. Tiene también un peso importante el código H04J “comunicaciones multiplex”.

Este conjunto está relacionado con el conglomerado número 5, que incluye diversos desarrollos en torno a la medición, a través del código G01C “medida de distancias, niveles o rumbos”. Es precisamente la rama G01 “metrología; ensayos” la que caracteriza a la mayor parte de este quinto conglomerado, dentro del cual los códigos G01B “medida de la longitud, espesor o dimensiones lineales analógicas; medida de ángulos; medida de áreas; medida de irregularidades de superficies o contornos” y G01R “medida de variables eléctricas; medida de variables magnéticas” tienen un papel preponderante.

A nivel iberoamericano, la aplicación de estas técnicas arrojó siete conjuntos. Sin embargo, por tratarse de un conjunto de patentes mucho menor, las relaciones tienen el mismo nivel de consolidación que se obtuvo analizando el total mundial de patentes en TIC. En total, cinco de esos conglomerados representan temas mejor caracterizados y otros dos funcionan como puentes.

El primero de estos conjuntos está centrado en el análisis de

materiales, agrupando clasificaciones debajo de la rama G01 “metrología; ensayos”. El código que funciona como articulador dentro del conglomerado es el G01N “investigación o análisis de materiales por determinación de sus propiedades químicas o físicas”.

El segundo conglomerado incluye a los desarrollos relacionados, principalmente, con la óptica. El código principal en este grupo es el G02B “elementos, sistemas o aparatos ópticos”, conectado directamente a G01N en el primer conjunto. En este conglomerado tiene también un peso importante el código H01L “dispositivos semiconductores; dispositivos eléctricos de estado sólido”.

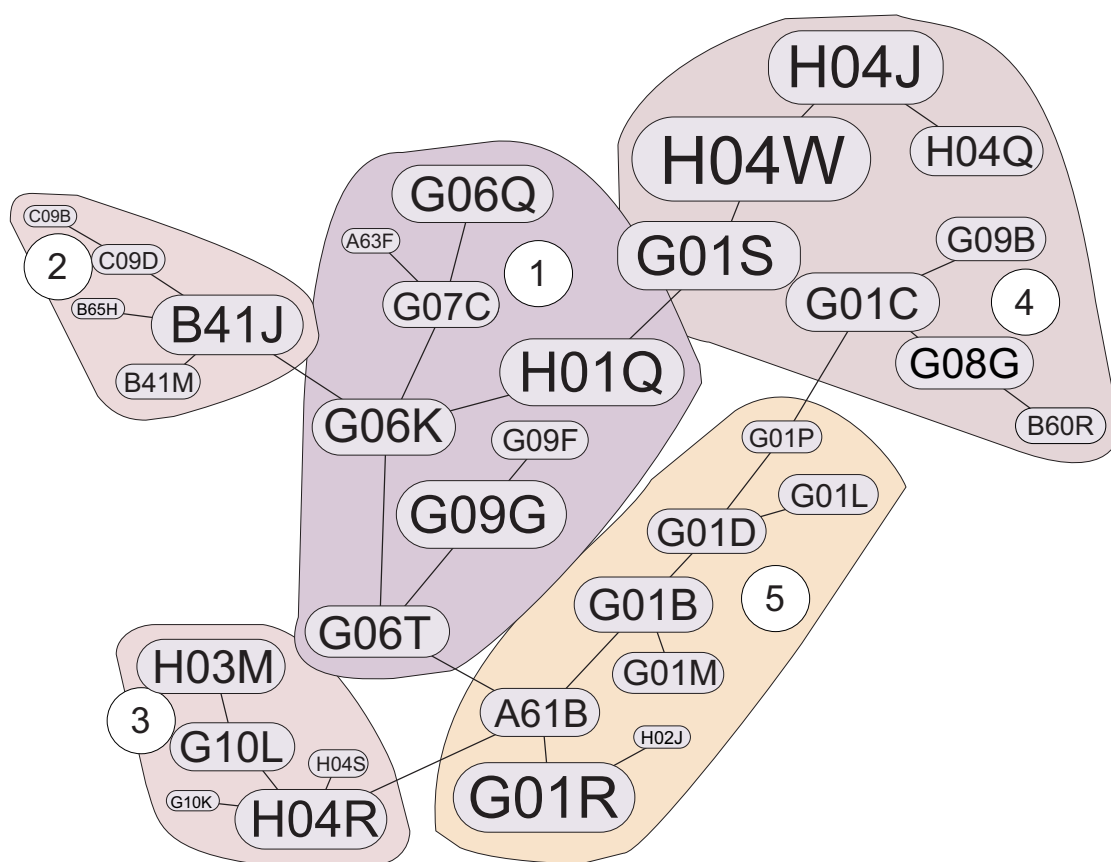
El conglomerado número 3 agrupa a las tecnologías relacionadas con los dispositivos de control. Los principales códigos aquí incluidos son el G07F “aparatos accionados por monedas o aparatos similares” y el G07C “aparatos de control de horarios o de asistencia; registro o indicación del funcionamiento de las máquinas; producción de números al azar; aparatos para votar o aparatos de lotería”.

El código G06Q “métodos o sistemas de procesamiento de datos especialmente adaptados para fines administrativos, comerciales, financieros, de gestión, de supervisión o de pronóstico” también tiene un volumen importante y sirve de puente con el cuarto conglomerado, centrado en tecnologías de comunicación.

Dentro de este cuarto grupo predominan los códigos pertenecientes a la rama H04 “técnica de las comunicaciones eléctricas”. Se destacan por su volumen los códigos H04L “transmisión de información digital” y H04M “comunicaciones telefónicas”. Es de destacar que dentro de este conglomerado se ubica el código A61B “diagnóstico; cirugía; identificación”, el nodo con mayor cantidad de relaciones en este mapa, vinculado directamente con los conjuntos relacionados con el análisis de materiales, la óptica y la medición.

Es justamente sobre tecnologías de medición que se centra el quinto de los conglomerados identificados a partir de las patentes iberoamericanas. En este grupo el papel principal lo tiene el código G01R “medida de variables eléctricas; medida de variables magnéticas”. Luego, por fuera de la rama G01, aparecen con un volumen importante los códigos G05F “sistemas de regulación de variables eléctricas o magnéticas” y H03K “técnica de impulso”.

Gráfico 56. Mapa de códigos IPC (4 dígitos) en patentes iberoamericanas en TIC



CLUSTER	DESCRIPCIÓN
1	Análisis de materiales
2	Óptica
3	Dispositivos de control
4	Comunicaciones
5	Medición

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.
Nota: Acumulado 2000-2010

5. CONCLUSIONES

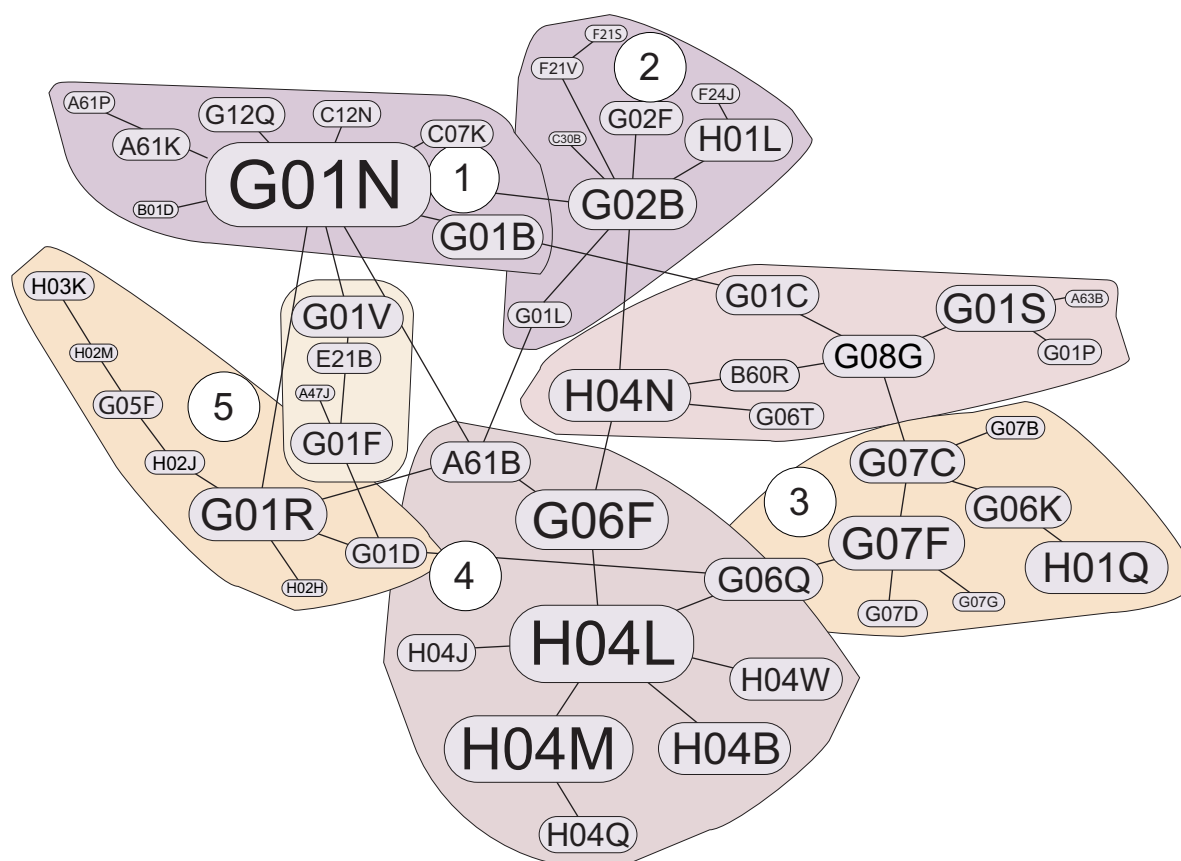
Si bien varios campos de investigación científica y desarrollo tecnológico transversales, como la nanotecnología o la biotecnología, han tenido un impacto fuerte en la industria y un potencial importante en el desarrollo económico y social, es posiblemente el terreno de las TIC el que ha revolucionado en mayor medida y de forma más directa a la sociedad.

Se trata de un conjunto de tecnologías que han abierto oportunidades nuevas en la industria y desarrollado nuevos mercados, al punto de que el desarrollo de algunos países ha estado apoyado en el control de ciertos nichos de mercado dentro de las tecnologías de la

información y las comunicaciones. Sin embargo, una de las aristas más significativas de las TIC reside en la manera en que ha permeado de manera sensible y revolucionaria en el entramado de las sociedades de todo el mundo. Hoy en día se habla del acceso a las TIC como una forma más de inclusión social.

En ese sentido, las TIC pueden ser para Iberoamérica una puerta al desarrollo, pero también un territorio en el que se profundice la brecha entre los países de la región y aquellos más avanzados. Los sistemas de ciencia y tecnología de la región están en una posición crítica para maximizar los beneficios relacionados con estas tecnologías y disminuir esa brecha. Se trata de jugar un rol importante en la producción de conocimiento pero también

Gráfico 57. Especialización tecnológica chilena (IPC 4 dígitos)



CLUSTER	DESCRIPCIÓN
1	Cómputo
2	Impresión
3	Audio
4	Comunicación inalámbrica
5	Medición

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.
Nota: Acumulado 2000-2010

en la aplicación de las tecnologías disponibles a los problemas de las industrias locales y las demandas de las sociedades iberoamericanas.

Como se ha visto a lo largo de este informe, existen características de la I+D en TIC en Iberoamérica que no escapan a los patrones generales de la producción de conocimiento en la región. Si bien la producción científica regional ha crecido de manera sostenida desde el año 2000, el aporte de los países iberoamericanos en estas tecnologías asciende sólo a poco más del 3% de la producción mundial. Al mismo tiempo, existe una fuerte heterogeneidad y concentración en los niveles de desarrollo de los países en sus capacidades de investigación en TIC: España participa de la mitad de los

artículos sobre esta temática en SCI y lo sigue Brasil, con participación en más del 20%.

Manteniendo estos niveles de producción, y con la disponibilidad de recursos escasos para la I+D en relación a los países industrializados, la colaboración aparece una vez más como un camino privilegiado para maximizar las posibilidades de producción de conocimiento a nivel regional. Si bien la colaboración internacional en general ha crecido más de un 30% en diez años, es la colaboración iberoamericana la que más se ha desarrollado. Si bien en un volumen aún pequeño, cercano al 5% del total de la producción de la región, existe una clara tendencia hacia la consolidación de un espacio iberoamericano del conocimiento en la temática de las

TIC, que es posible potenciar desde las políticas. Los países de mayor desarrollo, como España y Brasil, ya articulan hoy en día redes extensas de I+D en este terreno.

Sin embargo, el desarrollo tecnológico en TIC de la región, medido a través de las patentes, tiene una participación menor al 1%. Si bien la cantidad de patentes bajo la titularidad de entidades regionales ha aumentado más que el patentamiento total en estas tecnologías, se trata de un fenómeno claramente incipiente.

A lo largo de este informe se obtienen también indicios de la debilidad del sector privado iberoamericano en el terreno de las TIC. No sólo el nivel de patentamiento es bajo, sino que los principales titulares detectados pertenecen a instituciones del sector público, principalmente universidades públicas.

La articulación del sistema de ciencia y tecnología con el entramado empresarial, para aportar a la innovación en el sector TIC es seguramente uno de los desafíos más importantes y complejos que enfrenta la región. Es difícil pensar un proyecto de desarrollo de los países iberoamericanos que no incluya un análisis de las TIC, sus desarrollos, sus vínculos entre sí y con el mundo desarrollado.

La otra cara de este desafío es la llegada de las TIC a la sociedad, algo que va más allá del desarrollo de los sistemas de ciencia y tecnología y de su integración con las empresas innovadoras de la región. En ese sentido, una mirada interdisciplinaria sobre las TIC desde la ciencia y la tecnología puede facilitar enormemente la vinculación de estas tecnologías de información y comunicaciones con los problemas de la sociedad iberoamericana.

ANEXO I. LISTADO DE REVISTAS ANALIZADAS

Títulos	ISSN	Títulos	ISSN
Acm Computing Surveys	0360-0300	Image and Vision Computing	0262-8856
Acm Journal on Emerging Technologies in Computing Systems	1550-4832	Industrial Management & Data Systems	0263-5577
Acm Sigplan Notices	0362-1340	Infor	0315-5986
Acm Transactions on Algorithms	1549-6325	Informatica	0868-4952
Acm Transactions on Applied Perception	1544-3558	Information & Management	0378-7206
Acm Transactions on Architecture and Code Optimization	1544-3566	Information and Computation	0890-5401
Acm Transactions on Autonomous and Adaptive Systems	1556-4665	Information and Software Technology	0950-5849
Acm Transactions on Computational Logic	1529-3785	Information Fusion	1566-2535
Acm Transactions on Computer Systems	0734-2071	Information Processing & Management	0306-4573
Acm Transactions on Computer-Human Interaction	1073-0516	Information Processing Letters	0020-0190
Acm Transactions on Database Systems	0362-5915	Information Retrieval	1386-4564
Acm Transactions on Design Automation of Electronic Systems	1084-4309	Information Sciences	0020-0255
Acm Transactions on Embedded Computing Systems	1539-9087	Information Systems	0306-4379
Acm Transactions on Graphics	0730-0301	Information Systems Frontiers	1387-3326
Acm Transactions on Information and System Security	1094-9224	Information Systems Management	1058-0530
Acm Transactions on Information Systems	1046-8188	Information Technology and Control	1392-124X
Acm Transactions on Internet Technology	1533-5399	Information Technology and Libraries	0730-9295
Acm Transactions on Mathematical Software	0098-3500	Information Visualization	1473-8716
Acm Transactions on Modeling and Computer Simulation	1049-3301	Infornis Journal on Computing	1091-9856
Acm Transactions on Multimedia Computing		Integrated Computer-Aided Engineering	1069-2509
Communications and Applications	1551-6857	Integration-the Vlsi Journal	0167-9260
Acm Transactions on Programming Languages and Systems	0164-0925	Intelligent Automation and Soft Computing	1079-8587
Acm Transactions on Sensor Networks	1550-4859	Intelligent Data Analysis	1088-467X
Acm Transactions on Software Engineering and Methodology	1049-331X	Interacting with Computers	0953-5438
Acm Transactions on the Web	1559-1131	International Arab Journal of Information Technology	1683-3198
Acta Informatica	0001-5903	International Journal for Numerical Methods in Fluids	0271-2091
Ad Hoc & Sensor Wireless Networks	1551-9899	International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing	1743-8225
Ad Hoc Networks	1570-8705	International Journal of Adaptive Control	
Adaptive Behavior	1059-7123	and Signal Processing	0890-6327
Advanced Engineering InformaTIC	1474-0346	International Journal of Applied MathemaTIC	
Advances in Computers	0065-2458	and Computer Science	1641-876X
Advances in Electrical and Computer Engineering	1582-7445	International Journal of Approximate Reasoning	0888-613X
Advances in Engineering Software	0965-9978	International Journal of Communication Systems	1074-5351
Advances in MathemaTIC of Communications	1930-5346	International Journal of Computational Geometry & Applications	0218-1959
Aeu-International Journal of Electronics and Communications	1434-8411	International Journal of Computational Intelligence Systems	1875-6883
Ai Communications	0921-7126	International Journal of Computer Integrated Manufacturing	0166-5162
Ai Edam-Artificial Intelligence for Engineering Design		International Journal of Computer Integrated Manufacturing	0951-192X
Analysis and Manufacturing	0890-0604	International Journal of Computer Vision	0920-5691
Ai Magazine	0738-4602	International Journal of Computers Communications & Control	1841-9836
Algorithmica	0178-4617	International Journal of Cooperative Information Systems	0218-8430
Analog Integrated Circuits and Signal Processing	0925-1030	International Journal of Distributed Sensor Networks	1550-1329
Annales Des Telecommunications-Annals of		International Journal of Electronic Commerce	1086-4415
Telecommunications	0003-4347	International Journal of Foundations of Computer Science	0129-0541
Annals of MathemaTIC and Artificial Intelligence	1012-2443	International Journal of Fuzzy Systems	1562-2479
Annual Review of Information Science and Technology	0066-4200	International Journal of General Systems	0308-1079
Applicable Algebra in Engineering Communication		International Journal of Geographical Information Science	1365-8816
and Computing	0938-1279	International Journal of High Performance	
Applied Artificial Intelligence	0883-9514	Computing Applications	1094-3420
Applied Intelligence	0924-669X	International Journal of Human-Computer Interaction	1044-7318
Applied Soft Computing	1568-4946	International Journal of Human-Computer Studies	1071-5819
Archives of Computational Methods in Engineering	1134-3060	International Journal of Imaging Systems and Technology	0899-9457
Artificial Intelligence	0004-3702	International Journal of Information Security	1615-5262
Artificial Intelligence in Medicine	0933-3657	International Journal of Information Technology	
Artificial Intelligence Review	0269-2821	& Decision Making	0219-6220
Artificial Life	1064-5462	International Journal of Innovative Computing Information	
Aslib Proceedings	0001-253X	and Control	1349-4198
Automated Software Engineering	0928-8910	International Journal of Intelligent Systems	0884-8173
Automatica	0005-1098	International Journal of Medical InformaTIC	1386-5056
Autonomous Agents and Multi-Agent Systems	1387-2532	International Journal of Modern Physics C	0129-1831
Autonomous Robots	0929-5593	International Journal of Network Management	1055-7148
Behaviour & Information Technology	0144-929X	International Journal of Neural Systems	0129-0657
Bell Labs Technical Journal	1089-7089	International Journal of Numerical Modelling-Electronic	
Biological CyberneTIC	0340-1200	Networks Devices and Fields	0894-3370
Biomedical Engineering-Applications Basis Communications	1016-2372	International Journal of Parallel Programming	0885-7458
Bit	0006-3835	International Journal of Pattern Recognition	
Business & Information Systems Engineering	1867-0202	and Artificial Intelligence	0218-0014
Canadian Journal of Electrical and Computer		International Journal of Quantum Information	0219-7499
Engineering-Revue Canadienne De Genie Electrique		International Journal of Rf and Microwave	
Et Informatique	0840-8688	Computer-Aided Engineering	1096-4290
Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems	0169-7439	International Journal of Robust and Nonlinear Control	1049-8923

