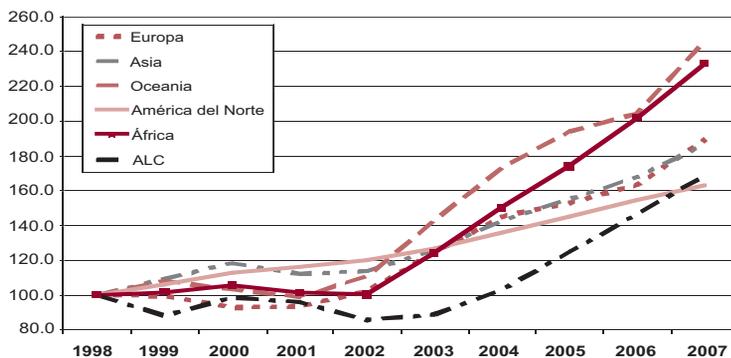


Gráfico 1. Evolución del PBI en dólares corrientes



Base 1998 = 100

BONANZA ANTES DE LA CRISIS

Los años previos a la actual crisis de la economía internacional fueron de bonanza, lo cual permitió a los países de América Latina y el Caribe (ALC) obtener mejoras en los términos del intercambio. Como señala la CEPAL¹, en ese período, la región se benefició ampliamente del crecimiento de la demanda mundial de sus productos, en un momento en el que la industrialización de Europa occidental y la reducción de los costos del transporte local e internacional también indujeron significativas mejoras de los términos del intercambio.

Las mejoras de los precios de exportación de los productos primarios no favorecieron, sin embargo, a todos los países por igual. Los efectos positivos señalados en el informe de CEPAL fueron muy marcados en América del Sur, debido a su alta especialización en la exportación de recursos naturales, pero las exportaciones de México y algunos países de Centroamérica, concentradas en bienes manufacturados, debieron enfrentar la competencia de China y otros países asiáticos, particularmente en el mercado de Estados Unidos.

Que se trató de un fenómeno mundial con repercusiones en esta región surge del hecho de que en su conjunto los países de ALC crecieron menos que los de otras regiones del mundo en desarrollo; sin embargo, a fines de 2008 habían logrado completar un ciclo expansivo de seis años de duración, después de las turbulencias de comienzos de la década (**Gráfico 1**). El crecimiento entre puntas, del decenio 1998-2007 superó el

1. CEPAL (2008), "La transformación productiva 20 años después. Viejos problemas, nuevas oportunidades", Santiago de Chile.

60%, con un crecimiento medio anual del producto por habitante de algo más del 3%. Agregando datos preliminares de 2008, se completaría uno de los períodos de mayor y más prolongada expansión desde 1980 y el segundo desde 1950 con tasas de crecimiento similares. Las consecuencias posteriores a la crisis de 2008 están aún por verse en su real dimensión.

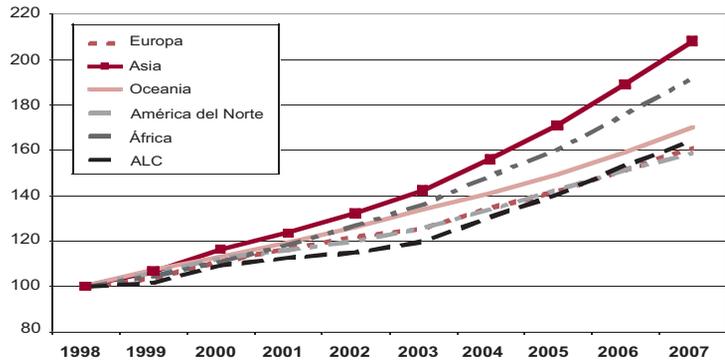
Medido en paridad de poder de compra (PPC), el comportamiento general de la economía en todas las regiones acusó menos perturbaciones, de tal modo que el crecimiento del PBI acompañó tendencias más generales (**Gráfico 2**). En términos porcentuales los países de ALC avanzaron menos que los países de Asia y África, aunque tuvieron un desempeño similar al de los países más desarrollados.