Títulos	ISSN
Cin-Computers InformaTIC Nursing	1538-2931
Circuits Systems and Signal Processing	0278-081X
Cluster Computing-the Journal of Networks Software Tools and Applications	1386-7857
Cognitive Systems Research	1389-0417
Combinatorics Probability & Computing	0963-5483
Communications of the Acm	0001-0782
Compel-the International Journal for Computation and MathemaTIC in Electrical and Electronic Engineering	0332-1649
Computational and Mathematical Organization Theory	1381-298X
Computational Biology and Chemistry	1476-9271
Computational Complexity	1016-3328
Computational Geosciences	1420-0597
Computational Intelligence	0824-7935
Computational LinguisTIC	0891-2017
Computational StatisTIC & Data Analysis	0167-9473
Computer	0018-9162
Computer Aided Geometric Design	0167-8396
Computer Animation and Virtual Worlds	1546-4261
Computer Applications in Engineering Education	1061-3773
Computer Communication Review	0146-4833
Computer Communications	0140-3664
Computer Graphics Forum	0167-7055
Computer Graphics World	0271-4159
Computer Journal	0010-4620
Computer Languages Systems & Structures	1477-8424
Computer Methods and Programs in Biomedicine	0169-2607
Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering	1025-5842
Computer Music Journal	0148-9267
Computer Networks	1389-1286
Computer Physics Communications	0010-4655
Computer Science and Information Systems	1820-0214
Computer Speech and Language	0885-2308
Computer Standards & Interfaces	0920-5489
Computer Supported Cooperative Work-the Journal of Collaborative Computing	0925-9724
Computer Systems Science and Engineering	0267-6192
Computer Vision and Image Understanding	1077-3142
Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering	1093-9687
Computer-Aided Design	0010-4485
Computers & Chemical Engineering	0098-1354
Computers & Education	0360-1315
Computers & Electrical Engineering	0045-7906
Computers & Fluids	0045-7930
Computers & Geosciences	0098-3004
Computers & Graphics-Uk	0097-8493
Computers & Industrial Engineering	0360-8352
Computers & MathemaTIC with Applications	0898-1221
Computers & Operations Research	0305-0548
Computers & Security	0167-4048
Computers & Structures	0045-7949
Computers and Concrete	1598-8198
Computers and Electronics in Agriculture	0168-1699
Computers and Geotechnics	0266-352X
Computers in Biology and Medicine	0010-4825
Computers in Industry	0166-3615
Computing	0010-485X
Computing and InformaTIC	0232-0274
Computing and InformaTIC	1335-9150
Computing in Science & Engineering	1521-9615
Concurrency and Computation-Practice & Experience	1532-0626
Concurrent Engineering-Research and Applications	1063-293X
Connection Science	0954-0091
Constraints	1383-7133
Control and CyberneTIC	0324-8569
Control Engineering Practice	0967-0661
Cryptologia	0161-1194
Current Computer-Aided Drug Design	1573-4099
CyberneTIC and Systems	0196-9722
Data & Knowledge Engineering	0169-023X
Data Mining and Knowledge Discovery	1384-5810
Decision Support Systems	0167-9236

Títulos	ISSN
International Journal of Satellite Communications and Networking	1542-0973
International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering	0218-1940
International Journal of Systems Science	0020-7721
International Journal of Uncertainty Fuzziness and Knowledge-Based Systems	0218-4885
International Journal of Unconventional Computing	1548-7199
International Journal of Wavelets Multiresolution and Information Processing	0219-6913
International Journal of Web and Grid Services	1741-1106
International Journal of Web Services Research	1545-7362
International Journal on Artificial Intelligence Tools	0218-2130
International Journal on Document Analysis and Recognition	1433-2833
International Journal on Semantic Web and Information Systems	1552-6283
Internet Research	1066-2243
Journal of Algorithms	0196-6774
Journal of Algorithms-Cognition InformaTIC and Logic	0196-6774
Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments	1876-1364
Journal of Artificial Intelligence Research	1076-9757
Journal of Automated Reasoning	0168-7433
Journal of Biomedical InformaTIC	1532-0464
Journal of Cellular Automata	1557-5969
Journal of Chemical Information and Modeling	1549-9596
Journal of Chemometrics	0886-9383
Journal of Circuits Systems and Computers	0218-1266
Journal of Combinatorial Optimization	1382-6905
Journal of Communications and Networks	1229-2370
Journal of Complexity	0885-064X
Journal of Computational Analysis and Applications	1521-1398
Journal of Computational Biology	1066-5277
Journal of Computational Physics	0021-9991
Journal of Computer and System Sciences	0022-0000
Journal of Computer and Systems Sciences International	1064-2307
Journal of Computer Information Systems	0887-4417
Journal of Computer Science and Technology	1000-9000
Journal of Computer-Aided Molecular Design	0920-654X
Journal of Computing and Information Science in Engineering	1530-9827
Journal of Computing in Civil Engineering	0887-3801
Journal of Cryptology	0933-2790
Journal of Database Management	1063-8016
Journal of Electronic Imaging	1017-9909
Journal of Electronic Testing-Theory and Applications	0923-8174
Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence	0952-813X
Journal of Functional Programming	0956-7968
Journal of Grid Computing	1570-7873
Journal of HeurisTIC	1381-1231
Journal of HydroinformaTIC	1464-7141
Journal of Information Science	0165-5515
Journal of Information Science and Engineering	1016-2364
Journal of Information Technology	0268-3962
Journal of Intelligent & Fuzzy Systems	1064-1246
Journal of Intelligent & Robotic Systems	0921-0296
Journal of Intelligent Information Systems	0925-9902
Journal of Intelligent Manufacturing	0956-5515
Journal of Internet Technology	1607-9264
Journal of Lightwave Technology	0733-8724
Journal of Logic and Algebraic Programming	1567-8326
Journal of Logic and Computation	0955-792X
Journal of Machine Learning Research	1532-4435
Journal of Management Information Systems	0742-1222
Journal of Mathematical Imaging and Vision	0924-9907
Journal of Molecular Graphics & Modelling	1093-3263
Journal of Molecular Modeling	0948-5023
Journal of Molecular Modeling	1610-2940
Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing	1542-3980
Journal of Network and Computer Applications	1084-8045
Journal of Network and Systems Management	1064-7570
Journal of New Music Research	0929-8215
Journal of Optical Communications and Networking	1943-0620
Journal of Optical Networking	1536-5379
Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce	1091-9392

Títulos	ISSN
Design Automation for Embedded Systems	0929-5585
Designs Codes and Cryptography	0925-1022
Digital Investigation	1742-2876
Digital Signal Processing	1051-2004
Discrete & Computational Geometry	0179-5376
Discrete MathemaTIC and Theoretical Computer Science	1365-8050
Displays	0141-9382
Distributed and Parallel Databases	0926-8782
Distributed Computing	0178-2770
Dr Dobbs Journal	1044-789X
Earth Science InformaTIC	1865-0473
Electric Power Components and Systems	1532-5008
Electric Power Systems Research	0378-7796
Electrical Engineering	0948-7921
Electronic Commerce Research and Applications	1567-4223
Electronics Letters	0013-5194
Empirical Software Engineering	1382-3256
Engineering Applications of Artificial Intelligence	0952-1976
Engineering Computations	0264-4401
Engineering Intelligent Systems for Electrical Engineering and Communications	0969-1170
Engineering Intelligent Systems for Electrical Engineering and Communications	1472-8915
Engineering with Computers	0177-0667
Enterprise Information Systems	1751-7575
Environmental Modelling & Software	1364-8152
Eurasip Journal on Advances in Signal Processing	1687-6172
Eurasip Journal on Applied Signal Processing	1110-8657
Eurasip Journal on Wireless Communications and Networking	1687-1472
Eurasip Journal on Wireless Communications and Networking	1687-1499
European Journal of Information Systems	0960-085X
European Transactions on Telecommunications	1120-3862
European Transactions on Telecommunications	1124-318X
Evolutionary Computation	1063-6560
Expert Systems	0266-4720
Expert Systems with Applications	0957-4174
Formal Aspects of Computing	0934-5043
Formal Methods in System Design	0925-9856
Foundations of Computational MathemaTIC	1615-3375
Fundamenta Informaticae	0169-2968
Future Generation Computer Systems-the	
International Journal of Grid Computing and Escience	0167-739X
Fuzzy Optimization and Decision Making	1568-4539
Fuzzy Sets and Systems	0165-0114
Genetic Programming and Evolvable Machines	1389-2576
Geoinformatica	1384-6175
Graphical Models	1524-0703
Human-Computer Interaction	0737-0024
Ibm Journal of Research and Development	0018-8646
Ibm Systems Journal	0018-8670
Icga Journal	1389-6911
Iee Proceedings-Circuits Devices and Systems	1350-2409
Iee Proceedings-Communications	1350-2425
Iee Proceedings-Control Theory and Applications	1350-2379
Iee Proceedings-Vision Image and Signal Processing	1350-245X
Ieee Annals of the History of Computing	1058-6180
Ieee Communications Letters	1089-7798
Ieee Communications Magazine	0163-6804
Ieee Communications Surveys and Tutorials	1553-877X
Ieee Computational Intelligence Magazine	1556-603X
Ieee Computer Graphics and Applications	0272-1716
Ieee Design & Test of Computers	0740-7475
Ieee Intelligent Systems	1094-7167
Ieee Intelligent Systems	1541-1672
Ieee Internet Computing	1089-7801
Ieee Journal of Solid-State Circuits	0018-9200
Ieee Micro	0272-1732
Ieee Multimedia	1070-986X
Ieee Network	0890-8044
Ieee Pervasive Computing	1536-1268
Ieee Security & Privacy	1540-7993
Ieee Sensors Journal	1530-437X
Ieee Software	0740-7459

Títulos	ISSN
Journal of Parallel and Distributed Computing	0743-7315
Journal of Real-Time Image Processing	1861-8200
Journal of Research and Practice in Information Technology	1443-458X
Journal of Signal Processing Systems for Signal Image and Video Technology	1939-8018
Journal of Software Maintenance and Evolution-Research and Practice	1532-060X
Journal of Statistical Computation and Simulation	0094-9655
Journal of Statistical Software	1548-7660
Journal of Strategic Information Systems	0963-8687
Journal of Supercomputing	0920-8542
Journal of Symbolic Computation	0747-7171
Journal of Systems and Software	0164-1212
Journal of Systems Architecture	1383-7621
Journal of the Acn	0004-5411
Journal of the American Medical InformaTIC Association	1067-5027
Journal of the American Society for Information Science and Technology	1532-2882
Journal of the Association for Information Systems	1536-9323
Journal of the Franklin Institute-Engineering and Applied MathemaTIC	0016-0032
Journal of Universal Computer Science	NULL
Journal of Universal Computer Science	0948-695X
Journal of Visual Communication and Image Representation	1047-3203
Journal of Visual Languages and Computing	1045-926X
Journal of Web Engineering	1540-9589
Journal of Web SemanTIC	1570-8268
Knowledge and Information Systems	0219-1377
Knowledge Engineering Review	0269-8889
Knowledge-Based Systems	0950-7051
Ksii Transactions on Internet and Information Systems	1976-7277
Kybernetes	0368-492X
Kybernetika	0023-5954
Language Resources and Evaluation	1574-020X
Logical Methods in Computer Science	1860-5974
Machine Learning	0885-6125
Machine Vision and Applications	0932-8092
Malaysian Journal of Computer Science	0127-9084
Match-Communications in Mathematical and in Computer Chemistry	0340-6253
Mathematical and Computer Modelling	0895-7177
Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems	1387-3954
Mathematical Programming	0025-5610
Mathematical Structures in Computer Science	0960-1295
MathemaTIC and Computers in Simulation	0378-4754
MathemaTIC of Control Signals and Systems	0932-4194
Mechatronics	0957-4158
Medical & Biological Engineering & Computing	0140-0118
Medical Image Analysis	1361-8415
Methods of Information in Medicine	0026-1270
Microelectronic Engineering	0167-9317
Microelectronics Journal	0026-2692
Microelectronics Reliability	0026-2714
Microprocessors and Microsystems	0141-9331
Minds and Machines	0924-6495
Mis Quarterly	0276-7783
Mobile Information Systems	1574-017X
Mobile Networks & Applications	1383-469X
Modeling Identification and Control	0332-7353
Multidimensional Systems and Signal Processing	0923-6082
Multimedia Systems	0942-4962
Multimedia Tools and Applications	1380-7501
Network-Computation in Neural Systems	0954-898X
Networks	0028-3045
Neural Computation	0899-7667
Neural Computing & Applications	0941-0643
Neural Network World	1210-0552
Neural Networks	0893-6080
Neural Processing Letters	1370-4621
Neurocomputing	0925-2312
NeuroinformaTIC	1539-2791
New Generation Computing	0288-3635
New Review of Hypermedia and Multimedia	1361-4568

Títulos	ISSN
IEEE Systems Journal	1932-8184
IEEE Transactions on Applied Superconductivity	1051-8223
IEEE Transactions on Automatic Control	0018-9286
IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology	1051-8215
IEEE Transactions on Circuits and Systems I-Fundamental Theory and Applications	1057-7122
IEEE Transactions on Circuits and Systems I-Regular Papers	1057-7122
IEEE Transactions on Circuits and Systems I-Regular Papers	1549-8328
IEEE Transactions on Circuits and Systems II-Express Briefs	1057-7130
IEEE Transactions on Circuits and Systems II-Express Briefs	1549-7747
IEEE Transactions on Communications	0090-6778
IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems	0278-0070
IEEE Transactions on Computers	0018-9340
IEEE Transactions on Control Systems Technology	1063-6536
IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing	1545-5971
IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility	0018-9375
IEEE Transactions on Electron Devices	0018-9383
IEEE Transactions on Evolutionary Computation	1089-778X
IEEE Transactions on Fuzzy Systems	1063-6706
IEEE Transactions on Image Processing	1057-7149
IEEE Transactions on Industrial Electronics	0278-0046
IEEE Transactions on Industrial InformaTIC	1551-3203
IEEE Transactions on Information Forensics and Security	1556-6013
IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine	1089-7771
IEEE Transactions on Information Theory	0018-9448
IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement	0018-9456
IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems	1524-9050
IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering	1041-4347
IEEE Transactions on Medical Imaging	0278-0062
IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques	0018-9480
IEEE Transactions on Mobile Computing	1536-1233
IEEE Transactions on Multimedia	1520-9210
IEEE Transactions on Neural Networks	1045-9227
IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems	1045-9219
IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence	0162-8828
IEEE Transactions on Power Electronics	0885-8993
IEEE Transactions on Reliability	0018-9529
IEEE Transactions on Reliability	0361-1434
IEEE Transactions on RoboTIC and Automation	1042-296X
IEEE Transactions on Signal Processing	1053-587X
IEEE Transactions on Software Engineering	0098-5589
IEEE Transactions on Speech and Audio Processing	1063-6676
IEEE Transactions on Systems Man and CyberneTIC Part A-Systems and Humans	1083-4427
IEEE Transactions on Systems Man and CyberneTIC Part B-CyberneTIC	1083-4419
IEEE Transactions on Systems Man and CyberneTIC Part C-Applications and Reviews	1094-6977
IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems	1063-8210
IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics	1077-2626
IEEE Transactions on Wireless Communications	1536-1276
IEEE Wireless Communications	1070-9916
IEEE Wireless Communications	1536-1284
IEEE-Acm Transactions on Computational Biology and BioinformaTIC	1545-5963
IEEE-Acm Transactions on Computational Biology and Bioinformatics	1545-5963
IEEE-Acm Transactions on Networking	1063-6692
IEEE Electronics Express	1349-2543
IEEE Transactions on Communications	0916-8516
IEEE Transactions on Fundamentals of Electronics Communications and Computer Sciences	0916-8508
IEEE Transactions on Information and Systems	0916-8532
IEEE Computer Vision	1751-9632
IEEE Computers and Digital Techniques	1751-8601
IEEE Control Theory and Applications	1751-8644
IEEE Information Security	1751-8709
IEEE Software	1751-8806

Títulos	ISSN
Online Information Review	1468-4527
Open Systems & Information Dynamics	1230-1612
Optical and Quantum Electronics	0306-8919
Optical Fiber Technology	1068-5200
Optical Switching and Networking	1573-4277
Optimization Methods & Software	1055-6788
Parallel Computing	0167-8191
Pattern Analysis and Applications	1433-7541
Pattern Recognition	0031-3203
Pattern Recognition	0302-9743
Pattern Recognition Letters	0167-8655
Peer-to-Peer Networking and Applications	1936-6442
Performance Evaluation	0166-5316
Personal and Ubiquitous Computing	1617-4909
Photonic Network Communications	1387-974X
Presence-Teleoperators and Virtual Environments	1054-7460
Problems of Information Transmission	0032-9460
Proceedings of the IEEE	0018-9219
Program-Electronic Library and Information Systems	0033-0337
Programming and Computer Software	0361-7688
Qsar & Combinatorial Science	1611-020X
Quantum Information & Computation	1533-7146
Queueing Systems	0257-0130
Rairo-Theoretical InformaTIC and Applications	0988-3754
Rairo-Theoretical InformaTIC and Applications	1290-385X
Random Structures & Algorithms	1042-9832
Real-Time Systems	0922-6443
Requirements Engineering	0947-3602
RoboTIC and Autonomous Systems	0921-8890
RoboTIC and Computer-Integrated Manufacturing	0736-5845
Romanian Journal of Information Science and Technology	1453-8245
Sar and Qsar in Environmental Research	1062-936X
Science China-Information Sciences	1674-733X
Science in China Series F-Information Sciences	1009-2757
Science of Computer Programming	0167-6423
Scientific Programming	1058-9244
Scientometrics	0138-9130
Security and Communication Networks	1939-0114
Sensors and Actuators A-Physical	0924-4247
Siam Journal on Computing	0097-5397
Siam Journal on Imaging Sciences	1936-4954
Sigmod Record	0163-5808
Signal Processing	0165-1684
Simulation Modelling Practice and Theory	1569-190X
Simulation-Transactions of the Society for Modeling and Simulation International	0037-5497
Social Science Computer Review	0894-4393
Soft Computing	1432-7643
Software and Systems Modeling	1619-1366
Software Quality Journal	0963-9314
Software Testing Verification & Reliability	0960-0833
Software-Practice & Experience	0038-0644
Solid-State Electronics	0038-1101
Speech Communication	0167-6393
StatistTIC and Computing	0960-3174
Structural and Multidisciplinary Optimization	1615-147X
Telecommunication Systems	1018-4864
Theoretical Computer Science	0304-3975
Theory and Practice of Logic Programming	1471-0684
Theory of Computing Systems	1432-4350
Traitement Du Signal	0765-0019
Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences	1300-0632
User Modeling and User-Adapted Interaction	0924-1868
Visual Computer	0178-2789
Vldb Journal	1066-8888
Wireless Communications & Mobile Computing	1530-8669
Wireless Networks	1022-0038

ANEXO II. DEFINICIÓN DE PATENTES TIC

Telecomunicaciones:

- G01S: Radio navigation
- G08C: Transmission systems for measured values
- G09C: Ciphering apparatus
- H01P, H01Q: Waveguides, resonators, aerials
- H01S003-025, H01S003-043, H01S003-063, H01S003-067, H01S003-085, H01S003-0933, H01S003-0941, H01S003-103, H01S003-133, H01S003-18, H01S003-19, H01S003-25, H01S005: Semiconductor lasers
- H03B-D: Generation of oscillations, modulation, demodulation
- H03H: Impedance networks, resonators
- H03M: Coding, decoding
- H04B: Transmission
- H04J: Multiplex communication
- H04K: Secret communication
- H04L: Transmission of digital information
- H04M: Telephonic communication
- H04Q: Selecting, public switching

97

Computadoras y máquinas de oficina:

- B07C: Postal sorting
- B41J: Typewriters
- B41K: Stamping apparatus
- G02F: Control of light parameters
- G03G: Electrography
- G05F: Electric regulation
- G06: Computing
- G07: Checking devices
- G09G: Control of variable information devices
- G10L: Speech analysis and synthesis
- G11C: Static stores
- H03K, H03L: Pulse technique, control of electronic oscillations or pulses

Electrónica de consumo:

- G11B: Information storage with relative movement between record carrier and transducer
- H03F, H03G: Amplifiers, control of amplification
- H03J: Tuning resonant circuits
- H04H: Broadcast communication
- H04N: Pictorial communication, television
- H04R: Electromechanical transducers
- H04S: Stereophonic systems

Otras TIC:

- G01B, G01C, G01D, G01F, G01G, G01H, G01J, G01K, G01L, G01M, G01N, G01P, G01R, G01V, G01W: Measuring, testing
- G02B006: Light guides
- G05B: Control and regulating systems
- G08G: Traffic control systems
- G09B: Educational or demonstration appliances
- H01B011: Communication cables
- H01J011, H01J013, H01J015, H01J017, H01J019, H01J021, H01J023, H01J025, H01J027, H01J029, H01J031, H01J033, H01J040, H01J041, H01J043, H01J045: Electric discharge tubes
- H01L: Semiconductor device

2.2. MANUAL DE BOGOTÁ: HACIA UN FORMULARIO MÍNIMO COMÚN¹

GUILLERMO ANLLÓ², GUSTAVO LUGONES³ Y DIANA SUÁREZ⁴

El Manual de Bogotá nació con la clara intención de contribuir a realizar ejercicios de medición de los procesos de innovación en la región, buscando cumplir con tres objetivos: difundir en América Latina la necesidad de conmensurar estos fenómenos; que la medición se realizara de tal modo que permitiera la comparabilidad de los resultados, respetando las normativas internacionales sobre la materia, reflejadas en el Manual de Oslo; y que, a la vez, se pudiera “trascender” de forma sistematizada las recomendaciones formuladas por Oslo para poder avanzar y recoger las particularidades de los países de la región. Esta necesidad era más que evidente en el año 1998, cuando nació la idea de avanzar hacia la construcción de un manual regional, dado que, entre 1995 y 1997, Venezuela, México, Colombia, Chile y Argentina habían realizado su primera encuesta de innovación siguiendo las recomendaciones del Manual de Oslo (siendo los primeros y únicos países latinoamericanos que lo habían hecho), y sus resultados, si bien sumamente interesantes y útiles, no habían dado la posibilidad de construir indicadores comparables, ya que todas las iniciativas habían realizado su propia interpretación del Manual y, además, habían formulado preguntas que buscaban explorar sobre necesidades particulares, más allá de lo allí mencionado.