La bonanza, sin embargo, no es de por sí un camino que necesariamente conduzca hacia una transformación del modelo productivo que permita a los países de la región modificar en forma beneficiosa su inserción en la economía global. De hecho, la crisis actual ha mostrado a los países de ALC menos vulnerables que en situaciones similares anteriores. No obstante, como advierte CEPAL, el buen manejo macroeconómico es un ingrediente fundamental de cualquier política económica sana, pero debe complementarse con políticas activas de promoción y diversificación de exportaciones, de fomento y difusión tecnológica, de estímulo a la innovación y a la formación de recursos humanos calificados en sectores clave. La inversión en I+D, la consolidación de una base científica y tecnológica dotada con especialistas de alta calificación, el fortalecimiento de las universidades como actores destacados del sistema y el estímulo a la conducta innovadora de las empresas forman parte del menú de la transformación. De ello trata este informe.

LA INVERSIÓN EN I+D

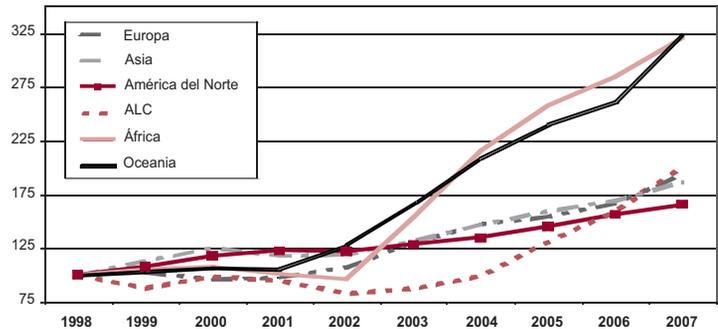
En el mencionado escenario de cierta bonanza económica, la inversión en I+D de los países de ALC aumentó en los últimos años a un ritmo algo mayor que el de los países industrializados, aunque no tanto como el de otras regiones del mundo en desarrollo. En términos relativos, las que experimentaron una más alta tasa de crecimiento en el decenio 1998 - 2007 fueron África y Oceanía. Con todo, la inversión media de ALC en I+D, que había sido en 1998

Gráfico 2. Evolución del PBI en PPC



Base 1998 = 100

Gráfico 3. Evolución de la inversión en I+D por regiones



Dólares corrientes. Base 1998 = 100

Gráfico 4. Inversión mundial en I+D en dólares corrientes (1998)

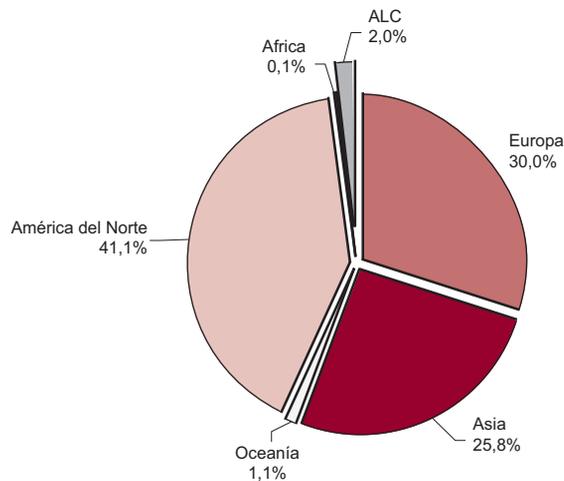


Gráfico 5. Inversión mundial en I+D en dólares corrientes (2007)

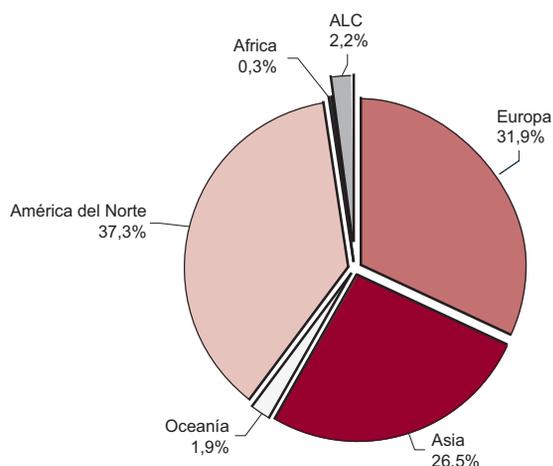


Gráfico 6. Inversión mundial en I+D en PPC (1998)

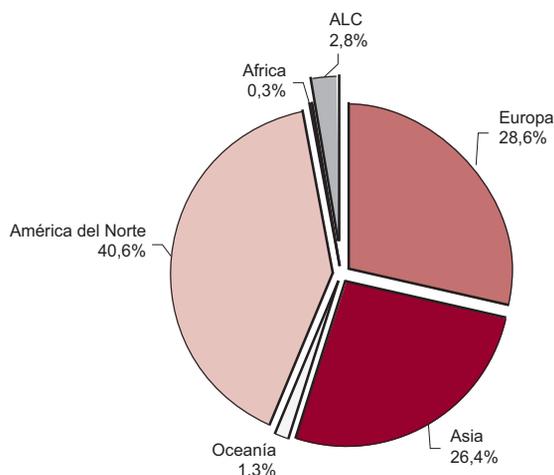
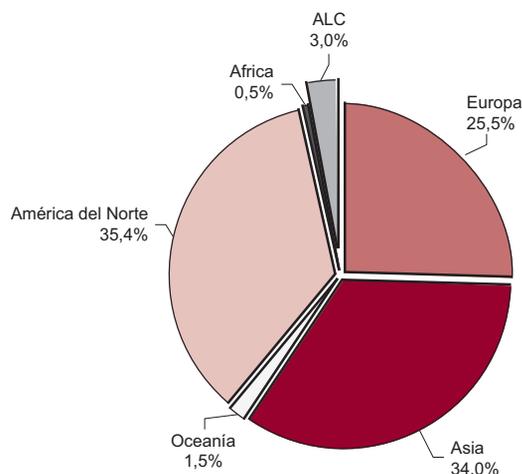


Gráfico 7. Inversión mundial en I+D en PPC (2007)



equivalente al 0,57% del PBI regional, había aumentado diez años después (2007) al 0,68%.

Este aumento se tradujo en un incremento de la participación relativa de los países de ALC en el conjunto de la inversión mundial en I+D. En 1998 estos países invertían una suma equivalente al 2% del total mundial y en 2007 su participación había aumentado al 2,2%. Para ilustrar el hecho de que estamos en terrenos relativos, la participación africana pasó de 0,1% en 1998 a 0,3% en 2007, lo que en valores absolutos implicar triplicar sus recursos, más allá de que sean bajos (**Gráficos 4 y 5**).

El primero muestra una clara hegemonía del conjunto de "América del Norte" que reúne a Estados Unidos, Canadá y México, superando claramente el cuarenta por ciento de la inversión global, en tanto que el segundo -una década después- pone de manifiesto una recuperación relativa del resto de las regiones, lo que resulta más claro en el caso de Europa, que recorta en varios puntos la diferencia.

La misma medición, hecha sobre la base de la paridad de poder de compra (PPC) muestra un fenómeno algo diferente, ya que tanto los conjuntos de América del Norte y Europa pierden puntos relativos frente al grupo asiático, que alcanza un valor muy similar al de quienes llevan la delantera (**Gráficos 6 y 7**). En cuanto a los de menor participación, los conjuntos de África y ALC se ven "beneficiados" con respecto a la medición en dólares corrientes de 1998, pero este efecto desaparece en la medición de 2007, lo que habla a las claras de la fluctuación del poder de compra de la divisa americana, más que de una diferencia en el esfuerzo de inversión en I+D.

Ahora bien, es necesario matizar la idea de que los países de ALC aumentaron fuertemente su inversión en I+D, como si ello hubiera sido un fenómeno generalizado. Esto es cierto fundamentalmente para Brasil, que es el único país de la región cuya inversión en I+D superó la barrera del 1% del PIB, pasando de una inversión bruta de 6.540 millones de US\$ en 1998 a 14.650 millones de US\$ en 2007. Para otros países no es tan cierto. Argentina en lo que va de la década simplemente recuperó los niveles que tenía antes de la crisis de 2001 y la devaluación de 2002. Chile también aumentó su inversión en forma acentuada, pero otros países, como México, muestran una tendencia moderada.

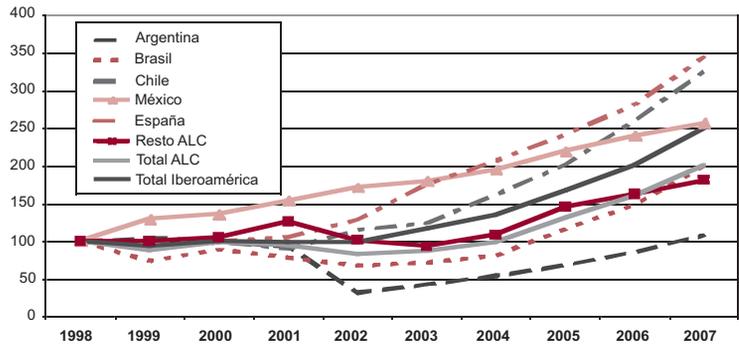
No estamos, por lo tanto, ante un aumento de la inversión en I+D que represente un salto cualitativo generalizado, excepción hecha del caso de Brasil (**Gráfico 8**).