LOS PROBLEMAS DE COMPARACIÓN

Casi 10 años después de su lanzamiento, aquellos tres objetivos primigenios se habían cumplido parcialmente. En materia de difundir la importancia de medir la innovación, la región avanzó fuertemente en ese sentido – si bien todo el mérito no es sólo de la RICYT, indudablemente esta institución ha jugado un rol decisivo en la materia–; hoy, más de 15 países ya han realizado al menos una encuesta de innovación, tres más se encuentran prestos a realizar su primera, y un conjunto selecto de siete países ha realizado al menos tres encuestas.

Por otro lado, el esfuerzo empleado en sistematizar la medición de aquellas particularidades propias de los países de la región que no eran alcanzadas por el Manual de Oslo, fue suficientemente exitoso como para que, en su última revisión, la OCDE incluyera en el mismo un anexo, basado en el Manual de Bogotá, con recomendaciones para la medición de la innovación en los países no miembros de la Organización.

Sin embargo, a la hora de comparar los resultados obtenidos, la región continúa teniendo problemas para construir indicadores de innovación comparables.⁵ Claramente, éste es un problema que, a medida que ha ido avanzando la concientización por la relevancia de la innovación y la necesidad de obtener indicadores para el diseño y formulación de políticas, ha llamado la atención de diversos gobiernos y organismos internacionales. Así, las iniciativas por avanzar en resolver este problema han proliferado, no necesariamente de forma coordinada y, en muchos casos, superponiéndose.

Al mismo tiempo, no todas ellas han abordado el problema de un mismo modo. Un primer grupo de iniciativas apuntó a las cuestiones metodológicas. Si bien los esfuerzos metodológicos no buscan exclusivamente lograr la comparabilidad de los resultados, en su espíritu siempre está presente que los ejercicios que se realicen bajo sus recomendaciones, a partir de efectuar recorridos metodológicos similares, deberían derivar en la obtención de indicadores comparables. En esta línea se encolumna el esfuerzo realizado por la RICYT a través del Manual de Bogotá, el cual, desde un comienzo, siempre planteó hacer causa común con el Manual de Oslo.

En el otro extremo del mismo problema, frente a la búsqueda de una solución a los problemas de

1. La elaboración de la propuesta de un formulario e instructivo básico y común para las encuestas de innovación en Latinoamérica en el que se basa gran parte de este documento fue financiada parcialmente por el fondo de Economía del Conocimiento del Banco Interamericano de Desarrollo. En cualquier caso, las opiniones aquí expresadas son las de los autores y no necesariamente expresan la posición oficial del BID o su junta de directores

2. IIEP Baires, Fac. de Cs. Económicas; Universidad de Buenos Aires

3. Universidad Nacional de Quilmes

4. Universidad Nacional de Gral. Sarmiento

5. Para ver más información al respecto, ver Anlló, G.; De Angelis, J. y Suárez, D.: “Indicadores de innovación en América Latina: Diez años del Manual de Bogotá”, en el Estado de la Ciencia 2009.

comparación, la reciente iniciativa lanzada por el Instituto de Estadística de UNESCO (que también había participado en la revisión del Manual de Oslo), en Montreal, apunta a resolver el problema, no *ex ante*, mediante recomendaciones metodológicas sobre cómo se debe hacer una encuesta de innovación, sino *ex post*, solicitando a aquellos responsables gubernamentales que poseen los microdatos, la construcción de los mismos indicadores a partir de un formulario predeterminado, para ser presentados de una forma similar.⁶ Esta iniciativa resolvería, de esta manera, el problema del acceso a los microdatos, ya que no sería necesario obtenerla para hacer la comparabilidad a partir de ella, sino que se le solicitaría a quien la tenga que la procese de manera adecuada, a efectos de alcanzar la comparación.

Si bien es una postura pragmática, ya que no pretende señalar de qué modo deben hacerse las encuestas sino, más bien, a partir de los datos recogidos, presentarlos de igual forma, la misma descansa fuertemente sobre la voluntad de los responsables de realizar las encuestas a los que se muestren dispuestos a hacer el esfuerzo por responder los formularios que proponga UNESCO (ya que no hay ningún mandato que así lo establezca), y les arme especialmente el conjunto de indicadores por ellos solicitados. También presenta el problema de que, si la información no fue recolectada de igual manera, los resultados pueden no estar queriendo decir lo mismo (por ejemplo, el armado de la muestra sobre la que se realizó la encuesta).

Justamente, en referencia a este último problema, existe otro conjunto de iniciativas (principalmente, aquellas encaradas por CEPAL) que plantea la necesidad de acceder a los microdatos para poder realizar los análisis de comparación pertinentes, por un solo individuo o institución, lo que evitaría problemas de interpretación y facilitaría la realización de estudios. Ciertamente, si los investigadores y personas capacitadas para ello pudieran tener las bases de datos en su poder y procesarlas en conjunto, esto derivaría en resultados bastante más comparables –siempre y cuando los relevamientos se hubieran realizado de forma similar, hubieran preguntado de igual forma, y respetaran cortes de información comparativos, lo que vuelve al problema primigenio de una metodología común–.

Finalmente, otras iniciativas apuntaron a realizar sus propios relevamientos de información en innovación (Banco Mundial, OCDE). Si bien esto podría resultar conveniente a efectos de comparación, quedaría por resolver la ineficiencia que implica la duplicación de esfuerzos (en los casos en los que existen relevamientos oficiales de innovación), así como las soberanías nacionales por la información obtenida, más la tasa de respuesta y representatividad de la muestra (en general, las empresas son reacias a brindar información, por lo que no se desprende de ningún lado que fueran a mostrarse

más proclives a hacerlo justamente con organismos del exterior).

Ninguna de las iniciativas ha logrado resolver, aún, el tema de la comparabilidad, ni está claro que sea algo que pueda resolverse de manera tajante. En cualquier caso, la RICYT cree que amerita continuar haciendo un esfuerzo por lograr un formulario básico y mínimo común, junto a pautas metodológicas similares, que permitan confiar en poder armar un conjunto de indicadores comparables, así como –lógicamente, dado su carácter de red– cree fervientemente en la necesidad de coordinar los esfuerzos regionales, evitando seguir duplicando y superponiendo las iniciativas. Por otro lado, la mera propuesta de un formulario común –y los indicadores y módulos que allí se sugieren– ha probado ser un importante disparador de discusiones entre académicos y *policy makers*, poniendo de manifiesto los consensos y disensos y el camino que resta por recorrer. Es en esta línea que ha venido trabajando durante los últimos años.

LA INICIATIVA PARA LA ADOPCIÓN DE UN FORMULARIO MÍNIMO COMÚN EN AMÉRICA LATINA

En el Taller de Innovación organizado en septiembre de 2009 en Montevideo, junto a la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) del Uruguay, la RICYT anunció la puesta en marcha de la revisión del Manual de Bogotá y se consensuaron los ejes que habría que abordar en este marco.

Pasados casi diez años desde su publicación, la región había realizado múltiples progresos en materia de medición de la innovación, lo que había derivado en la aparición de nuevas demandas, y no necesariamente había solucionado todos los problemas. Particularmente, se explicitó la necesidad de avanzar en tres ejes. En primer término, la construcción de recomendaciones para medir innovación tanto en el sector Servicios, como en el sector de producción primaria. Ambos sectores son de presencia muy extendida en las estructuras económicas de los países de la región, y las encuestas de innovación, dado que fueron pensadas para medir la misma dentro de la actividad manufacturera, presentan dificultades (por no decir vacíos) a la hora de aplicarlas a otros sectores.

Por otro lado, se explicitó la importancia de promover el uso de los resultados que presentaban las encuestas, ya que algunos estudios realizados pusieron en evidencia la falta de uso (o conocimiento) de las encuestas por parte de los políticos y agentes gubernamentales; al respecto, debe tenerse en cuenta que si bien los resultados obtenidos son perfectibles en varios aspectos, no por ello dejan de ser sumamente útiles para la toma de decisiones.

Finalmente, en el marco de una revisión metodológica más amplia, se señaló como sumamente relevante procurar la construcción de un formulario común básico, que contuviera el conjunto mínimo de apartados y preguntas que todas las encuestas de la región deberían

6. De la cual RICYT se presenta como su socio regional.

incluir, así como la forma en la que deberían ser formuladas, en el espíritu de poder avanzar hacia la obtención de indicadores comparables y ordenar los procesos de medición en la región.

Al año siguiente, en septiembre de 2010, un grupo de expertos de la región, convocado por la RICYT, se reunió en la Universidad de Quilmes para discutir una primera propuesta del formulario mínimo básico y común. La discusión demostró ser ardua.⁷ Sin embargo, de allí surgió un primer borrador.

Por su parte, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), agente que viene siendo protagonista sumamente relevante tanto en la política de innovación de los países, como en la difusión de las encuestas de innovación, también demostró estar interesado en colaborar en la construcción de un formulario mínimo y común para la región. En pos de no repetir errores anteriores, y de sumar esfuerzos conjuntos, ambas instituciones (BID y RICYT) se plantearon avanzar lo máximo posible en la elaboración del formulario y sus demás anexos (el instructivo correspondiente, así como un conjunto de recomendaciones metodológicas), por lo que, junto al Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, en agosto de 2011 organizaron un taller de expertos y representantes de diversos países en la ciudad de Bogotá, para poder discutir allí una nueva versión de la propuesta de formulario. Luego de los intercambios allí sostenidos, y gracias a los aportes de todos los participantes, finalmente se alcanzó una propuesta de Formulario Básico Mínimo para que los países de la región puedan adoptar y así alcanzar resultados comparables (al final del documento se anexa copia del mismo).

A continuación, este documento presenta una explicación y justificación de las preguntas e información que se busca relevar con el formulario, donde se explicita no sólo a qué se apunta con la pregunta pertinente, sino a fundamentar el porqué de la inclusión en el formulario mínimo de ese apartado y el conjunto de interrogantes que lo componen.

CARACTERÍSTICAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN QUE SE BUSCA RELEVAR⁸

Datos de identificación de la empresa

A pesar de que la empresa va a ser seleccionada previamente en el armado de la muestra a partir de sus características –por lo que deberían tenerse datos de la misma con anticipación–, a efectos del análisis de datos posterior –tanto para una mejor compatibilidad de la información recogida (fuente de información, período relevado, etc.), como para el control sobre cada formulario respondido–, se torna necesario contemplar una sección

que pregunte datos generales de la empresa que sirvan para su identificación.

En este sentido, hay un primer conjunto de datos a relevar que contemplan el nombre de la empresa, la dirección en la que está radicada, el sector de actividad productiva al que pertenece según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), el número de registro de la empresa, o de identificación institucional (ya sea el número de identificación fiscal como el código que posea en el INE correspondiente, o algún otro particular que sirva para identificar la empresa a nivel del país y no cometer errores de duplicación), y los datos de la persona que responde la encuesta, en caso de que haga falta contactarla nuevamente.

Asimismo, completando esta información, se recomienda preguntar por un conjunto de datos generales que permiten dimensionar la actividad y perfil de la empresa, más allá de su CIIU. Para ello, se consulta si la misma forma parte de un grupo empresarial: un grupo consiste en dos o más empresas definidas legalmente bajo una misma propiedad; cada una de ellas, al interior del grupo, puede atender diferentes mercados –con subsidiarias nacionales o regionales–, o bien producir diferentes productos –la oficina central también es parte del grupo–. Si es así, en qué país se localiza la casa matriz (para el caso de los países en vías de desarrollo es muy común que existan filiales de grupos extranjeros, siendo que su casa matriz está radicada en el exterior). Si fuera el caso de que la empresa a ser entrevistada perteneciera a un grupo empresario, la intención de este formulario es que las respuestas aquí recogidas correspondan a esta subsidiaria, y no al conjunto del grupo empresarial.

Por otro lado, dado que la empresa a entrevistar puede ser de propiedad estatal, se pregunta por ello (en este caso, se supone que el 100% de la propiedad debe estar en manos del Estado).

En relación a la propiedad, también se consulta si la misma está integrada por algún porcentaje de capitales extranjeros. Si es así, se solicita que se indique (de manera aproximada) cuál es este porcentaje. Se procura, de esta forma, determinar el porcentaje de participación de capitales extranjeros en el capital total de la empresa. De tratarse de una firma de capitales exclusivamente nacionales, el valor sería 0%. Puede solicitarse, incluso, el país de origen de los capitales. Esta información es relevante ya que, la participación de capitales extranjeros puede tanto habilitar el acceso a cierta tecnología, por un lado, como limitar el desarrollo de ciertas actividades (las que pueden desarrollarse en el país de origen del capital), por el otro.

Una misma empresa puede tener más de un establecimiento en el territorio nacional. Por ello se consulta sobre cuántos establecimientos posee la firma (la empresa es una sola, y cada establecimiento es donde se lleva a cabo la actividad productiva, siendo que una misma empresa puede contar con más de un establecimiento a lo largo del territorio). Se recomienda tomar como unidad a

7. Al término del primer día, sólo se había podido avanzar en los dos primeros módulos (de un total de ocho) de preguntas a ser incluidas en el formulario.

8. El presente apartado es la base del instructivo que se piensa diseñar para acompañar al Formulario.

ser relevada la empresa en su conjunto, ya que, en general, las actividades de innovación son indivisibles y resulta difícil decir que se han desarrollado en cierto establecimiento sin que haya mediado de alguna forma la participación del resto de los miembros de la empresa.

También es importante, en orden de saber cuáles son los perfiles de producción de la empresa, cuáles son los principales productos en volumen de ventas que la misma presenta en el mercado local.

Finalmente, también es importante conocer desde cuándo viene realizando sus actividades en el país (esto vale para una empresa nacional que recién comienza, como para un subsidiaria de una empresa internacional que ya hace mucho tiempo que existe pero es la primera vez que inicia sus actividades en el país), ya que la edad de la empresa ha probado ser una variable relevante para analizar la dinámica innovativa y permite, además, controlar las variables de crecimiento. Su año de creación, el cambio de propiedad, o la fusión con otra empresa, son todos fenómenos que impactan en la estrategia de la empresa.

indicadores relativos, de manera de controlar especificidades y caracterizar a la empresa.

Por otro lado, estas variables constituyen a su vez insumos clave para cualquier análisis de impacto de la innovación en la empresa y su entorno. En efecto, si se pretenden conocer las diferentes trayectorias en materia de desempeño (ventas, exportaciones, empleo) y su relación con la dinámica innovativa –lo que permitirá extraer recomendaciones en términos del tipo de innovación socialmente deseable–, es preciso disponer de datos sobre la performance de la empresa.

Aunque, en general, este tipo de información se encuentra en otras bases de datos de los organismos encargados de recolectar información primaria, su disponibilidad en tiempo y forma, así como también la coincidencia temporal de la información relevada, conducen a que sea recomendable contar con dichos datos a partir de la misma encuesta de innovación.

Las variables propuestas son:

Tabla 1

Desempeño	Observaciones
i. Ventas	Ingresos totales por ventas al mercado interno y externo de productos propios –excluyendo aquellos provenientes por la venta de productos fabricados por terceros–, valuadas en moneda local a precios corrientes, para cada año calendario incluido en el período de referencia (los valores no deben incluir impuestos al valor agregado o similares).
ii. Exportaciones	Ingresos totales por ventas al exterior valuadas en dólares corrientes, para cada año calendario incluido en el período de referencia. Desde luego, este monto no puede ser superior a las ventas preguntadas en el punto anterior.
iii. Empleo total	Total de ocupados contratados (en personas físicas) por tiempo indeterminado o determinado, personal de agencia o pasantes, para cada año incluido en el período de referencia en el mes de diciembre.
iv. Inversión en capital fijo	Aquí se espera que la empresa señale, para cada año consultado, una estimación lo más aproximada posible sobre cuál fue el monto total destinado a gasto en inversión en capital fijo, indistintamente si fue para reposición de maquinaria, adquisición de nuevo equipo, o la implementación de una innovación.
v. Principal mercado	La identificación del principal mercado para las ventas de la empresa da una pauta del grado de competitividad que la misma presenta, haciendo presuponer su posible dinámica innovadora.
vi. Masa salarial	Erogaciones totales en concepto de salarios, jornales y pago de contratos, en el año calendario. Permite dimensionar el tenor de la actividad que se desarrolla en la empresa en cuanto al grado de intensidad de capital.
vii. Antigüedad promedio del personal	Tiempo promedio de antigüedad de todo el personal señalado en el ítem anterior, para cada año incluido en el período de referencia en el mes de diciembre. Da una pauta sobre la rotación de personal que presenta la firma.

VARIABLES DE DESEMPEÑO

Los fenómenos de escala, sectoriales e incluso el origen del capital de la empresa, son aspectos que impactan directamente en los procesos innovativos y en la definición de las estrategias empresariales. Es por esto que para analizar la dinámica innovativa se requiere disponer de variables de desempeño que permitan construir

RECURSOS HUMANOS

Los recursos humanos constituyen un factor clave. Su caracterización y la información respecto de su formación, competencias y calificación son una forma de aproximarse a la génesis y al impacto de la dinámica innovativa puesto que son causa y consecuencia de la complejización tecnológica de la empresa, así como difusores de

conocimiento. Son causa en tanto el conocimiento se encuentra incorporado en las personas y son consecuencia en la medida que a mayor complejidad tecnológica mayor será la demanda de recursos humanos calificados. Asimismo, si se acepta que a mayor nivel de calificación mayor será el nivel salarial, entonces este tipo de información representa un insumo para el estudio de los derrames del proceso innovativo, a sabiendas que una parte más que importante de la redistribución del ingreso se realiza a partir de los salarios de los trabajadores.

Es importante aclarar que se pregunta aquí tanto por los recursos humanos específicos, dedicados a actividades de innovación, como también por el personal total de la empresa y su nivel de formación, ya sea contratado por tiempo indeterminado o determinado, personal propio, de

sobre todo en empresas de países en vías de desarrollo, tiene lugar en espacios informales, sin un departamento especializado o la contratación de personal exclusivamente para estos fines (lo que, en general, responde a empresas de mayor tamaño, tipo las trasnacionales). Asimismo, es justamente en la calidad y cantidad del empleo donde el impacto de la innovación permite la generación de externalidades positivas y la mejora en el bienestar (mayores salarios, mayor calificación, mayor estabilidad, etc.)

En consecuencia, se procura conocer tres tipos de características de la dotación de recursos humanos: el nivel de calificación y campo de conocimiento para el total de ocupados y la existencia y características de áreas específicamente abocadas a los procesos innovativos (**Tabla 2**).

Tabla 2

Tipo de característica	Descripción
i. Según nivel de educación formal	A pesar del impacto de la experiencia y su incidencia en el nivel de competencias, la educación formal continúa siendo el mejor <i>proxy</i> de calificación, permitiendo además un alto nivel de comparabilidad internacional e intertemporal. Para ello, se pide que se señale la cantidad de empleados que tuvo la empresa durante el último año según los siguientes grados de educación formal: a) Postgrado completo, (b) Universitario Completo, (c) Terciario Completo, (d) Secundario Completo, (e) Primario Completo, (f) el resto. Evidentemente, cada categoría es excluyente, por lo que si contabilizó a alguien como con formación secundaria completa, se supone que posee primaria completa, por lo que no debe contabilizarse las dos veces, sino sólo aquella de mayor calificación.
ii. Según disciplina científica	Se pretende conocer el grado de articulación entre la especificidad en la formación y el tipo de actividades desarrolladas dentro de la empresa (la pertenencia sectorial). Para el caso, aquí se utiliza la clasificación estándar de UNESCO (International Standard Classification of Education– ISCED 1997). Allí se consigna para cada uno de los rubros que se pida que complete que es que en cada caso. Por ende, debe completar los profesionales con graduación en: 52. Ingeniería (en telecomunicaciones, mecánica, en metales, eléctrica, en dibujo, electrónica, en energía, y química); Ciencias: 42. Ciencias de la vida (biología, botánica, bacteriología, toxicología, microbiología, zoología, entomología, ornitología, genética, bioquímica, biofísica, otras relativas excluyendo veterinaria y medicina); 44. Ciencias físicas (astronomía, física, química, geología, geofísica, mineralogía, geociencia, meteorología, ciencias marinas, vulcanología, paleología). 46. Matemática y estadística 48. Computación Ciencias Sociales, Administración y Derecho (31 Ciencias sociales y del comportamiento; 34. Negocios y administración; 38 Derecho)

agencia, o pasante; es decir, por todo aquel individuo que haya desempeñado tareas remuneradas en la empresa durante el último año, a fin de comprender en quién vino embebido el conocimiento. En este sentido, la evidencia permite sostener que gran parte del proceso innovativo,

A continuación, se indaga en particular sobre si se ha dedicado personal específicamente a las actividades de innovación y si para ello se ha establecido un departamento formal al interior de la empresa (lo que implicaría un avance relativo mayor en relación a la sola

contratación de alguien para el desarrollo de la tarea). Asumiendo que, además de la I+D, las actividades de ingeniería y diseño industrial y las actividades de software y servicios informáticos también constituyen fuentes de mejoras, se pregunta sobre la existencia de recursos asignados específicamente a tareas directamente relacionadas con la innovación (**Tabla 3**).

horizontes temporales, como de éxito en función de alcanzar los logros a partir de los esfuerzo realizados), de consultar únicamente a las empresas que han incorporado exitosamente alguna innovación, se deja fuera del análisis a aquellas que están realizando diversos esfuerzo (sin resultados positivos, aún), pero que constituyen un sujeto de política clave para traccionar el desarrollo sustentable.