La crisis económica internacional hasta ahora no parece haber tenido una repercusión dramática sobre la inversión en ciencia y tecnología de los países de ALC, aunque señales recientes acerca de los presupuestos públicos para 2010 muestran cierta declinación de la inversión en I+D como resultado de políticas de reducción del gasto público. En el ámbito Iberoamericano, ha despertado gran polémica en España el anuncio de que el presupuesto destinado a I+D será el que habrá de sufrir el mayor ajuste durante 2010, hecho que conmociona a la comunidad científica, pero también ha despertado voces autocríticas acerca de la necesidad de demostrar en la práctica de qué modo la I+D es indispensable para el desarrollo de la economía.

En materia de inversión en I+D en ALC la hegemonía de Brasil, como se ha señalado, es absoluta y se consolida en el tiempo. En 1998 casi el sesenta y cuatro por ciento de la inversión en I+D fue realizada por Brasil (**Gráfico 9**). En 2007 la preponderancia de este país se expresaba en valores porcentuales muy similares (**Gráfico 10**). En el resto de la distribución, en cambio, hubo considerables variaciones. Así por ejemplo, en 1998 le correspondía a México la segunda posición, con casi un catorce por ciento del total, pero en 2007 este porcentaje había ascendido a un valor próximo al dieciocho por ciento. Chile también experimentaba en el período un gran avance porcentual. La clave hay que buscarla en la devaluación argentina de 2002, lo que se tradujo en este ámbito en que este país pasara de una participación relativa de casi el once por ciento en 1998 a menos del seis por ciento en 2007.

Visto este proceso en PPC, sus rasgos aparecen algo amenguados. En 1998 Brasil representaba un poco menos del sesenta por ciento, México casi alcanzaba una quinta parte del total y Argentina aportaba el ocho por ciento (**Gráfico 11**). Diez años después (o el año más próximo disponible), todos mantenían aproximadamente sus valores, a excepción de Chile que crecía restando dos puntos porcentuales al conglomerado de los "otros" países (**Gráfico 12**). En sistemas cuyas erogaciones se ejecutan mayoritariamente en el interior de los países (en muchos casos, casi todo en salarios) el efecto homogeneizador de la medición en PPC parece evidente.

Gráfico 8. Evolución de la inversión en I+D en Iberoamérica



Dólares corrientes. Base: 1998 = 100

Gráfico 9: Inversión en I+D por país en dólares corrientes (1998)

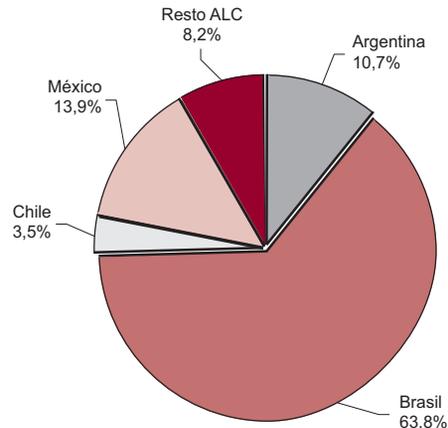
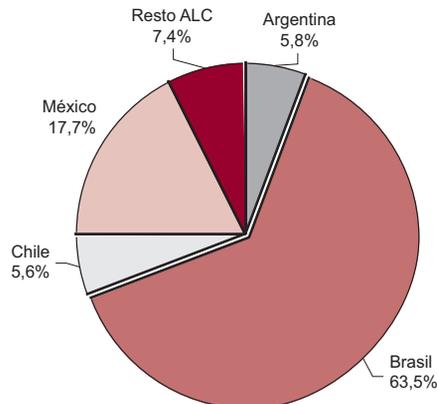


Gráfico 10. Inversión en I+D por país en dólares corrientes (2007)*



*O último dato disponible

Gráfico 11. Inversión en I+D por país en PPC (1998)

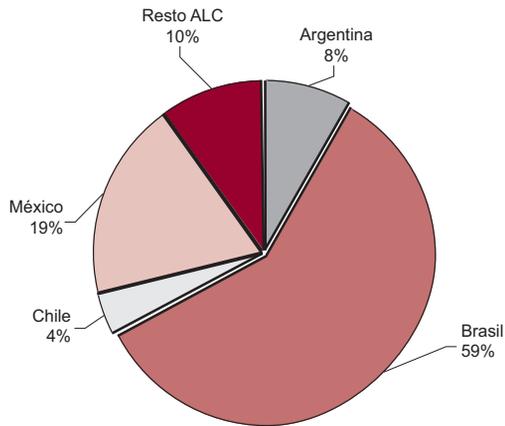


Gráfico 12. Inversión en I+D por país en PPC (2007)