Tabla 3

Tipo de característica	Descripción
i. Según departamento donde se desempeñan	Se pretende conocer primero si el personal a tiempo parcial o completo se ha dedicado a la realización de estas tareas, para luego indagar sobre el grado de formalidad o la existencia de departamentos específicos para las actividades de investigación y desarrollo, ingeniería y diseño industrial y desarrollo y mantenimiento de sistemas. Es decir, si la empresa, por ejemplo, posee personal que se dedica al mantenimiento del sistema, pero no una unidad constituida a tal fin, deberá consignar la cantidad de personas que realiza dicha tarea, pero marcar con un no el casillero de "Departamento formal". Si, en cambio, además cuenta con una unidad de sistemas formalmente constituida, debería consignar cuántos empleados trabajan en ella a diciembre del año de referencia en el casillero "cantidad de personas" y marcar con un sí en el casillero de "Departamento Formal". Es decir, para aquellos que responden que cuentan con personal dedicados a estas actividades, se consulta además si las realizan en un área específica, un departamento formal.

104 **ESTRATEGIAS INNOVATIVAS**

El análisis de los procesos de innovación a partir de la identificación y estudio de las estrategias innovativas entiende que tan importante como indagar sobre los resultados alcanzados es conocer las características del proceso innovativo mismo. Esto es así puesto que, aunque efectiva, la innovación no es la única manera con que las empresas deciden competir en el mercado. Al mismo tiempo, existen diversas maneras de innovar, por lo que las empresas pueden adoptar diversas estrategias innovativas, algunas más virtuosas que otras, algunas más sostenibles en el tiempo, con mayores externalidades positivas sobre la sociedad, y por ende, más deseables. Aquellas que opten por la investigación y desarrollo están, de hecho, llevando adelante una conducta particular, una estrategia basada en la indagación y exploración sistemática. Pero otra empresa puede adoptar una estrategia innovadora de tipo modernizante por adquisición de conocimiento (lo que podría verse como un proceso de *catching up* acelerado), vía la compra de equipamiento más moderno, donde el conocimiento vendría incorporado en equipo adquirido.

Cualquier selección no es aleatoria; por el contrario, es el resultado de una respuesta explícita por parte de la empresa al conjunto de incentivos que enfrenta, dadas sus competencias internas y posibilidades. La medición de esta reacción es el estudio de los factores determinantes de la innovación. Por otro lado, dada la naturaleza incierta de los resultados del proceso innovativo (tanto en términos de

En definitiva, es mucho más relevante saber qué están haciendo las empresas en materia de la definición de sus estrategias innovativas que simplemente indagar sobre la subjetividad de si han o no incorporado algún nuevo o significativamente mejorado producto o proceso.

Para poder estilizar las estrategias que las empresas han adoptado, a continuación, en esta sección se pregunta por las actividades que la empresa ha llevado adelante (aquellas que estén relacionadas con generar, administrar y utilizar conocimiento); los resultados alcanzados, en términos de si, a criterio de la empresa, ha introducido en el período bajo análisis algún nuevo o significativamente mejorado bien, servicio o proceso, o si ha implementado algún cambio organizacional o de comercialización; a qué fuentes de financiamiento ha recurrido para ello; y, finalmente, qué determinantes la llevaron a encarar dichas actividades innovativas. Conocer los motivos permitirá aproximarse a la forma en que las empresas analizan el entorno que las rodea y la medida en que pueden generarse incentivos que disparen los procesos innovativos. Por su parte, conocer el nivel de esfuerzos ha probado ser uno de los indicadores más objetivos respecto del nivel de compromiso de la firma con la innovación y en qué medida la innovación resulta de una estrategia explícita de búsqueda de renta extraordinaria. Ambas cuestiones contribuirán a hacer menos subjetiva la respuesta sobre los resultados alcanzados.

Entonces, en búsqueda de poder comenzar a caracterizar la estrategia innovativa de la firma, la primera actividad

que ya marcaría un claro sesgo hacia esfuerzos virtuosos en materia de innovación es si la empresa realiza actividades de investigación y desarrollo (I+D) de forma sistemática. Para ello se pregunta si ha realizado actividades de I+D internas o externas a la firma, para lo que se le pide que responda por sí o por no, y si su respuesta es afirmativa, se le solicitará que señale el monto que ha destinado a tal fin (en moneda nacional), para cada uno de los años que cubra la encuesta –este último punto es clave para poder trazar análisis temporales– (Tabla 4).

los productos, procesos o técnicas de organización /comercialización son nuevos o significativamente mejores), pero la información se complementa con datos sobre el alcance (la novedad) de las innovaciones. Por esta razón, para minimizar posibles confusiones en la interpretación, también es recomendable no preguntar abiertamente por si “ha realizado alguna innovación”, sino, más bien, por si ha introducido algún bien o servicio nuevo, o si los ha mejorado significativamente.

Tabla 4

Esfuerzos Innovativos (I)	Descripción
I. Investigación y Desarrollo (I+D) interna	Es el trabajo creativo realizado en forma sistemática, con el objetivo de generar un nuevo conocimiento (científico o técnico) o de aplicar o aprovechar un conocimiento ya existente o desarrollado por otro. Dentro de la I+D pueden distinguirse tres grandes categorías: la investigación básica (generar un nuevo conocimiento principalmente abstracto o teórico dentro de un área científica o técnica, en sentido amplio, sin un objetivo o finalidad fijada de forma previa), la investigación aplicada (generar un nuevo conocimiento teniendo desde un principio la finalidad o destino al que se desea arribar) o el desarrollo experimental (fabricación y puesta a prueba de un prototipo, es decir, un modelo original o situación de examen que incluye todas las características y desempeños del nuevo producto, proceso o técnica organizacional o de comercialización). La creación de software se considera I+D, en tanto y en cuanto, implique hacer avances científicos o tecnológicos. Estas actividades pueden ser desarrolladas dentro de un departamento formal como en otros ámbitos de la empresa, de no contar con tal área. La única restricción para que una actividad, que tiene como finalidad generar nuevos conocimientos, sea considerada I+D, es que se realice de forma no ocasional, es decir, sistemáticamente.
II. Investigación y Desarrollo (I+D) externa	Es el trabajo creativo que no se realiza dentro de la empresa o con personal de la empresa, sino que se encarga a un tercero, ya sea mediante la contratación o financiación de un grupo de investigadores, institución o empresa con el acuerdo de que los resultados del trabajo serán de propiedad, total o parcial, de la empresa contratante.

Ahora bien, antes de preguntar al empresario sobre las actividades innovadoras que está realizando, así como por los posibles determinantes que lo llevaron a encarar dichas actividades, sería conveniente inducirlo a considerar si ha realizado alguna innovación, más allá de que no se le pregunte directamente a través del término, ya que la inclusión de la palabra innovación en las preguntas ha demostrado ser un factor distractivo (ya que, muchas veces, ante la palabra o bien dicen que no, por su desconocimiento, o sí, por sentirla importante, independientemente de que la hayan o no realizado).

La discusión sobre la definición de los resultados de la innovación continúa siendo materia de debate, especialmente por la subjetividad en las respuestas. Sin embargo, debido a la falta de una mejor manera de medir, la información acerca de los resultados se sigue recogiendo de forma subjetiva (el entrevistado decide si

En el marco de la estrategia innovadora, y a pesar de las limitaciones de esta información, contar con datos sobre el tipo de innovaciones sigue siendo relevante, al menos por tres motivos. En primer lugar, porque permite el desglose por tipo de resultados. En segundo, porque permite realizar un análisis más complejo de la coherencia de la estrategia (esfuerzos vs. resultados). En tercer lugar, porque, incluso si son innovaciones de baja complejidad tecnológica, siguen siendo nuevas o mejores formas de producir para la empresa.

Los manuales de innovación identifican cuatro tipos de innovaciones: de producto, de proceso, de organización y de comercialización. Siguiendo las recomendaciones de Oslo (a efectos de poder comparar resultados de las encuestas con ejercicios anteriores que sólo indagaban por los dos primeros tipos de innovaciones), se sugiere preguntar por separado por ellas, bajo el sobreentendido, a

su vez, de que las actividades para unas y otras no son necesariamente coincidentes.

Por ende, en un primer momento se recomienda preguntar por si la empresa ha introducido un nuevo bien o servicio, así como proceso (en ambos casos, también se consulta si, a criterio de la firma, sin ser nuevos, los ha mejorado significativamente), para pasar a consultar si dicha novedad lo ha sido para la empresa, para el mercado local, o para el mercado internacional. Por ejemplo, si una empresa ha lanzado una nueva línea de alimentos balanceados para perros, la pregunta es si ese tipo de alimento es nuevo para la empresa, ya que antes no lo producía, si es nuevo para el mercado, ya que no existía

De esta manera, se propone que el formulario permita considerar tres aspectos asociados a los resultados del proceso innovativo: el tipo de resultado (innovación), el alcance de la novedad y (en la próxima pregunta) el impacto en las ventas. Ésta es la información que se solicita, de acuerdo a las opciones detalladas a continuación y se dan pautas sobre qué se considera una innovación de cada tipo, de forma tal de orientar al encuestador cuando reciba consultas al respecto. Nótese, de cualquier modo, que en el formulario no se le pregunta al empresario por si ha realizado innovaciones, sino por si ha incorporado novedades o si ha realizado modificaciones significativas (**Tabla 5**).

Tabla 5

Innovaciones	Observaciones
i. Tipo de innovación I y II	La introducción exitosa al mercado de un producto o servicio nuevo (cuyas especificaciones técnicas, componentes, materiales o características funcionales difieren significativamente de los correspondientes a productos anteriores de la empresa; por ejemplo, una empresa láctea que lanza al mercado una línea de yogures por primera vez, ya que antes sólo vendía leche sin procesar) o significativamente mejorado (previamente existente cuyo desempeño ha sido perfeccionado o mejorado en gran medida; ahora, la línea de yogures pasa a ser probióticos debido al agregado de algún tipo de procesamiento o bacteria), son consideradas una innovación de producto .
	Toda recreación o modificación del proceso de elaboración de productos o la prestación de servicios, como resultado de utilizar nuevos equipos, nuevos insumos, nuevas soluciones tecnológicas o de introducir cambios en la organización del proceso productivo (no así de los aspectos organizacionales de la empresa). Incluye modificaciones en la logística al interior de la planta de producción (por ejemplo, introducción de GPS o códigos de barra); es considerada una innovación de proceso . La misma puede tener como objetivo producir o entregar productos tecnológicamente nuevos o mejorados, que no puedan producirse ni entregarse utilizando métodos de producción existentes (el lanzamiento de un nuevo vehículo automotor que antes no se fabricaba, lo que implica establecer toda una línea y plataforma de montaje nueva), o bien aumentar la eficiencia de producción o entrega de productos ya conocidos por la empresa (la robotización de la etapa de ensamblaje de la carrocería en una automotriz para producir el mismo vehículo que venía produciendo).
iii. Alcance de la innovación	El alcance da cuenta del grado de novedad de la innovación alcanzada, ya que se asume que a mayor alcance geográfico, mayor será el grado de novedad y, con ella, la complejidad tecnológica de la innovación. Se sugiere preguntar si la innovación es nueva para la empresa, nueva para el mercado nacional o nueva para el mercado internacional (aunque, a criterios internacionales, para que sea innovación alcanza con que sea a nivel de empresa).

nadie que lo produjera con anterioridad en el país, o si lo es a nivel mundial, ya que no existía antes. En cualquier caso, si la empresa desconoce estos dos últimos aspectos (si existe en el mundo, o si alguien ya lo hacía en el país) se recomienda poner sólo a nivel de la empresa. Se recomienda, a fin de evitar inconsistencias, indicar siempre el grado máximo de novedad. Evidentemente, si el producto es nuevo para el mercado mundial, será nuevo para la empresa y nuevo para el mercado local.

Asimismo, asociado o no a la introducción de una novedad, la modificación de alguna rutina, o los cambios significativos que la firma realice (ya sea en materia de productos, procesos, organización o comercialización), la realización de ciertas actividades específicas, relativas a la incorporación, generación y manejo de conocimiento deberían verse reflejadas como parte del esfuerzo realizado por la empresa a tal fin. Por ello, a continuación de las indagaciones sobre los resultados obtenidos en

relación a cada tipo de innovación, pero independientemente de los resultados obtenidos, se consulta sobre las actividades realizadas, pidiendo que señalen el monto (en moneda nacional) destinado a tal fin. No recomendamos la sola indagación sobre la realización, o no, de dichas actividades, ya que si fueron realizadas, deberían haber estado acompañadas de su respectivo gasto. Esto funciona a modo de control de calidad sobre

las respuestas. Por otro lado, si bien podrían quedar casos que efectivamente realizaron innovaciones pero no poseen o desean informar sobre los gastos realizados, dada la subjetividad de la pregunta de resultados, es preferible este error que el de incluir firmas que declaran haber incorporado innovaciones cuando en realidad no lo hicieron (**Tabla 6**).

Tabla 6

Esfuerzos Innovativos (II)	Aquí se enuncian las actividades que, o bien por su propia naturaleza, o bien por el sentido en el que se están implementando, deberían contribuir a obtener una innovación.
I. Adquisición de maquinaria y equipo	Son actividades de innovación únicamente cuando se trate de la incorporación de bienes de capital, <i>hardware</i> o <i>software</i> vinculados a introducir mejoras y/o innovaciones de proceso o productos. El reemplazo de una máquina por otra de similares características o una nueva versión de un <i>software</i> ya instalado no implica una actividad de innovación.
II. Adquisición de <i>software</i>	
III. Adquisición de <i>hardware</i>	
IV. Adquisición de tecnología desincorporada	Es toda adquisición de derechos de uso de patentes, inventos no patentados, licencias, marcas, diseños, <i>know-how</i> o asistencia técnica vinculada a introducir mejoras y/o innovaciones de procesos, productos o técnicas organizacionales o de comercialización.
V. Contratación de consultorías y asistencia técnica	Implican toda contratación de servicios científicos y técnicos relacionados con las actividades de Ingeniería y Diseño Industrial a terceros externos a la empresa. Recuerde que si las actividades contratadas a terceros se relacionan con I+D o Capacitación entonces deberán considerarlas como actividades de I+D externa y Capacitación respectivamente.
VI. Actividades de Ingeniería y Diseño Industrial (IDI)	Ingeniería incluye todas las preparaciones técnicas, para la producción y distribución no incluidas en I+D, así como los planos y gráficos para la definición de procedimientos, especificaciones técnicas y características operativas, instalación de maquinaria, ingeniería industrial, y puesta en marcha de la producción. Estas actividades pueden resultar difíciles de diferenciar de las actividades de I+D; para esto puede resultar de utilidad comprobar si se trata de un nuevo conocimiento o de una solución técnica. Si la actividad se encuadra en la resolución de un problema técnico, será considerada dentro de las actividades de Ingeniería y Diseño Industrial. Modificaciones al proceso productivo, por ejemplo, la implementación del <i>just in time</i> , también deben ser consideradas como una actividad propia de la ingeniería y diseño industrial. Las actividades de diseño meramente estético u ornamental de los productos no son actividades de innovación, salvo que generen modificaciones que cambien las características principales o las prestaciones de los productos.
VII. Capacitación del personal	Será considerada una actividad de innovación siempre y cuando la capacitación no se refiera a métodos, procesos o técnicas ya existentes en la empresa. Esta puede ser capacitación interna o externa del personal, tanto en tecnologías blandas (gestión y administración) como en tecnologías duras (procesos productivos).
VIII. Estudios de mercado	Se refiere a las actividades vinculadas a la exploración y análisis de las posibilidades para el lanzamiento de un nuevo producto. Incluye estudios de mercado para detectar demandas específicas y necesidades parcial o totalmente insatisfechas, el análisis de requerimientos de adaptación del producto a las características específicas de los diferentes mercados a explotar, y actividades de comercialización experimental. No incluye la puesta en marcha de redes de distribución para la comercialización de innovaciones ni gastos en publicidad.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

En este apartado se pretende conocer el origen de los fondos que solventaron los esfuerzos dirigidos a las actividades de innovación para productos y procesos. Es importante aclarar que el total de los esfuerzos aquí detallados debe surgir del total de gastos incluidos en la pregunta de esfuerzos, totalizando el 100% de los gastos en innovación de los años uno y dos (**Tabla 7**).

Como también señala el Manual de Oslo en su última revisión (2005), un nuevo método de comercialización que implique cambios significativos del diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento en el mercado, su promoción o tarificación, debe ser considerado una innovación de comercialización. Debe implicar la introducción a la empresa de un método de comercialización no utilizado con anterioridad, el cual signifique una ruptura con los métodos ya utilizados. En general, implican cambios

Tabla 7

Fuentes de financiamiento	
i. Recursos propios	Incluye reinversión de utilidades, aportes de los socios y trasferencias desde la casa matriz u otras empresas del grupo.
ii. Apoyos gubernamentales	Refiere a la participación de los fondos obtenidos desde organismos públicos de fomento a la innovación y debe ser consistente con las respuestas informadas en la pregunta de acceso a fondos públicos.
iii. Banca privada	Se refiere a los préstamos recibidos desde las entidades financieras, independientemente de las características del préstamo mismo (hipotecario, prendario, leasing, etc.)
iv. Otras fuentes	Resto de los fondos obtenidos a partir de terceros. Incluye el financiamiento por partes de clientes, proveedores, ONG, etc.

108

CAMBIO ORGANIZACIONAL Y DE COMERCIALIZACIÓN

El Manual de Oslo –en su tercera versión–, señala que “una innovación de organización es la introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa”. Pueden tener como objetivo mejorar los resultados, reduciendo costos administrativos o de transacción, mejorando el nivel de satisfacción en el trabajo, facilitando el acceso a bienes no comercializados (como conocimiento externo) o rebajando costes de los suministros. Implican la introducción de nuevas prácticas empresariales para organizar las rutinas y los procedimientos de gestión de los trabajos.

Deben considerarse como actividades para tal fin la elaboración y planificación de nuevos métodos de organización, así como las actividades necesarias para su aplicación. Esto incluye tanto la adquisición de conocimiento externo, maquinaria y equipo, como actividades de formación y capacitación específicamente relacionadas con la introducción del nuevo método.

significativos en el diseño del producto, los que remiten a cambios de forma y aspecto pero que no modifican las características funcionales o de uso del producto, lo que, muchas veces, está acompañado de cambios en el envasado. Por otro lado, también remite a cambios en los canales de venta, entendidos como los métodos de venta, y no los circuitos de logística de almacenamiento y distribución, esencialmente relacionados a cuestiones de eficiencia. También pueden incluir políticas particulares de discriminación de precio, lo que lleva a todo un conjunto novedoso de tarificación.

Las actividades vinculadas a las innovaciones de comercialización incluyen aquellas relacionadas con la elaboración e introducción de nuevos métodos de comercialización, como ser la elaboración y planificación de estos métodos. Aquí se deben englobar sólo las que fueron necesarias para elaborar e introducir estos nuevos métodos, pero no aquellas que se realizan para utilizar los métodos cotidianamente. Por lo tanto, deben incluirse la adquisición exterior de conocimiento, maquinarias y equipos, así como también las actividades de capacitación necesarias para la puesta en marcha del nuevo método de comercialización (**Tabla 8**).

Tabla 8

Innovaciones	Observaciones
i. Tipo de innovación III	La innovación en organización es la introducción de cambios en las formas de organización y gestión del establecimiento o local, la incorporación de estructuras organizativas modificadas significativamente e implementación de orientaciones estratégicas nuevas o sustancialmente modificadas. Incluye la modificación de la estructura de gestión o la integración de distintos departamentos o actividades y la introducción de cambios nuevos y significativos en sus relaciones con otras empresas o instituciones públicas, por ejemplo, mediante alianza, asociación, externalización o subcontratación.
ii. Tipo de innovación IV	Las innovaciones en comercialización implican la introducción en la empresa de métodos de venta o distribución nuevos o mejorados de manera significativa (venta por internet, franquicias, ventas directas o licencias de distribución) con el objetivo de mejorar la satisfacción del cliente, aumentar el nivel de ventas o incursionar en nuevos mercados. Incluye cambios en el empaque y/o embalaje, pero no incluye cambios en las propiedades de los productos. De suceder esto, los cambios de comercialización derivados de la introducción de un nuevo producto deben ser considerados como parte del proceso de innovación de producto.

DETERMINANTES

Un aspecto central para conocer los disparadores del proceso innovativo es el estudio de los determinantes de la innovación. Vale aclarar que los determinantes no deben ser confundidos con los objetivos del proceso innovativo, aunque ambos pueden ser coincidentes. Los determinantes son, en última instancia, una situación que dispara en la firma el proceso innovativo (la identificación de un nicho de mercado o un descubrimiento científico). A

partir de un disparador (el determinante) la firma perseguirá un objetivo de manera tal de capitalizar ese aspecto del entorno. Si, por ejemplo, la firma identifica una demanda no satisfecha (determinante), el proceso innovativo pretenderá desarrollar un producto (el objetivo), a partir de lo cual realizará inversiones en investigación y desarrollo, ingeniería, licencias, o lo que su nivel de competencias y limitantes le permita. Desde luego, haber alcanzado o no ese objetivo es lo que se mide usualmente como “resultados” (**Tabla 9**).

Tabla 9

DETERMINANTES	La idea de esta pregunta es, justamente, determinar qué llevó a la empresa a decidir encarar un proyecto innovador.
a. Disparadores macro	Aquellos determinantes originados en el libre juego de mercado.
i. Detección de una demanda total o parcialmente insatisfecha en el mercado (<i>Demand pull</i>)	Que durante el período bajo análisis, la empresa haya identificado un nicho de mercado que puede ser satisfecho con un producto nuevo o mejorado, o el que puede ser satisfecho mediante una nueva comercialización u organización de la empresa. Este determinante incluye casos del tipo: *detectar demanda por nuevos productos *detectar demanda por productos de mejor calidad *detectar preferencias nuevas (o similar)
ii. Aprovechamiento de una idea o de novedades científicas y técnicas (<i>Supply push</i>)	De igual forma, la empresa puede haber identificado, durante el período bajo análisis, un avance científico, o puede haber desarrollado una nueva idea. Incluye no sólo el acceso a nuevo conocimiento sino, además, la identificación de aplicaciones prácticas y rentables a partir de un conocimiento existente. Este determinante incluye casos del tipo: *identificación/desarrollo de tecnologías para producir más eficientemente * identificación/desarrollo de tecnologías ahorradoras de algún <i>input</i> (o similar) * identificación/desarrollo de un nuevo equipo/maquinaria, etc
iii. Amenaza de la competencia	Durante el período bajo análisis puede haberse intensificado la competencia, lo que conduce a la necesidad de mejorar algún atributo del producto (sean sus prestaciones, sea su precio), o bien desarrollar uno nuevo, o bien mejorar las capacidades de la empresa (aumento de productividad), o implementar un nuevo método de comercialización, o reorganizar la empresa.
b. Disparadores normativos	Aquellos determinantes originados por decisiones técnico/administrativas/legales.
iv. Pautas regulatorias (nacionales/internacionales; públicas/privadas)	Durante el período bajo análisis, la decisión por parte de la empresa de adaptarse a la imposición o necesidad de acceder a estándares nacionales, internacionales o sectoriales, tanto por parte de un cliente/proveedor particular como por el riesgo de pérdida de mercado. De igual modo, por el cumplimiento de regulaciones (cumplimiento de normas ambientales, salud o seguridad laboral, de edificación, etc.)
v. Cambios en normas de propiedad intelectual	Como bien lo indica la consigna, si durante el período bajo análisis (o el inmediato anterior) hubiera sucedido un cambio en las normas de propiedad intelectual (patentes, marcas, derechos de autor, etc.) y esto hubiera derivado en la búsqueda de realizar un cambio.
vi. Procesos de certificación	Durante el período bajo análisis, la decisión por parte de la empresa de aplicar a un proceso de certificación determinado.
c. Disparadores micro	Aquellos determinantes originados a nivel de la firma.
i. Resolución de un problema (<i>problema solving</i>)	Aparición/identificación de un problema tecnológico, organizacional o de comercialización, a partir del cual se busca una solución.
c. Disparadores endógenos	Aquellos determinantes originados al interior de la firma.
ii. aprovechamiento de una idea generada al interior de la firma.	De igual forma, la empresa, durante el período bajo análisis, puede haber desarrollado una nueva idea. Ésta puede haber sido desarrollada por los propios empleados, o por alguna unidad formalmente establecida para tales efectos (el departamento de I+D de la empresa, por ejemplo).
e. Otros.....	

IMPACTO

En este caso se pretende que la empresa estime el porcentaje de las ventas y exportaciones –si las hubiera–, para el último año del período por el que indaga la encuesta, que es explicado por los productos nuevos y/o significativamente mejorados, en relación a los que la firma ya venía produciendo regularmente. Estos productos “novedosos” deben ser todos aquellos señalados por la empresa, para todo el período que cubre la encuesta (no sólo para el último año). Es decir, si la empresa introdujo un nuevo producto el primer año, nada más, lo que aquí se solicita es que, en el último año, indique qué porcentaje sobre la facturación total significó ese producto, así como también que señale el porcentaje de facturación de los otros productos. Ambos porcentajes deben explicar el 100% de la facturación de la empresa (en el caso de una empresa láctea que anteriormente sólo vendía leche y ahora incorporó una línea de yogures, debería figurar, por ejemplo: en el primer renglón, 0 –ya que el yogurt ya existía en el mercado–; 30% en el segundo renglón, correspondiente a la facturación por las ventas del yogurt; y 70% correspondiente a los ingresos obtenidos por las ventas de leche).

Entre los novedosos, se le pide que distinga los alcances de la innovación, es decir, entre los que resultan nuevos para la empresa y aquellos nuevos para el mercado local o internacional. Como anteriormente, si no supiera el alcance –si son novedosos para el mercado– se recomienda que se los señale como novedosos para la firma, solamente. Los tres rubros deberían representar el 100% de las ventas y de las exportaciones.

APROPIABILIDAD⁹

Medir la apropiabilidad de las innovaciones logradas tiene que ver con el análisis de la forma en que las empresas son capaces de capitalizar sus esfuerzos en el desarrollo de nuevos productos y procesos. Los mecanismos de protección son aquellos que evitan la imitación o copia de los nuevos conocimientos y ello permite a la empresa acceder a una renta extraordinaria y prolongarla. En este sentido, conocer la forma en que las firmas buscan apropiarse de los resultados de la innovación permitiría generar *proxies* de los mecanismos de competencia, lo que a su vez ayudan a comprender el alcance de los resultados y la existencia de (des)incentivos a la innovación.

Asumiendo que apropiarse de la renta extraordinaria de las innovaciones implica realizar actividades directamente relacionadas con la protección de la novedad, en esta sección se pretende conocer si la firma ha realizado este tipo de acciones distinguiendo entre aquellas formalizadas en instrumentos legales (métodos formales) y aquellas que, sin poseer un respaldo explicitado en la legislación vigente, resultan mecanismos eficaces (la protección estratégica).

Las patentes constituyen, por tanto, un tipo de protección legal, aceptándose que pueden existir otros igual o más eficientes. En efecto, dada la fuerte correlación entre las innovaciones “patentables” y la rama de actividad, y la baja tasa de patentamiento registrada en los países en desarrollo se sugiere incorporar, además, los mecanismos aquí sugeridos.

Por otro lado, también resulta relevante obtener información sobre los obstáculos enfrentados al momento de implementar algún tipo de protección (Tabla 10).

Tabla 10

Métodos de protección	Observaciones
a) Métodos de protección formal	Se desea conocer los mecanismos empleados por la empresa para la protección de las innovaciones amparados por leyes y regulaciones, que incluyen registros formales (si es que los utiliza). Se sugieren aquí: la marca, las patentes, el diseño industrial, la denominación de origen y los derechos de autor.
b) Dificultades u obstáculos a la protección formal	Se pretende recabar información sobre la naturaleza de los obstáculos que enfrenta la firma al momento de implementar mecanismos de protección formal (costos, complejidad o dificultades administrativas), incluyendo también los obstáculos vinculados a la naturaleza de la innovación.
c) Ámbito en el que realizó la protección formal	Es importante conocer, para los métodos formales, dónde realizó la tramitación de protección (si en el país o en el exterior) lo que puede indicar el alcance y grado de la innovación.
d) Métodos de protección estratégica	Este tipo de protección no suele incluir instrumentos legales de protección pero resultan eficientes para proteger la innovación. Se desea conocer si la empresa realiza actividades explícitamente vinculadas a la apropiación de la renta extraordinaria, evitando la copia por parte de la competencia. Se sugieren: el control sobre las redes de distribución, el llegar primero al mercado, el alcance de economías de escala, el secreto (reflejado en contratos de exclusividad y de confidencialidad) y la complejidad del diseño.
e) No es necesario proteger	Aunque existen varias interpretaciones a esta opción y se trata de información que surge de una interpretación subjetiva (la del sujeto que responde el cuestionario), permite extraer conclusiones respecto del tipo de innovaciones alcanzadas y la forma en que la firma se protege de la competencia.

9. Esta sección en el formulario fue diseñada en base a sugerencias de la WIPO al respecto.

VINCULACIONES Y FUENTES DE INFORMACIÓN

En esta sección se distingue entre la interacción de la empresa con otros agentes del Sistema de Innovación (vínculos) y el acceso a información a través de ellos (fuentes de información). La importancia de esta sección radica en el hecho de que la firma incrementa sus capacidades y competencias a partir de la incorporación de conocimiento externo y su posterior síntesis con el conocimiento interno. El Triángulo de Sábato, el enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación y la evidente complejización del conocimiento, ponen de manifiesto la importancia de la interacción con el entorno para alcanzar resultados exitosos, entendidos estos no sólo como innovaciones sino como un mejor desempeño de la firma. Es a partir de las relaciones con el entorno que la empresa logra acceder a nuevas ideas, identificar nuevas demandas, encontrar nuevas soluciones. Su medición, por tanto, permite conocer la articulación con este entorno y avanzar en la explicación de las causas de los resultados más o menos exitosos del proceso innovativo.

A los fines prácticos, se desea conocer la forma en que la firma adquiere información/conocimiento externo, para lo que se incluyen opciones de objetivos a partir de los cuales se establecieron las vinculaciones. A fin de distinguir entre la interacción informal y formal, se sugiere además aclarar si la vinculación incluyó cooperación.

Además de la distinción entre vinculaciones y fuentes de información, se sugiere aquí un conjunto acotado de agentes, acorde a los agrupamientos que se proponen en las recomendaciones internacionales, lo que asegura la comparabilidad. Se añade además un conjunto de objetivos de las vinculaciones, donde se suponen diferentes niveles de complejidad tecnológica. Como la radicación geográfica del socio puede aproximar también la complejidad tecnológica de la vinculación, pero además la extensión de la trama donde la firma se inserta y la existencia o no de encadenamientos locales, se propone también una taxonomía de localización (**Tabla 11**).

Tabla 11

Fuentes de información	Observaciones
a) Fuentes internas	Se pretende conocer el origen y flujo de la información que dispara el proceso innovativo (de dónde se obtuvo el conocimiento -o parte- para llevar adelante la innovación). Se propone distinguir entre las fuentes internas y externas a la empresa. Las opciones recomendadas para las fuentes internas son: el departamento de I+D, el área de marketing, el área de producción, el área de administración/finanzas, el área de sistemas y el área de comercialización. Para las fuentes externas se sugiere: Internet, clientes, proveedores, universidades, Laboratorios/Empresas de I+D, revistas y catálogos, consultores, ferias, conferencias y exposiciones, bases de datos (incluye bancos de datos de propiedad intelectual), competidores, proveedores, otras empresas relacionadas.
b) Fuentes externas	
Vinculaciones	Observaciones
a. Por agente	Se entiende por vinculación toda interacción entre la empresa y otros agentes del Sistema de Innovación, sea ésta de carácter formal (un contrato, un convenio, un <i>joint venture</i>) o informal, haya o no involucrado retribución monetaria de alguna naturaleza, para llevar a cabo alguna actividad de innovación. Nótese que se utiliza el concepto de Sistema de Innovación (omitendo el alcance nacional) porque esta sección admite las vinculaciones con agentes fuera de las fronteras nacionales, en tanto y en cuanto la vinculación haya sido en el marco de las actividades de innovación. Se sugieren los siguientes tipos de agentes: clientes, proveedores, universidades, laboratorios de I+D, centros tecnológicos, consultores, otras empresas relacionadas, subsidiarias, empresas no relacionadas, centros de formación, agencias de extensión, competidores, oficinas de propiedad intelectual.
b. Por objetivo	Como <i>proxy</i> de la complejidad tecnológica de la vinculación, se sugiere consultar por los siguientes objetivos: I+D, Ingeniería y Diseño, Capacitación, Asistencia Técnica, Información, Testeo de Productos, Financiamiento.
c. Por localización	Se sugiere la siguiente clasificación: misma ciudad, mismo departamento o provincia, otras partes del país, un país vecino, otro país latinoamericano, EE.UU, U.E., resto del mundo.
d. Cooperación activa	Se pretende conocer aquí el grado de formalización de la vinculación. Se entiende por cooperación activa toda aquella interacción con otro agente del sistema donde se realizaron proyectos en conjunto, lo que no implica necesariamente beneficios inmediatos pero sí participación activa de las partes involucradas e instrumentos legales que dan soporte a la cooperación.

INSTRUMENTOS PÚBLICOS

Las encuestas de innovación resultan instrumentos de suma utilidad, tanto para el diseño como para el monitoreo de las políticas públicas destinadas a promover la innovación. Al respecto, esta información permite la evaluación de las políticas públicas y contribuye al análisis de los efectos *crowding-out/in* y la capacidad del gasto público de provocar un cambio en el comportamiento de las empresas, haciendo sostenible el proceso innovativo una vez que el apoyo público desaparece. Así, esta sección permite contar con información sobre el acceso de las empresas a los programas públicos y su grado de difusión, permitiendo distinguir entre la falta de uso por desconocimiento o por obstáculos particulares.

Finalmente, un hecho no menor es que las encuestas constituyen a su vez canales de difusión en sí mismos por el simple hecho de consultar por un instrumento particular o por el grado de conocimiento de un organismo destinado a la promoción.

Se sugiere, por tanto, incluir una sección destinada a la recolección de información sobre el conocimiento y acceso de estos programas. Esta información, además de dar cuenta sobre la difusión de los instrumentos, permite el análisis del impacto de las políticas y el estudio de aquellas situaciones donde se maximiza su impacto (cuando se combina esta información con la que surge del resto del formulario). Cada país, por tanto, deberá conocer y determinar qué instrumentos deberán incluirse dentro de esta pregunta. Para ellos, sería importante clasificarlos por tipo de instrumento (*matching grants*, créditos, subsidios, etc. -**Tabla 12**-).

OBSTÁCULOS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES INNOVATIVAS

En esta sección se pretende conocer las dificultades que han enfrentado todas las empresas al momento de encarar actividades de innovación o durante el transcurso de las mismas –si es que han enfrentado alguna–.

La relevancia de las preguntas acerca de los obstáculos radica en la posibilidad de analizar las limitaciones a la innovación que no surgen de los datos económicos generales, tales como las dificultades de acceso al crédito, la incertidumbre o el tipo de cambio. En esta línea, es posible identificar dos tipos de obstáculos: los endógenos (los que responden a las cuestiones o problemas dentro de la empresa) y los exógenos (los relacionados con el sector público, el impacto del medio ambiente y el resto de los agentes). Desde luego, esta clasificación, aunque teóricamente posible, es difícil de captar ya que las categorías están estrechamente relacionadas: el sector público contribuye a modificar el entorno, el medio ambiente a modificar el comportamiento de los agentes y la interacción entre los agentes a dar forma a las características de la empresa.

En consecuencia, se propone distinguir entre obstáculos endógenos, exógenos y otros, estos últimos asociados a atributos exclusivos de los proyectos innovativos, ya que adicionalmente a los riesgos de cualquier inversión, la búsqueda de innovaciones enfrenta un riesgo adicional, asociado a la incertidumbre tecnológica y a la posibilidad de apropiarse de los beneficios extraordinarios.

Vale aclarar que se propone aquí una clasificación novedosa de los obstáculos, distinta a la tradicionalmente

Tabla 12

Instrumentos públicos	Observaciones
a) Conocimiento y acceso	Se sugiere aquí consultar sobre el conocimiento de los instrumentos para indagar luego sobre el acceso, consultando además sobre el año en que se accedió por última vez. De manera de garantizar la comparabilidad internacional sin que ello impacte en la utilidad nacional del formulario, se recomienda utilizar opciones de respuesta que permitan una posterior agregación de los mismos; como por ejemplo, en instrumentos subnacionales, nacionales, supranacionales y otros, o alguna otra clasificación.
b) Obstáculos	Se sugiere, además, recolectar información sobre los obstáculos enfrentados a la hora de acceder a los instrumentos, así como la utilidad y aplicabilidad al caso particular de la empresa en cuestión, lo que permite conocer si las limitaciones al acceso tienen que ver con problemas endógenos o exógenos a los programas e identificar líneas de acción para su corrección. Las opciones de respuesta sugeridas son: proyectos rechazados, altas tasas de interés, excesivos requerimientos de garantías, dificultades burocráticas, dificultades para formular proyectos de innovación y otros.

utilizada que los agrupa en obstáculos de orden macro, meso y microeconómico. Esta sugerencia responde a las dificultades observadas en algunos ejercicios al momento de interpretar si se trataba de una limitación de la empresa o del entorno (el caso más claro es la opción internacionalmente utilizada: “escasez de personal calificado”). No obstante, la clasificación aquí propuesta, así como también las opciones de respuesta, resultan fácilmente homologables con las recomendaciones internacionales más extendidas.

Finalmente, se sugiere además agregar una opción correspondiente a la inexistencia de obstáculos, de manera de captar fehacientemente a las empresas que no encontraron trabas a la realización de actividades de innovación (independientemente de que las hayan encarado, puesto que bien uno podría encontrar empresas que no han realizado ninguna innovación, y que tampoco han enfrentado ningún tipo de obstáculo, señalando que son empresas con estrategias no innovadoras) así como también minimizar las distorsiones que se producen ante preguntas donde la respuesta incluye dejar el formulario en blanco (**Tabla 13**).

Tabla 13

Obstáculos	Observaciones
a) Obstáculos endógenos	Se sugieren como opciones de respuesta: escasez o carencias en la empresa en materia de personal con las calificaciones requeridas para encarar procesos innovativos, problemas o deficiencias en la organización administrativa o de la producción, dificultades financieras en la empresa y período de retorno excesivamente largo.
b) Obstáculos exógenos	Se sugieren como opciones de respuesta: escasez en el mercado laboral de personal con las calificaciones requeridas por la empresa, problemas para el acceso a los conocimientos exógenos requeridos por la empresa, (falta de correspondencia entre la oferta de conocimiento y los requerimientos de las empresas; diferencias entre la oferta y la demanda de conocimiento en ritmos, culturas, actitudes y modalidades de trabajo), reducido tamaño de mercado, lo que se traduce en diseconomías de escala, estructura del mercado en que opera o intenta operar la empresa (grado de competencia o de oligopolización; barreras a la entrada), deficiencias en la infraestructura física disponible o demasiada diferencia entre ésta y la requerida, deficiencias, dificultades burocráticas o alto costo en el sistema de protección de la propiedad intelectual, dificultades de acceso o costo excesivo del financiamiento a la innovación, insuficientes incentivos a la innovación por bajo ritmo de cambio tecnológico en el sector de actividad de la empresa, insuficientes incentivos a la innovación por baja receptividad de la demanda e insuficientes incentivos a la innovación por deficiencias en las políticas públicas.
c) Otros obstáculos	Se incluyen en esta categoría la incertidumbre respecto de las posibilidades reales de éxito en los esfuerzos innovativos (introducción exitosa de innovaciones) y la inseguridad en cuanto a las posibilidades de apropiabilidad de los resultados (protección vía patentes, secreto, etc.).
d) No enfrentó obstáculos	

ANEXO: PROPUESTA DE FORMULARIO BÁSICO PARA ENCUESTAS DE INNOVACIÓN EN AMÉRICA LATINA

0. DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

- (i) Nombre de la empresa
- (ii) Dirección de la empresa.....
- (iii) Sector de actividad económica (según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme –CIIU–).....
- (iv) Registro comercial
- (v) Datos del respondiente.....

Datos generales	
i. Indique si su empresa forma parte de un grupo empresario (sí/no)	
i. Si pertenece a un grupo, señale el país de origen de la casa matriz	
ii. Indique si su empresa es una empresa pública (sí/no)	
iii. Porcentaje de capital de origen extranjero (%)	
iv. Cantidad de establecimientos	
Señale sus tres principales productos por volumen de venta:	
i.	
ii.	
iii.	
v. Año de inicio de actividades en el país	
Durante los últimos dos años su empresa	
vi. Fue creada	
vii. Se fusionó con otra empresa	
viii. Fue vendida a otra empresa	
ix. Cerró parte de la empresa	

115

1. VARIABLES DE DESEMPEÑO DE LA EMPRESA

Desempeño	Año 1	Año 2
viii. Ventas		
ix. Exportaciones		
x. Empleo total		
xi. Inversión en capital fijo		
xii. Señale su principal mercado:		
(a) Local/regional (en un radio menor a 100Km)		
(b) Nacional (en un radio mayor a 100 km)		
(c) Exterior		
xiii. Masa salarial bruta		
xiv. Antigüedad promedio del personal		

2. RECURSOS HUMANOS

2.1. Indique el número total de empleados de su empresa, en cantidad de personas físicas en el año 2, según su nivel de calificación.

Nivel de educación formal	Cantidad de empleados
Total de empleados	
i. Posgrado completo	
ii. Universitario completo	
iii. Terciario no universitario completo	
v. Secundario completo	
vi. Primario completo	
vii. Resto	



2.1.2. Indique la composición de los empleados con estudios universitarios y secundarios completos según el tipo de formación:	
i. Ingeniería	
ii. Ciencias	
iii. Cs. Sociales, Administración y Derecho	
iv. Otras	

100%

2.2. Indique la cantidad promedio del año 2 de empleados que, al interior de su empresa, se dedican a las siguientes áreas funcionales. Asimismo, señale para cada una de ellas, si la empresa cuenta con departamentos establecidos formalmente para llevarlas adelante, respondiendo por sí o por no.

116

Empleo total en	Cantidad de personas	Departamento Formal
iii. Informática y Sistemas		
iv. Investigación y desarrollo		
v. Ingeniería y diseño industrial		

* Según las normativas internacionales, se entiende por Investigación y Desarrollo al trabajo creativo realizado en forma sistemática, con el objetivo de generar un nuevo conocimiento (científico o técnico) o de aplicar o aprovechar un conocimiento ya existente o desarrollado por otro. Dentro de la I+D pueden distinguirse tres grandes categorías: la investigación básica (generar un nuevo conocimiento principalmente abstracto o teórico dentro de un área científica o técnica, en sentido amplio, sin un objetivo o finalidad fijada de forma previa, como podría ser todo estudio referido al funcionamiento del cuerpo humano), la investigación aplicada (generar un nuevo conocimiento teniendo desde un principio la finalidad o destino al que se desea arribar, como podría ser el estudio de una enfermedad determinada en busca de alcanzar su cura) o el desarrollo experimental (fabricación y puesta a prueba de un prototipo, es decir, un modelo original o situación de examen que incluye todas las características y desempeños del nuevo producto, proceso o técnica organizacional o de comercialización, es decir, una vez descubierta una vacuna que cure la enfermedad, todo el desarrollo asociado a su producción en escala).

La creación de software se considera I+D en tanto y en cuanto implique hacer avances científicos o tecnológicos. Estas actividades pueden ser desarrolladas dentro de un departamento formal como en otros ámbitos de la empresa, de no contar con tal área. La única restricción para que una actividad que tiene como finalidad generar nuevos conocimientos sea considerada I+D es que se realice de forma no ocasional, es decir, sistemáticamente (vale aclarar que muchas actividades rutinarias no deben ser consideradas como tareas de I+D, más allá de que puedan contribuir a esta, como serían los estudios rutinarios de extracción de sangre).

De igual forma, se entiende por Ingeniería y Diseño Industrial a todas las preparaciones técnicas, para la producción y distribución no incluidas en I+D, así como los planos y gráficos para la definición de procedimientos, especificaciones técnicas y características operativas, instalación de maquinaria, ingeniería industrial y puesta en marcha de la producción. Estas actividades pueden resultar difíciles de diferenciar de las actividades de I+D; para esto puede resultar de utilidad comprobar si se trata de un nuevo conocimiento o de una solución técnica. Si la actividad se encuadra en la resolución de un problema técnico, será considerada dentro de las actividades de Ingeniería y Diseño Industrial. Modificaciones al proceso productivo, por ejemplo, la implementación del *just in time*, también deben ser consideradas como una actividad propia de la ingeniería y diseño industrial.

Las actividades de diseño meramente estético u ornamental de los productos no son actividades de innovación, salvo que generen modificaciones que cambien las características principales o las prestaciones de los productos.

3. ESTRATEGIAS INNOVATIVAS

3.1. Indique si la empresa ha desarrollado, para cada año de referencia, por sí o por no, actividades de Investigación y Desarrollo, ya sea al interior de la misma o la ha subcontratado por fuera. Señale cuánto dinero ha destinado a tal fin, si las llevó a cabo.

Actividades de	Sí o no	Año 1	Año 2
i. Investigación y Desarrollo (I+D) interna		\$	\$
ii. Investigación y Desarrollo (I+D) externa		\$	\$

3.2. Indique si durante el período de referencia (los años 1 a 2) la empresa ha logrado introducir al mercado un nuevo o significativamente mejorado producto o servicio, o ha incorporado un nuevo o significativamente mejorado proceso, respondiendo por sí o por no. En caso de haberlo realizado, por favor señale el alcance máximo de la novedad (si desconoce el alcance, ponga simplemente para la empresa).

117

Durante los años 1 y 2 la empresa ha logrado introducir o incorporar un:	Sí o no	novedoso para		
		la empresa	el mercado nacional	el mercado internacional
i. Bien nuevo				
ii. Servicio nuevo				
iii. Bien significativamente mejorado				
iv. Servicio significativamente mejorado				
v. Proceso nuevo				
vi. Proceso significativamente mejorado				

* Se entiende por un producto o servicio nuevo a aquel cuyas especificaciones técnicas, componentes, materiales o características funcionales difieren significativamente de los correspondientes a productos anteriores de la empresa, y por significativamente mejorado a aquel previamente existente cuyo desempeño ha sido perfeccionado o mejorado en gran medida.

Los cambios en proceso implican recrear o modificar el proceso de elaboración de productos o la prestación de servicios, como resultado de utilizar nuevos equipos, nuevos insumos, nuevas soluciones tecnológicas o de introducir cambios en la organización del proceso productivo. Incluye modificaciones en la logística de insumos o de productos terminados (por ejemplo, introducción de GPS o códigos de barra). Puede tener como objetivo producir o entregar productos tecnológicamente nuevos o mejorados, que no puedan producirse ni entregarse utilizando métodos de producción existentes, o bien aumentar la eficiencia de producción o entrega de productos ya conocidos por la empresa.

3.3. Indique si la empresa ha desarrollado las siguientes actividades para cada año de referencia, independientemente de los resultados obtenidos a partir de ellas, en procura de introducir al mercado un nuevo o significativamente mejorado producto o servicio, o de incorporar un nuevo o significativamente mejorado proceso. Para ello, señale cuánto fue el monto invertido. Nótese que, en el caso de maquinaria y equipo o Hardware, las mismas no deben ser entendidas como un simple aumento de la capacidad productiva de la empresa (más de lo mismo).

Esfuerzos Innovativos	Año 1	Año 2
i. Adquisición de maquinaria y equipo	\$	\$
ii. Adquisición de Hardware	\$	\$
iii. Adquisición de Software	\$	\$
iv. Adquisición de tecnología desincorporada	\$	\$
v. Contratación de consultorías y asistencia técnica	\$	\$
vi. Actividades de Ingeniería y Diseño Industrial (IDI)	\$	\$
vii. Capacitación del personal	\$	\$
viii. Estudios de mercado	\$	\$
TOTAL	\$	\$

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

118

3.4. Indique las fuentes a las que la empresa ha recurrido para financiar las actividades consignadas en los puntos 3.1 y 3.3, sumando para calcular el porcentaje del total ejecutado durante el período bajo análisis (año 1 + año 2). Señale el porcentaje que aportó cada una de ellas para sumar el 100% del financiamiento aplicado.

Fuentes de financiamiento	%
i. Recursos propios	
ii. Apoyos gubernamentales	
iii. Banca privada	
iv. Otras fuentes	
Total	100%

CAMBIO ORGANIZACIONAL Y DE COMERCIALIZACIÓN

3.5. Durante el período de referencia (los años 1 a 2) la empresa

3.5.1. ¿ha modificado de forma significativa su organización? (ya sea para cambiar las prácticas de la empresa, la organización del lugar del trabajo, al interior de la firma, o del modo de vincularse con el exterior) ...Sí - NO.....

3.5.2. Si es así, indique una estimación sobre cuántos recursos destinó durante el período para ello (teniendo en cuenta las actividades: de planificación, diseño y elaboración de estos nuevos métodos, adquisición de equipamiento, compra de licencias, contratación de consultoría, gastos de capacitación de personal, y otros gastos necesarios para su puesta en marcha). \$.....-

3.6. Durante el período de referencia (los años 1 a 2) la empresa

3.6.1. ¿ha modificado de forma significativa su comercialización? (lo que implica introducir cambios en el diseño o envasado del producto, en los métodos de tarificación, en la distribución del producto, y/ o en su promoción)... Sí - NO..

3.6.2. Si es así, indique una estimación sobre cuántos recursos destinó durante el período para ello (teniendo en cuenta las actividades: de planificación, diseño y elaboración de estos nuevos métodos, adquisición de equipamiento, compra de licencias, contratación de consultoría, gastos de capacitación de personal, y otros gastos necesarios para su puesta en marcha). \$.....-

DETERMINANTES DEL CAMBIO

3.7. Indique cuáles de los siguientes motivos dispararon la puesta en práctica de las actividades (ya sea las preguntadas en 3.1 como en 3.3, 3.5 y en 3.6) durante el período año 1 a año 2.

DETERMINANTES	
a. Disparadores macro	
i. Detección de una demanda total o parcialmente insatisfecha en el mercado (Demand pull)	
ii. Aprovechamiento de una idea o de novedades científicas y técnicas (Supply push)	
iii. Amenaza de la competencia	
b. Disparadores normativos	
iv. Pautas regulatorias (nacionales/internacionales; públicas/privadas)	
v. Cambios en normas de propiedad intelectual	
vi. Procesos de certificación	
c. Disparadores micro	
vii. Resolución de un problema	
d. Disparadores endógenos	
viii. Aprovechamiento de una idea generada al interior de la firma (ya sea por los propios empleados, o en alguna unidad a esos efectos)	
e. Otros.....	

119

4. IMPACTO

4.1. Indique qué porcentaje de su facturación y exportaciones en el año 2 se corresponde con productos (bienes o servicios) que entre el año 1 y el año 2 hayan sido:

Productos	Facturación	Exportaciones
i. Nuevos o significativamente mejorados para la empresa y para el mercado (nacional y/o internacional)		
ii. Nuevos o significativamente mejorados para la empresa, pero ya existentes en el mercado		
iii. Iguales o que no fueron alterados significativamente de los anteriores de la empresa.		
Total	100%	100%

5. APROPIABILIDAD

5.1. Indique cuáles métodos formales de propiedad intelectual utiliza la empresa y de qué forma protege sus innovaciones (indicadas en 3.2).

Métodos de protección formal	¿Usa? Sí/No	Bien nuevo	Servicio nuevo	Proceso nuevo
i. Marca				
ii. Patentes				
iii. Modelo de utilidad				
iv. Diseño Industrial				
v. Derechos de autor				
vi. Denominación de origen				
vii. Cláusula de confidencialidad para los empleados				
viii. Contratos de confidencialidad con proveedores y/o clientes				

5.2. Indicar los obstáculos encontrados para cada método de protección formal:

120

Dificultades u obstáculos	Marca	Patente	Modelo de utilidad	Diseño Industrial	Otros
i. Inadecuación a las necesidades de la empresa					
ii. Desconocimiento del método					
iii. Costos de solicitud elevados					
iv. Costos asociados elevados (legales, redacción, etc.)					
v. Complejidad técnica de la solicitud					
vi. Complejidad administrativa del proceso de solicitud					
vii. Tiempo excesivo de respuesta de autoridades					
viii. Duración excesiva del proceso de solicitud					

5.3. Indicar dónde posee métodos de protección formal vigentes durante los años 1 a 2

	Marca	Patente	Modelo de utilidad	Diseño Industrial	Otros
i. En el país					
ii. En el exterior					

5.4. Indique cuáles otros mecanismos utiliza la empresa para proteger sus innovaciones (indicadas en 3.2) de la imitación o copia por parte de la competencia.

Métodos de protección estratégica	Sí/No
i. Controlar las redes de distribución	
ii. Llegar primero al mercado	
iii. Escala	
iv. Complejidad del diseño	
v. Segmentación del proceso	
vi. No es necesario proteger	

6. VINCULACIONES Y FUENTES DE INFORMACIÓN

6.1. Indicar las fuentes de información para las actividades de innovación (ya sea las preguntadas en 3.1 como en 3.3, 3.5 y en 3.6) durante el período de referencia (años 1 a 2).

a) Fuentes internas de la empresa:	
i. departamento de I+D,	
ii. áreas de la empresa correspondientes a marketing,	
iii. áreas de la empresa correspondientes a producción,	
iv. áreas de la empresa correspondientes a distribución.	
v. áreas de la empresas correspondientes a administración y finanzas	
vi. área de Sistemas	
vii. Otros	
b) Fuentes externas a la empresa:	
i. Otras empresas del grupo o casa matriz	
ii. Clientes	
iii. Consultores	
iv. Competidores	
v. Proveedores	
vi. Universidades	
vii. Laboratorios/Empresas de I+D	
viii. Organismos públicos de CTI	
ix. Otras empresas relacionadas	
x. Internet	
xi. Ferias, conferencias y exposiciones	
xii. Bases de datos	
xiii. Bases de datos de patentes y propiedad intelectual	
xiv. Revistas y catálogos	
xv. Otros	

6.2. Indicar si durante el periodo año 1 a año 2 la empresa se vinculó con alguna de las siguientes instituciones, el tipo de actividad desarrollada a partir de la interacción y si la misma incluyó cooperación activa, independientemente de dónde se localice la contraparte.

	Se vinculó	Objetivos de la Vinculación							Cooperación Activa
		I+D	Ingeniería y Diseño	Capacitación	Asistencia técnica	Información	Testeo de productos	Financiamiento	
i. Otras empresas del grupo o casa matriz									
ii. Clientes									
iii. Consultores									
iv. Competidores									
v. Proveedores									
vi. Universidades									
vii. Laboratorios/ Empresas de I+D.									
viii. Organismos públicos de CTI									
ix. Otras empresas relacionadas									
x. Oficina nacional de propiedad intelectual									
xi. Otros									

6.3. Indicar si durante el periodo año 1 a año 2 la empresa se vinculó con alguna de las siguientes instituciones, y dónde se radica la contraparte.

[illegible]

7. INSTRUMENTOS PÚBLICOS

7.1. Indique si la empresa conoce los siguientes instrumentos públicos de apoyo a la innovación y, de haberlos utilizado durante el período Año 1 a Año 2, señale el año en que accedió.

Instrumentos públicos	Conoce	Solicito y no lo obtuvo	Solicitó y accedió antes del año1	Solicitó y accedió entre año 1 y 2
i. Programas para mejorar la calidad y obtener certificación.				
ii. Programas para el entrenamiento del personal.				
iii. Programas para el desarrollo de proveedores y clusters				
iv. Programas de apoyo a la innovación via subvenciones				
v. Programas de apoyo a la innovación via crédito tributario				
vi. Programas de asistencia técnica para la adopción tecnología y gestión empresarial (misiones tecnológicas, consultorias tecnológicas, etc).				
vii. Programas de apoyo al emprendimiento (incubación, capital semilla).				
viii. Programas de promoción de exportaciones (misiones comerciales, marketing, etc)				

7.2. En caso de tener conocimiento y no haber accedido a los instrumentos de promoción, señale las principales causas.

123

Causas	
i. No se adaptan a las necesidades específicas de su actividad	
ii. No aplicó	
iii. Proyectos rechazados	
iv. Altas tasas de interés	
v. Excesivos requerimientos de garantías	
vi. Dificultades burocráticas	
vii. Dificultades para formular los proyectos según los lineamientos de las agencias	
viii. Dificultades con el manejo de la confidencialidad	
ix. Otros.....	

8. OBSTÁCULOS PARA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES INNOVATIVAS

8.1. Para cada uno de los obstáculos consignados más abajo, especifique la importancia de cada uno de ellos, asignando valores de 0 a 3, siendo: 0-no experimento el obstáculo, 1-bajo, 2-medio, 3-alto, según la relevancia del mismo para su experiencia particular. Si no experimentó ninguno de los obstáculos aquí consignados, o de ningún otro tipo, por favor, marque la última casilla

a) Obstáculos endógenos	0	1	2	3
i. Escasez o carencias en la empresa en materia de personal con las calificaciones requeridas para encarar procesos innovativos				
ii. Problemas o deficiencias en la organización administrativa o de la producción.				
iii. Dificultades financieras en la empresa				
iv. Período de retorno excesivamente largo.				
b) Obstáculos exógenos	0	1	2	3
i. Escasez en el mercado laboral de personal con las calificaciones requeridas por la empresa.				
ii. Problemas para el acceso a los conocimientos exógenos requeridos por la empresa (falta de correspondencia entre la oferta de conocimiento y los requerimientos de las empresas; diferencias entre la oferta y la demanda de conocimiento en ritmos, culturas, actitudes y modalidades de trabajo).				
iii. Reducido tamaño de mercado, lo que se traduce en deseconomías de escala.				
v. Estructura del mercado en que opera o intenta operar la empresa (grado de competencia o de oligopolización; barreras a la entrada).				
v. Deficiencias en la infraestructura física disponible o demasiada diferencia entre ésta y la requerida.				
vi. Deficiencias, dificultades burocráticas o alto costo en el sistema de protección de la propiedad intelectual.				
vii. Dificultades de acceso o costo excesivo del financiamiento a la innovación.				
viii. Insuficientes incentivos a la innovación por bajo ritmo de cambio tecnológico en el sector de actividad de la empresa.				
ix. Insuficientes incentivos a la innovación por baja receptividad de la demanda.				
x. Insuficientes incentivos a la innovación por deficiencias en las políticas públicas.				
c) Otros	0	1	2	3
i. Incertidumbre respecto de las posibilidades reales de éxito en los esfuerzos innovativos (introducción exitosa de innovaciones).				
ii. Inseguridad en cuanto a las posibilidades de apropiabilidad de los resultados (protección vía patentes, secreto, etc.).				
d) No ha experimentado obstáculo				

2.3. LA PROMOCIÓN DE CARRERAS CIENTÍFICAS EN LAS NUEVAS GENERACIONES. INDICADORES A PARTIR DE UN ESTUDIO REGIONAL CON ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA

CARMELO POLINO¹

INTRODUCCIÓN

La promoción de carreras científicas en las áreas de las ciencias exactas, naturales e ingenierías constituye una problemática de peso creciente en el marco de las políticas de ciencia y educación. Algunos indicios ponen de manifiesto que las matrículas universitarias en estas áreas del conocimiento están mermando o bien estacándose. La preocupación ha llevado a que instituciones científicas y educativas de distintos países y bloques geográficos se planteen que es urgente conocer qué causas no sólo estructurales sino también subjetivas ejercen influencia en esta tendencia. El presente artículo difunde algunos indicadores seleccionados de una encuesta aplicada a estudiantes de secundaria de varias ciudades de Iberoamérica en el marco de un proyecto regional acerca de la percepción de los jóvenes sobre la ciencia y la profesión científica. Se plantean así cuestiones relativas al interés por las carreras científicas y por la profesión de científicos e ingenieros. Se exploran además factores que podrían condicionar el interés adolescente. Y de igual forma se repasan actitudes de los estudiantes frente a las clases de ciencias de la escuela. En cada caso los indicadores presentados se contrastan con variables sociales y educativas de interés.

1. LAS NUEVAS GENERACIONES DE CIENTÍFICOS E INGENIEROS

La preocupación por incorporar nuevas generaciones a las tareas de investigación es constitutiva del proceso de politización de la ciencia y la tecnología que comenzó en el período de entreguerras del siglo pasado. En una carta fechada en noviembre de 1944, el entonces presidente de los Estados Unidos, Franklin D. Roosevelt (1882-1945), le preguntaba a Vannevar Bush, director de la Oficina de Investigación y Desarrollo Científico, qué recomendaciones podría hacerle para aprovechar las lecciones de la guerra en tiempos de paz. Roosevelt puntualizaba cuatro aspectos² de los cuales el último respondía a la siguiente inquietud: “¿puede proponerse un programa eficaz para descubrir y desarrollar el talento científico en la juventud norteamericana, de modo que sea posible asegurar la continuidad futura de la investigación científica en este país, en un nivel comparable al alcanzado durante la guerra?” (Bush, 1999). *Science: the endless frontier*, la respuesta que Bush elevó medio año más tarde, poco antes del empleo de las bombas atómicas,³ se convirtió en el documento fundacional de la planificación política para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Allí se dejaba en

125

1. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior (REDES) - Observatorio de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS), OEI. Correo electrónico: cpolino@ricyt.org

2. La primera de las cuatro cuestiones se refería a la necesidad de difundir los conocimientos que se habían desarrollado durante la guerra. La segunda consistía en utilizar la ciencia para la gestación de programas de lucha contra las enfermedades. El tercer aspecto era específico de una organización institucional para la ciencia. Roosevelt preguntaba: “¿qué puede hacer el gobierno hoy y en el futuro para apoyar las actividades de investigación encaradas por organizaciones públicas y privadas?” (Bush, 1999).

3. Y que recibió el presidente Harry Truman (1884-1972) ya que Roosevelt había fallecido poco tiempo antes.

claro que el período de postguerra se inauguraba con un déficit de personal con formación científica, lo que limitaba seriamente la capacidad económica e industrial de los Estados Unidos. Se afirmaba, por eso, que el futuro de la ciencia dependería de la incorporación de técnicos y científicos a las instituciones educativas y de investigación, así como de la mejora de condiciones educativas básicas.

La incorporación de jóvenes a la docencia universitaria, la investigación y el desarrollo tecnológico ha sido desde entonces una necesidad política inherente a la reproducción de las estructuras de los sistemas de ciencia y tecnología. La expansión de la educación superior ha permitido al mismo tiempo el incremento de esta capacidad de incluir recursos humanos a la investigación. Durante los últimos años, sin embargo, las estadísticas educativas han comenzado a proyectar signos de inquietud: distintos diagnósticos enfatizan la falta de interés de las nuevas generaciones por las carreras científico-tecnológicas, especialmente de las áreas de las ciencias exactas y naturales, así como de algunas ramas de las ingenierías. Se trata entonces de un cuello de botella para la sostenibilidad institucional de la ciencia y la innovación pero, al mismo tiempo, de un problema político que afecta a la sociedad en su conjunto: la atención de grandes desafíos como el crecimiento comercial y la competitividad económica, hasta la producción energética, alimentaria, la atención de la salud y otro tipo de necesidades dependen en buena medida de la fecundidad de la investigación, la tecnología y la innovación. Siguiendo esta línea de razonamiento, la mayor parte de los países de la OCDE han expresado preocupación por la merma en la cantidad de graduados de educación media que se inscriben en carreras científico-tecnológicas de las áreas “duras”. A nivel europeo, por ejemplo, el reporte *Europe Needs More Scientists!*, cuyo título es una declaración política en sí misma, también refleja la necesidad de revertir las tendencias negativas, de la misma forma que lo vienen manifestando muchas instituciones en los Estados Unidos (USB, 2008) y en otros países desarrollados.

2. EL MARCO DE DESARROLLO DE LA ENCUESTA CON ESTUDIANTES IBEROAMERICANOS

La preocupación por el desinterés de los jóvenes también está presente en distintos niveles de la agenda educativa y científica de Iberoamérica. En el marco de las Cumbres de Presidentes, se declaró, por ejemplo, la necesidad perentoria de “impulsar programas que promuevan la enseñanza de la ciencia y la tecnología de cara a propiciar el estímulo de vocaciones tempranas de las y los jóvenes hacia la ciencia con miras a garantizar la formación y transición de nuevas generaciones de investigadores, innovadores y científicos en nuestros países iberoamericanos” (San Salvador, 2008). Las Metas Educativas 2021 (OEI, 2010), convergentes con las estrategias del espacio iberoamericano del conocimiento y el fortalecimiento de las capacidades de investigación en Iberoamérica, se han propuesto para eso el estímulo a las

profesiones científicas. El indicador 18 plantea la necesidad de aumentar el porcentaje de jóvenes que en la región eligen una formación científica o técnica al finalizar sus estudios obligatorios y estipula como meta que para el año 2015 esta proporción de estudiantes debería aumentar en un diez por ciento y duplicarse para el año 2021.

La encuesta que se aplicó entre los años 2008 y 2010 se desarrolló como parte del proyecto de investigación “Percepción de los jóvenes sobre la ciencia y la profesión científica” coordinado regionalmente por el Observatorio de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS) de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), con el apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), y la participación y apoyo técnico-financiero de instituciones locales en cada uno de los países implicados en el proyecto.⁴ El objetivo general consistía en obtener un panorama de situación acerca de la percepción que tienen los estudiantes de las profesiones científicas y tecnológicas y su atractivo como opción laboral, sobre la imagen de la ciencia y los científicos, y sobre la valoración que hacen los alumnos del aporte de las materias científicas para distintos ámbitos de la vida.

Se entrevistó a una muestra representativa de estudiantes de nivel medio de escuelas públicas y privadas en varias ciudades de Iberoamérica: Asunción (Paraguay), Bogotá (Colombia), Buenos Aires (Argentina), Lima (Perú), Madrid (España), Montevideo (Uruguay) y São Paulo (Brasil). Un total de 8832 jóvenes respondieron la encuesta, distribuidos de forma sustancialmente proporcional entre las ciudades participantes.⁵ El diseño general del estudio y los resultados completos pueden consultarse en un libro publicado recientemente por el Observatorio CTS de la OEI (Polino, 2011). En este artículo se presentan algunos indicadores seleccionados relativos al interés por las carreras científicas y por la profesión de científicos e ingenieros. Además se exploran los factores que condicionan el interés adolescente. De igual forma se repasa las actitudes de los estudiantes frente a las clases de ciencia. En cada caso los indicadores presentados se contrastan con variables sociales y educativas de interés.

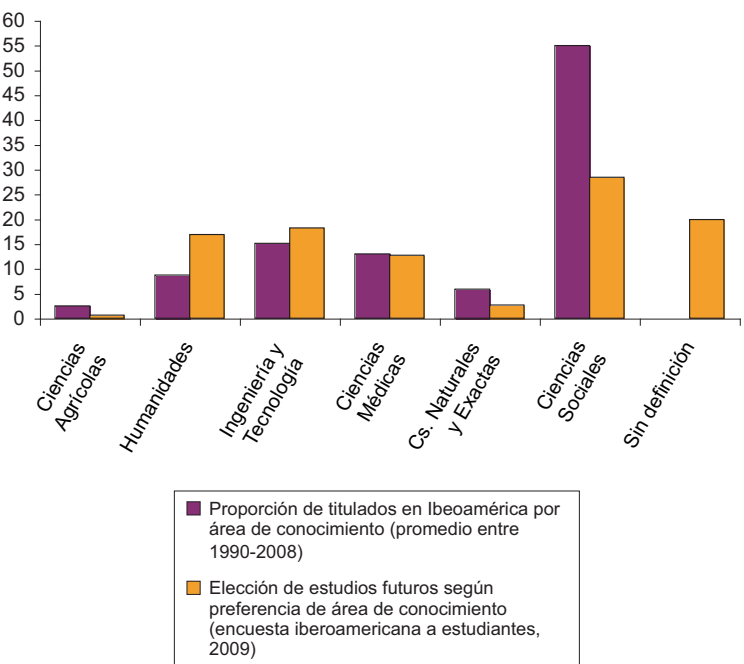
4. Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo (Labjor) de la Universidad de Campinas y la Secretaría de Ensino Superior del Estado de São Paulo de Brasil; el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT); la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT); y la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) de Uruguay. También desempeñaron un papel destacado en este aspecto las oficinas regionales de la OEI en Asunción, Buenos Aires y Lima. También el proyecto tuvo la participación de instituciones e investigadores que con regularidad colaboran con la OEI: Ministério de Educação y el Centro de Investigação e Estudos de Sociologia (CIESISCTE) de Portugal; el Ministerio de Educación de Paraguay; la Comisión Nacional Científica y Tecnológica (CONICYT) de Chile; la Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears, la Universidad de Oviedo y el Grupo Argo de España; la Universidad del Valle de Colombia; y la Universidad Federal de Minas Gerais y la Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) de Brasil.

5. Asunción, 1.248 alumnos de Primero a Tercer Año de la Educación Media; Bogotá, 1.199 estudiantes de 10º y 11º grados; Buenos Aires, 1.080 alumnos de Primero a Tercer Año del ciclo de Polimodal (Gran Buenos Aires) y Tercero a Quinto Año del secundario (Ciudad de Buenos Aires); Lima, 1.300 estudiantes de Tercero a Quinto Año de Secundaria; Madrid, 1.316 alumnos de 3º y 4º de la ESO y 1º y 2º de Bachillerato; Montevideo, 1.485 estudiantes de 4º, 5º y 6º año de Liceo; y São Paulo, 1.204 alumnos de 1º a 3º Año de Enseñanza Media.

3. ESTADÍSTICAS EDUCATIVAS Y PREFERENCIAS ESTUDIANTILES

Las estadísticas educativas de Iberoamérica han registrado un incremento sostenido en el número de graduados universitarios. Sin embargo, los datos del período 1990-2008 sobre la evolución por área del conocimiento de nuevas matriculas y titulaciones de grado dejan al descubierto la preeminencia de las ciencias sociales (que a su vez es un área muy concentrada por el peso que tienen la tradicional carrera de abogacía, las ciencias de la administración y de la información o comunicación). Se aprecia que “la tendencia fuerte hacia las ciencias sociales en los titulados de grado se acompañó con un aumento en su participación respecto al resto de las áreas del conocimiento que fue del 50% al 56%. Las ciencias exactas y naturales, así como las ciencias agrícolas (fuertemente asociadas con el perfil productivo de la región), en cambio, sufrieron disminuciones en la participación total” (Polino, Chiappe, 2011a:13).

Gráfico 1. Proporción de titulados por área de conocimiento y preferencias para estudios futuros



Fuente: elaboración propia en base a datos de RICYT y de la Encuesta iberoamericana a estudiantes de nivel medio, Observatorio-OEI (2009).

Una pregunta obligada es qué tipo de carreras interesan a los estudiantes iberoamericanos encuestados. En primer término hay decir que prácticamente la totalidad de los alumnos entrevistados tiene el deseo de seguir estudiando cuando finalicen la escuela secundaria.⁶ En segundo lugar, la encuesta revela que las preferencias de estudio de los jóvenes son desde luego muy heterogéneas: muchos de ellos están pensando en cursos, especializaciones, oficios o carreras cortas para una inserción teóricamente rápida en el mercado de trabajo. Pero también una proporción significativa mencionó carreras universitarias.⁷ La distribución por área del conocimiento pone de manifiesto que las preferencias de los jóvenes acompañan las tendencias estadísticas regionales (**Gráfico 1**). Así como en promedio más de la mitad de los títulos universitarios expedidos en Iberoamérica correspondió a las ciencias sociales, también los alumnos se decantan principalmente por las ciencias sociales entre las carreras de mayor atractivo: casi un tercio lo señala de esta forma. Las ingenierías y tecnologías, así como las humanidades retienen el interés de alrededor de un 20% de los estudiantes en cada caso. Las ciencias exactas y naturales sólo alcanzan el 2,7% y, finalmente, las ciencias agrícolas apenas fueron mencionadas. Para finalizar, debe decirse que una proporción importante de alumnos (cercana al 20% del total), más allá de indicar su deseo de continuar estudios universitarios, no precisó o dijo que no sabía qué tipo de carrera le gustaría seguir. En el **Gráfico 1** están expresados en la serie “sin definición”.

127

4. LOS JÓVENES COMO CIENTÍFICOS E INGENIEROS

El interés central del proyecto -y, por ende, de la encuesta aplicada- consistía en determinar en qué rango era posible ubicar el interés de

6. Menos de 3% del total de casi nueve mil jóvenes declaró que no quería o no podría seguir estudiando. De todas formas, como señala Demellenne (2011) cuando revisa los datos específicos a la continuidad de estudios futuros de los alumnos entrevistados en esta encuesta, “si bien estos datos reflejan un relativo optimismo hacia el futuro, las estadísticas en cuanto a matrícula de la enseñanza superior y universitaria demuestran que sólo una parte de ellos van a cumplir con el deseo de seguir estudiando. Los filtros socioeconómicos y académicos van a impedir a una proporción muy importante continuar con sus estudios y, por ende, tener acceso a un mejor y más amplio proyecto de empleo o de vida. De esta forma los jóvenes se dividirán entre los que van a poder seguir estudiando por opción de vida, y los que van a dejar de hacerlo por necesidad.” (Demellenne, 2011:41).

7. Dado que la pregunta era abierta (y que los jóvenes podían elegir hasta tres carreras de su interés), las respuestas posteriormente se clasificaron por área de conocimiento.

los jóvenes por las ciencias exactas y naturales y por las ingenierías como profesiones. Las carreras universitarias de interés es una primera forma de responder a la pregunta. Otra manera de hacerlo es mediante la consulta explícita respecto al potencial atractivo de una profesión científica. Para obtener información sobre este tema, el cuestionario planteaba dos estrategias de abordaje: en un primer momento se preguntaba a cada estudiante si les gustaría trabajar como científicos o ingenieros. Esta pregunta incluía además otras dos profesiones: la medicina y a la enseñanza. Dicha inclusión se hizo para que la comparación de los resultados obtenidos para las primeras profesiones estuvieran mejor calibrados. Las cuatro profesiones pueden considerarse “cercanas” y, en muchos sentidos, hasta superpuestas (por ejemplo, pensando en la medicina como ámbito de investigación y desarrollo, y no sólo como práctica profesional). En un segundo momento, la indagación se trasladaba del plano individual al generacional. Mediante una pregunta dicotómica -es decir, polarizando las opiniones- se consultaba a cada alumno si consideraban que la ciencia era o no atractiva para los jóvenes de su generación. Se asumía que al pensar en términos de pares generacionales posiblemente hubiera una mayor cantidad de respuestas positivas (es decir, es posible que la ciencia no sea atractiva para mí, pero sí para otros jóvenes).

La evaluación desde el punto de vista personal permite decir que la profesión científica tiene un bajo grado de aceptación: en promedio, sólo el 10% de los estudiantes entrevistados se identificó con esta profesión. De los cuales, además, hay que recordar que una minoría podría tener interés concreto en las áreas de las ciencias exactas y naturales. Pero resulta pertinente señalar que este grupo de entrevistados es suficientemente homogéneo como tal. Dicha evidencia surge mediante la comparación de sus respuestas en distintos indicadores medidos en el cuestionario. Tienen, por ejemplo, respuestas consistentes respecto a variables que miden actitudes relacionadas con prácticas científicas: cuando valoran los factores que inciden en la elección de sus estudios futuros otorgan un peso mucho mayor que el resto de sus compañeros a cuestiones tales como la investigación, la producción de nuevos medicamentos, el desarrollo de terapias médicas o el cuidado del medio ambiente. Asimismo también tienen una valoración de las clases de ciencias de la escuela más acentuada que el resto, y de igual manera reconocen también en mayor grado el

impacto de las clases de ciencia sobre sus posibles elecciones de estudios futuros.

Volviendo al bajo nivel en que se acepta el atractivo de la profesión científica, cuando esta respuesta se observa de acuerdo a las ciudades, se aprecia que la media aritmética global está “algo inflada” por las respuestas de los jóvenes de Madrid. En esta ciudad las respuestas positivas duplican al resto: alcanzan casi el veinte por ciento. En el resto de ciudades el tenor de las respuestas es parejo. La docencia se ubica en el mismo nivel de significación que la profesión científica, aunque otra vez Madrid (y en este caso también Buenos Aires) eleva el promedio (**Tabla 1**). Las variables socio-demográficas comprendidas en el estudio no parecen afectar la respuesta al atractivo de la profesión científica: ciudad, género, sector de la escuela (público-privado), tipo de educación (laica-religiosa), concentración de bienes, o clima educativo del hogar (educación padre y madre) no reflejan variaciones estadísticamente representativas. La estructura de las respuestas se modifica, sin embargo, mediante la consideración de una variable de comportamiento como los hábitos informativos sobre temas generales de ciencia y tecnología. Los estudiantes más habituados a informarse sobre estos temas tienen asimismo mayor predisposición a considerar la actividad científica como una profesión de interés.

Tabla 1. Interés en ciertas profesiones

	Asunción	Bogotá	Buenos Aires	Lima	Madrid	Montevideo	São Paulo	Total
Científico	8,7%	11,7%	6,8%	10,2%	18,0%	8,2%	8,2%	10,4%
Ingeniero	24,1%	46,2%	17,4%	35,1%	27,6%	14,7%	21,9%	26,5%
Médico	25,5%	33,4%	21,5%	24,8%	22,6%	14,6%	18,9%	22,7%
Profesor	9,2%	11,0%	20,7%	10,5%	25,3%	9,4%	8,2%	13,2%
Sin interés por ninguna de las cuatro profesiones	21,2%	24,7%	29,8%	24,5%	21,0%	27,1%	35,5%	26,1%
No sabe	23,4%		16,6%	11,6%	10,4%	26,1%	14,3%	15,0%

Fuente: Encuesta iberoamericana a estudiantes de nivel medio, Observatorio-OEI (2009).

La ingeniería queda mejor posicionada en las preferencias de los jóvenes. En términos generales, algo más de un cuarto de la muestra se siente inclinado hacia esta profesión. La distribución es sin embargo asimétrica desde el punto de vista de las ciudades. Bogotá duplica el promedio global: allí casi la mitad de los alumnos manifestó su interés por las ingenierías. En Lima llega al tercio de los encuestados. Asunción y São Paulo representan básicamente el promedio. Y, por último, Buenos Aires y Montevideo están por debajo de éste. En esta oportunidad las variables socio-demográficas presentan comportamientos diferentes (**Tabla 1**). El género es la variable con mayor capacidad discriminante. Como han indicado otros estudios en el pasado, la ingeniería sigue siendo una opción preferentemente masculina. Las características estructurales de los hogares de procedencia de los jóvenes (nivel socio-económico y educativo) también tienen alguna incidencia para destacar, aunque menos acentuada: esto es, entre los hogares socialmente más favorecidos hay proporcionalmente más jóvenes que desearían ser ingenieros. Pero el resto de las variables de base se comportan de igual forma que para el caso de la

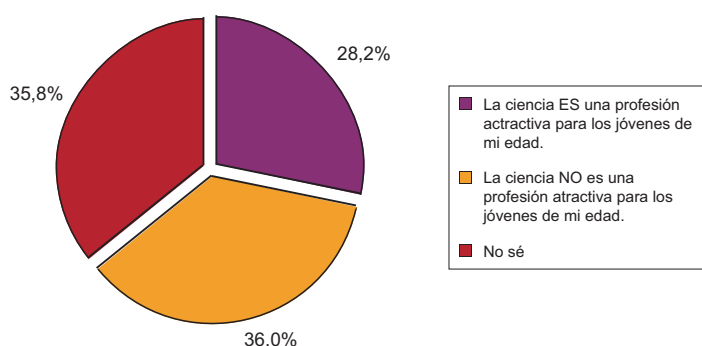
consideración de la profesión científica: tramo educativo (1º, 2º, 3º año), sector del establecimiento (público-privado) y tipo de educación (laica-religiosa) no presentan variaciones suficientemente explicativas. Por último, y de igual forma que ocurre con la consideración de la profesión científica, el hábito informativo vuelve a tener una fuerte capacidad para discriminar las opiniones: la proporción de alumnos a los que les gustaría trabajar como ingenieros aumenta a medida que lo hacen las conductas de información.

El cuadro de análisis de esta pregunta se completa con la consideración de los jóvenes que dijeron que no sabían o que no les interesaba ninguna de las opciones profesionales presentadas. Por un lado, un cuarto de los alumnos dijo que no le gustaría trabajar ejerciendo ninguna de estas profesiones. Aunque en São Paulo y luego Buenos Aires la proporción es del orden del tercio. Por otro lado, el 15% dijo que no sabía si estas profesiones podrían ser interesantes para su futuro. También en esta opinión hay comportamientos diferenciales entre ciudades: en este caso, Montevideo y Asunción registran valores cercanos al cuarto de quienes respondieron la encuesta (**Tabla 1**).

Al desplazar el eje de análisis al plano generacional se observa para el conjunto una estructura actitudinal subyacente de equilibrio sustancial entre las tres posiciones posibles de asumir en la respuesta a esta pregunta: del orden de un tercio de los estudiantes encuestados consideró que la profesión científica no es atractiva para los jóvenes de su misma edad. Pero una proporción equivalente de alumnos expresó lo contrario. Finalmente, casi el tercio restante declaró que no sabía cómo responder al respecto (**Gráfico 2**).

¿Qué variables socio-demográficas y educativas presentes en el estudio permiten cualificar el contenido de estas respuestas? Dicho en otros términos, ¿qué tipo de asociación existe entre estas actitudes y los hogares de procedencia, las escuelas a las que asisten los jóvenes, las conductas informativas, la valoración de las clases de ciencias, o sus ciudades de origen?

Gráfico 2. Valoración del atractivo de la profesión científica para los pares generacionales



Fuente: Encuesta iberoamericana a estudiantes de nivel medio, Observatorio-OEI (2009).

4.1. Los hogares

En cuanto a los hogares de origen se observa una situación interesante: por una parte, lo que denominamos “clima educativo del hogar”⁸ no parece influir en el contenido de las respuestas ni a favor ni en contra de la valoración de las profesiones científicas. Sin embargo, parece existir una cierta influencia cuando se mira la economía familiar a partir de un indicador proxy llamado “concentración de bienes del hogar”⁹: en este caso se observa que la profesión científica tiende a ser más rechazada más entre los jóvenes procedentes de los hogares económicamente más favorecidos.

4.2. Las escuelas

En cuanto al establecimiento educativo cabe decir que no se constatan diferencias significativas: el patrón de respuestas entre los estudiantes del ámbito público y privado es el mismo. Algo similar, por lo tanto, ocurre haciendo la distinción entre escuelas laicas y religiosas. Sin embargo, en este caso se podría referir una cierta incidencia: mientras que tres de cada diez de los alumnos de las escuelas laicas rechazan el atractivo de la profesión científica, en las escuelas religiosas esta proporción alcanza a cuatro de cada diez.

4.3. El consumo informativo

La estimación del índice ICIC¹⁰, que mide los hábitos informativos sobre ciencia y tecnología a partir de distintos medios y formatos, permite reconocer la existencia de diferentes actitudes entre los estudiantes al momento de

8. El “clima educativo del hogar” se consideró como el promedio simple del máximo nivel educativo alcanzado por cada uno de los padres. En función de ello se clasificaron tres segmentos cuya distribución (“bajo”, “medio”, “alto”) es indicativa del clima educativo del hogar de los estudiantes. Para el cómputo de esta variable las respuestas del tipo “No sé” se trataron como “casos perdidos”.

9. El “índice de concentración de bienes del hogar” se constituyó con la suma simple no ponderado de la posesión (=1) o no (=0) de dieciséis bienes (calefón/termotanque, heladera, televisor, lavavajillas, teléfono de línea, horno microondas, reproductor de DVD, computadora de escritorio, automóvil, aire acondicionado, conexión Internet, computadora portátil, filmadora digital, lavaplatos, TV de plasma, por cable o satelital).

10. El índice ICIC mide el hábito declarado de consumo informativo a partir de las respuestas a trece indicadores de la encuesta (ver Polino, 2011). Para su cómputo primero se estandarizó cada variable a fin de que sus valores oscilaran entre 0 (hábito informativo nulo) y 1 (máximo hábito informativo). Posteriormente se generó una variable a partir del promedio no ponderado de respuestas a estas preguntas, cuyos valores van de 0 a 13, indicando el rango de fluctuación del índice ICIC, luego normalizado entre 0 y 1. A los efectos de una mejor visualización, y de facilitar el tratamiento de los datos, se pueden establecer segmentos que expresan distinto comportamiento informativo.

11. La capacidad discriminante del índice ICIC ya había sido

valorar el atractivo de una profesión científica.¹¹

El **Gráfico 3** hace evidente que la probabilidad de que la ciencia sea valorada como profesión aumenta en la misma medida en que los estudiantes se declaran más informados. Su contrario también es cierto. Mientras que en el estrato “alto” el 40% cree que la ciencia es atractiva, esta proporción desciende al tercio en el rango “medio” y se ubica en el 15% para los más desinformados.

4.4. Las clases de ciencias

De forma análoga al consumo informativo, la encuesta revela que ciertos indicadores que miden actitudes de los alumnos frente a las clases de matemáticas, química, biología o física, tienen incidencia en la valoración del atractivo de la profesión científica.¹² De hecho, las variables de medición de hábitos informativos y aquellas que expresan valoración de las ciencias presentan una asociación estadística positiva.

La profesión científica recibe una mejor valoración entre los estudiantes que a su vez más reconocen el aporte de las materias científicas de la escuela. Se observa, por ejemplo, que la ciencia es atractiva para casi la mitad de los alumnos del grupo “alta” valoración. Esta proporción decrece a la mitad en el estrato intermedio y cae casi otro tanto entre los estudiantes que menos valoran las clases de ciencias (**Gráfico 4**).

4.5. Las ciudades de origen

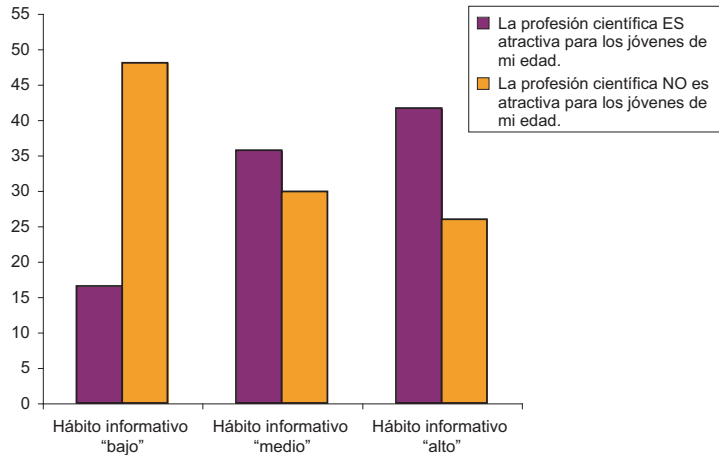
La última variable de base a considerar introduce la comparación entre ciudades. Habíamos visto que en el promedio general los estudiantes se inclinan en igual proporción por la respuesta positiva (la ciencia es

probada en estudios previos (por ejemplo, FECYT-OEI-RICYT, 2009). Para una explicación y justificación metodológica ver Polino, Castelfranchi, 2011).

12. Para este análisis también se construyó un índice llamado de “valoración de las clases de ciencia”. Se trata de un constructo simple elaborado con los mismos criterios seguidos en la confección del índice ICIC. Reúne siete indicadores de actitudes posibles que expresan acuerdo o desacuerdo sobre el aporte de las materias científicas en distintos escenarios: “las asignaturas de ciencias son fáciles para mí”; “las clases de ciencias son interesantes para mí”; “las clases de ciencias aumentaron mi apreciación por la naturaleza”; “las cosas que aprendo en las clases de ciencia me ayudan en mi vida diaria”; “las clases de ciencia me han hecho pensar sobre cómo cuidar mejor mi salud”; “las clases de ciencia me han hecho pensar sobre cómo cuidar mejor el medio ambiente”; y “las clases de ciencias lograron aumentar mi gusto por los estudios”. El índice ofrece tres segmentos de actitudes: “baja”, “media” y “alta” valoración.

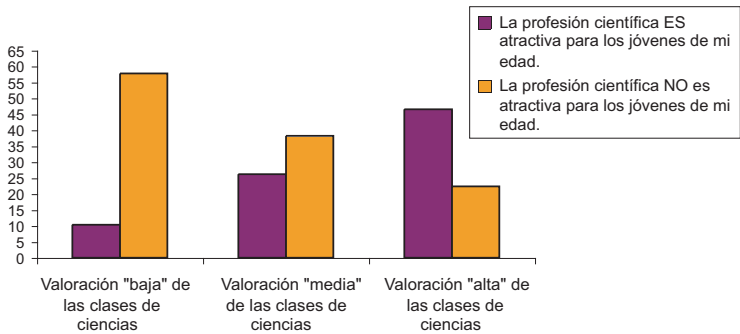
13. Las variables que miden actitudes sobre riesgos y beneficios de la ciencia y la tecnología muestran una percepción

Gráfico 3. Valoración del atractivo de la profesión científica en función del hábito informativo declarado (Índice ICIC)



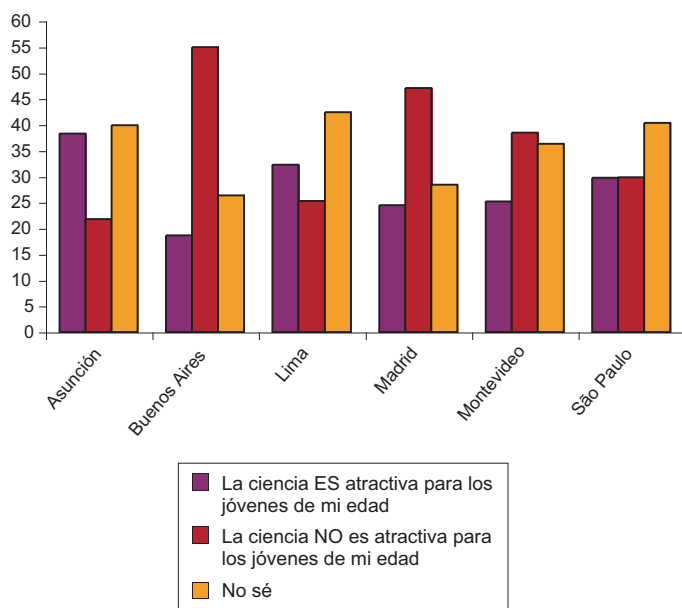
Fuente: Encuesta iberoamericana a estudiantes de nivel medio, Observatorio-OEI (2009).

Gráfico 4. Atractivo de la profesión científica en función de la valoración de las clases de ciencias



Fuente: Encuesta iberoamericana a estudiantes de nivel medio, Observatorio-OEI (2009).

Gráfico 5. Valoración del atractivo de la profesión científica según ciudad de procedencia



Fuente: Encuesta iberoamericana a estudiantes de nivel medio, Observatorio-OEI (2009).

atractiva para sus pares generacionales), la negativa (falta de atractivo) y la ambivalencia o desconocimiento.

La distribución por ciudades muestra, sin embargo, alguna asimetría en las respuestas. Los alumnos de Buenos Aires y Madrid aparecen como los más escépticos. En ambos casos del orden de la mitad suscribe la falta de atractivo, superando por varios puntos la media global. En Asunción se encuentran por otra parte la mayor cantidad de respuestas positivas, seguida de Lima (**Gráfico 5**).

4.6. Las clases de ciencias

La imagen de los científicos y de la actividad científica son sin duda factores a los que también hay que recurrir en la búsqueda de explicaciones para el bajo interés declarado en las carreras científicas y en la ciencia como profesión. Se puede argumentar que una visión negativa del rol de los científicos o una percepción distorsionada respecto a la función social de la ciencia podrían socavar el interés de los adolescentes. Sin embargo, las conclusiones que se pueden extraer de la encuesta difícilmente avalarían una línea argumentativa en aquella dirección. Si bien es cierto que los estudiantes no tienen una actitud ingenua respecto al impacto social de la ciencia y la tecnología,¹³ tampoco es menos adecuado afirmar que en su imaginario los científicos son profesionales prestigiosos cuya actividad se asocia fundamentalmente a fines altruistas y de progreso social. En consonancia con los resultados de otros estudios de percepción social,

los alumnos iberoamericanos destacan sobre los científicos los mismos rasgos positivos que predominan en representaciones habituales: pasión por la investigación, capacidades de pensamiento lógico y racional, mente abierta para el estímulo de nuevas ideas, etcétera.¹⁴

Ahora bien, ¿cuál es la influencia que puede ejercer el contexto escolar en la probabilidad de que una profesión científica pueda ser elegida? Ante todo, no hay que perder de vista que esta pregunta sólo puede responderse en la encuesta a partir del punto de vista particular de los jóvenes como agentes educativos. Una respuesta más comprehensiva necesariamente debería incluir las valoraciones de otros agentes educativos (profesores, autoridades, etc.) así como la consideración de variables estructurales de los sistemas educativos. Para abordar este tema, el cuestionario incluía una pregunta de respuesta múltiple (hasta tres opciones) en la cual se señalaban un conjunto de factores que podrían desalentar la opción por una profesión científica.

La **Tabla 2** ordena de forma descendente el peso de los distintos factores evaluados, tomando como referencia la última columna que representa el promedio ponderado de las ciudades comprendidas en el estudio. Como se puede advertir en una primera lectura de la tabla, la distribución exhibe una distancia apreciable entre los factores propios del ámbito educativo y los relativos a las oportunidades, estabilidad o remuneraciones que podría ofrecer el mercado laboral, por un lado, o con algunas de las características que podrían asociarse a la actividad científica, por otro (estudio indefinido, regularidad de los horarios de trabajo). La preeminencia de los primeros no debería magnificarse, puesto que tratándose de adolescentes en etapa de escolarización existía objetivamente una probabilidad más alta de que enfatizaran aquellos ítems que los interpelan más directamente a partir de la experiencia de vida (que en muchos sentidos es experiencia escolar). Pensar en el mercado de trabajo futuro les exigía de por sí un ejercicio de abstracción más grande.

valoración que tendencialmente podría considerarse como positiva refleja, no obstante, el predominio de otra visión estereotipada. Por este motivo es un resultado al que las políticas educativas y de promoción de las ciencias deberían prestarle atención: considerar a los científicos como seres excepcionales puede desalentar a muchos jóvenes a optar por las carreras científicas." (Polino, Chiappe, Castelfranchi, 2011:113).

15. Es cierto que la búsqueda de otras alternativas de estudio y de actividad laboral es un factor importante (alcanza a la mitad de los encuestados), sin embargo su preeminencia era esperada.

suficientemente rica y compleja entre los estudiantes. Para un análisis detallado ver Daza (2011).

14. Sin embargo, también conviene subrayar que una proporción significativa cree que los científicos tienen una mente superior al promedio. Como señalamos en otra oportunidad, "esta

Tabla 2. Factores que desalientan a los jóvenes para elegir una profesión científica
(% de estudiantes que menciona cada opción)

	Asunción	Bogotá	Buenos Aires	Lima	Madrid	Montevideo	São Paulo	Total
Dificultad de las materias de ciencias	55,1%	46,8%	66,6%	51,4%	72,5%	78,9%	47,3%	60,7%
Preferencia por otras salidas profesionales	60,3%	47,3%	54,6%	40,1%	46,4%	47,2%	70,7%	51,6%
Aburrimiento en las materias de ciencia	46,9%	53,7%	58,3%	58,7%	47,2%	47,5%	42,3%	50,6%
Desinterés por seguir estudiando indefinidamente	26,9%	25,8%	36,1%	26,8%	51,7%	42,6%	30,3%	34,8%
Pocas oportunidades de conseguir trabajo	29,3%	27,7%	17,7%	29,9%	24,7%	21,3%	20,9%	24,6%
Preferencia de trabajo con horarios más regulares	17,9%	14,5%	12,2%	15,9%	6,5%	7,9%	12,1%	12,2%
Orientación de la ciencia hacia objetivos económicos	11,9%	17,4%	8,4%	13,8%	9,3%	6,6%	10,3%	11%
Ausencia de buenos salarios	6,9%	10,8%	9,3%	12,4%	11,1%	5,7%	6,5%	8,9%
Necesidad de irse del país para ser científico	11,1%	9,5%	6,8%	12,3%	4,2%	11,3%	3,7%	8,6%
Falta de estabilidad de los empleos en la ciencia	8,1%	10,4%	4,9%	13,3%	5,2%	5,1%	4%	7,3%
Dificultad de hacerse famoso	6,9%	10	4,8%	7,7%	3,1%	2,6%	6,5%	5,8%

Fuente: Encuesta iberoamericana a estudiantes de nivel medio, Observatorio-OEI (2009).

No obstante lo dicho, la fuerza estadística y la coherencia comparativa hace que no se puedan subestimar las respuestas de los jóvenes en relación a su experiencia escolar: en todas las ciudades la falta de atractivo se relaciona principalmente con la influencia del contexto escolar. Seis de cada diez en promedio señaló que las materias científicas son difíciles de entender, mientras que la mitad también dijo que las materias científicas les parecen aburridas.¹⁵ La discriminación por ciudad muestra que Montevideo y Madrid tienen opiniones más enfáticas que el promedio en el caso de la evaluación de la dificultad (ocho de cada diez aproximadamente así lo manifiestan), y las proporciones disminuyen para Bogotá y São Paulo. En lo que respecta al aburrimiento, el dato es más parejo (quizás con la excepción de Lima que supera por diez puntos el promedio general). Las magnitudes de ambos factores indican, además, que una proporción significativa de los alumnos los señaló de forma combinada.

La propia encuesta releva otros datos que siendo convergentes refuerzan el sentido de estos hallazgos: las dos primeras preguntas del cuestionario solicitaban a los

estudiantes que dijeran qué materias les gustaban más y cuáles menos. Se trató de preguntas abiertas que luego fueron codificadas. De su análisis emerge que las mayores dificultades se experimentan con asignaturas como física o matemáticas y, dependiendo de los años o países, también tienen peso otras asignaturas científicas como química, biología, o variantes de asignaturas de ciencias exactas y naturales. El cuestionario además incluía otra pregunta abierta donde se pedía a cada estudiante que dijera por qué las materias elegidas eran la que más y menos les gustaban. Un análisis preliminar de esta información cualitativa pone de manifiesto que los jóvenes se pronuncian reiteradamente sobre la dificultad y la falta de adecuación de los contenidos a sus expectativas.

Otra mirada sobre las clases de ciencias de la escuela refiere a la utilización de nuevos recursos pedagógicos (apoyados en nuevas preguntas y tecnologías docentes), señalados reiteradamente por los especialistas como fundamentales para una mejor pedagogía de las ciencias (Gellon et al, 2005). Los alumnos iberoamericanos encuestados reconocen ampliamente la importancia de que sus profesores utilicen distintos recursos pedagógicos en clase. Sin embargo, cuando se contrasta dicha valoración con las actividades que los alumnos efectivamente reconocen que se ponen en práctica, la

distancia es considerable:

- Cuatro de cada diez manifestó que nunca o casi nunca se utilizan laboratorios o se hacen experimentos.
- Seis de cada diez dijo que nunca o casi nunca se utiliza una biblioteca.
- La mitad dijo que nunca o casi nunca se utilizan computadoras o miran películas.
- Seis de cada diez dijo que nunca o casi nunca se preparan trabajos para ferias u olimpiadas científicas.
- Siete de cada diez señaló que nunca o casi nunca realizan viajes de estudios, visitas a laboratorios o instituciones científicas.

Sólo algunos de estos indicadores se mantienen estables cuando se considera la ciudad de origen de las respuestas. Por ejemplo, no hay diferencias significativas respecto al uso de las bibliotecas: con la excepción de Asunción donde los alumnos reconocen una utilización mayor. Tampoco existe una diferencia muy acentuada en la utilización de computadoras: quizás sólo en Madrid y Montevideo, donde la utilización sería más frecuente que en São Paulo o Buenos Aires. Pero, por el contrario, la mayoría de estas variables está afectada por el origen geográfico. A título indicativo, y sin pretensión de exhaustividad, se pueden señalar algunas de estas diferencias: los jóvenes de São Paulo, por ejemplo, declaran una frecuencia de uso bastante menor que el resto respecto a laboratorios, experimentos y salidas de estudio, que aparecen como algo más frecuentes en Lima o Madrid. Lo mismo puede decirse sobre la preparación de actividades para ferias y olimpiadas de ciencias. En este indicador también Montevideo tiene un flojo desempeño. Sin embargo, los alumnos de Montevideo están más habituados que el resto a la realización de experimentos.

CONCLUSIÓN

Como toda encuesta descriptiva y, en muchos sentidos de carácter exploratorio, no pueden extraerse conclusiones taxativas. En virtud del universo encuestado, tampoco se pueden expandir los resultados obtenidos a los ámbitos nacionales respectivos de cada país. Dicha cautela no inhibe, sin embargo, la afirmación de que los indicios que emergen de la consulta tienen un peso suficiente como para señalar que la perspectiva adolescente marca debilidades relativas al ámbito de enseñanza.

Como se observó, la mayoría de los alumnos no tiene interés directo en el estudio de las ciencias exactas y naturales, aunque las ingenierías tengan una mejor aceptación. Tampoco la profesión científica resulta especialmente atractiva, aunque es importante recuperar la idea de que el conjunto de alumnos que sí valora la profesión científica es un grupo suficientemente homogéneo y con actitudes definidas. Por otra parte, el escaso atractivo de la profesión de científico es independiente de la imagen y de la valoración de los motivos de los investigadores para hacer su trabajo, puesto que los adolescentes encuestados asocian a los científicos con profesionales prestigiosos con una función social importante. Entre las causas que podrían estar incidiendo en las actitudes de rechazo, los alumnos destacan factores vinculados con la pedagogía y la educación en ciencias (antes que temas de acceso y estabilidad en el mercado laboral futuro). Esto incluye cuestiones relativas a dificultades para el aprendizaje, inadecuación de los contenidos respecto a las expectativas adolescentes, y escasa utilización de recursos pedagógicos. De todos modos, la encuesta también deja claro que la escuela cumple una importante función catalizadora: una mejor apreciación del aporte de las materias científicas para la vida, así como hábitos informativos más dinámicos, tienen incidencia en la conformación de actitudes más favorables respecto a la valoración del atractivo de las profesiones científicas. Estos hallazgos requieren, sin embargo, mayores profundizaciones mediante nuevas asociaciones y estudios. Pero uno de los puntos de partida necesarios es el reconocimiento de que la promoción de las carreras científicas requiere una convergencia más amplia entre las políticas de ciencia y educación.

BIBLIOGRAFÍA

- Bush, V. {1945} (1999), "Ciencia, la frontera sin fin", *Redes N°14*, volumen 7, Buenos Aires, UNQ.
- Daza, S. (2011), "Imagen de la ciencia y la tecnología entre los estudiantes iberoamericanos", en C. Polino (comp.), *Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos*, Buenos Aires, Observatorio CTS, OEI. ISBN 978-987-26134-6-4. Disponible en: www.observatoriocts.org
- Demelenne, D. (2011), "Los jóvenes y sus estudios futuros", en C. Polino (comp.), *Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos*, Buenos Aires, Observatorio CTS, OEI. ISBN 978-987-26134-6-4. Disponible en: www.observatoriocts.org
- European Commission (2004), *Europe needs more scientists!*, Brussels: European Commission, Directorate-General for Research, High Level Group on Human Resources for Science and Technology in Europe.
- FECYT-OEI-RICYT (2009), *Cultura científica en Iberoamérica. Encuesta en grandes núcleos urbanos*, Madrid, FECYT.
- Gellon, G., Rosenvasser-Feher, E., Furman, M., Golombek, D. (2005), *La ciencia en el aula*. Buenos Aires, Paidós.
- NSB (2008), *Science and Engineering Indicators 2008*, Arlington, VA: National Science Board, National Science Foundation.
- OECD (2006), *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies*, Policy Report.
- OEI (2010), 2021. *Metas Educativas. La educación que queremos para la generación de los bicentenarios*, Madrid, OEI-CEPAL-Secretaría General Iberoamericana.
- Polino, C. {comp.} (2011), *Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos*, Buenos Aires, Observatorio CTS, OEI. ISBN 978-987-26134-6-4. Disponible en: www.observatoriocts.org
- Polino, C., Castelfranchi, Y. (2011), "Informedness about and attitudes to science and technology in Iberoamerica", M. Bauer, R. Shukla, N. Allum (editors) *The Culture of Science - How does the Public relate to Science across the Globe?* London/New York, Routledge.
- Polino, C., Chiappe, D. (2011b), "Introducción: los jóvenes, las carreras científicas y los dilemas de la educación media", en C. Polino (comp.), *Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos*, Buenos Aires, Observatorio CTS, OEI. ISBN 978-987-26134-6-4. Disponible en: www.observatoriocts.org
- Polino, C., Chiappe, D. (2011b), "Metodología", en C. Polino (comp.), *Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos*, Buenos Aires, Observatorio CTS, OEI. ISBN 978-987-26134-6-4. Disponible en: www.observatoriocts.org
- Tenti Fanfani, E. (2005): *La condición docente. Análisis comparado de la Argentina, Brasil, Perú y Paraguay*, Buenos Aires, Siglo XXI.
- Vázquez, A. (2011), "Los estudiantes y las materias científicas", en C. Polino (comp.), *Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos*, Buenos Aires, Observatorio CTS, OEI. ISBN 978-987-26134-6-4. Disponible en: www.observatoriocts.org