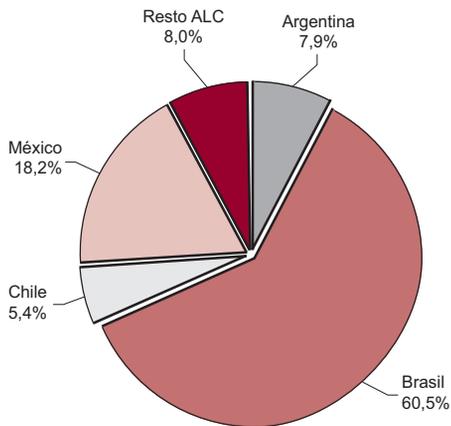
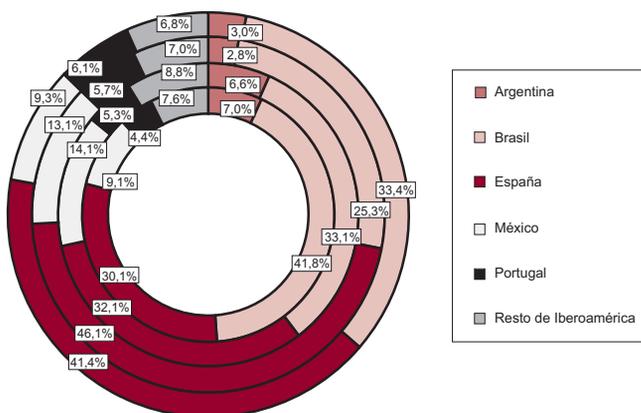


Gráfico 13. Inversión en I+ D de Iberoamérica en dólares corrientes



Ampliando la mirada hasta el conglomerado de Iberoamérica, Brasil cede la hegemonía a España (**Gráfico 13**). Este país, que en 1998 representaba menos de la tercera parte de la inversión total, alcanzó un valor de más del cuarenta por ciento en 2007, en tanto Brasil recorría el camino inverso: de un 41% a un 33%. El efecto "Unión Europea" puede explicar gran parte del óptimo desempeño español.

Cuando se analiza la evolución seguida por la inversión en I+D del conjunto de los países de Iberoamérica, medida en PPC, en términos porcentuales con respecto al año 1998, se advierte que dos países han seguido una trayectoria muy similar y destacan respecto al resto: se trata de España y Chile, cuyo aumento entre puntas supera el ciento cincuenta por ciento (**Gráfico 14**), aunque es preciso señalar que los datos de este último país desde 2004 están basados en proyecciones estadísticas dado que no se han dado a conocer datos oficiales más recientes. Brasil, un poco por detrás, duplica en el período su nivel de inversión de 1998. Argentina, en cambio, sufre una caída en 2001 y 2002 (muy acentuada en este último año por la devaluación), pero luego retoma la senda de crecimiento. Las curvas promedio de Iberoamérica y de ALC reflejan, por una parte, el tirón español, así como el de Chile y Brasil y, por la otra, la crisis que atravesó Argentina.

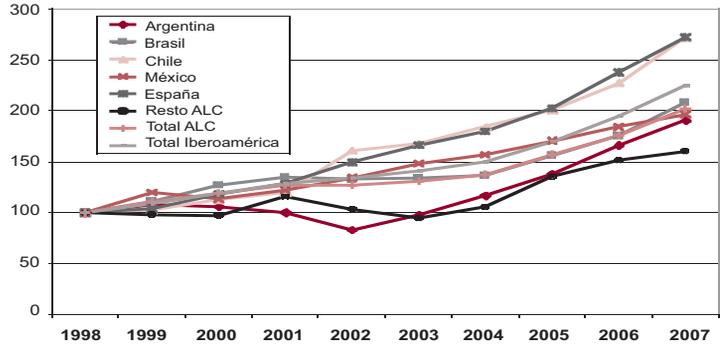
El período consignado en este informe fue de gran crecimiento de la inversión en I+D en todo el mundo, de la mano de las consignas movilizadoras en pos de una sociedad del conocimiento y una economía basada en el conocimiento. En 1998 Japón dedicaba a la I+D un monto equivalente al 3% de su producto bruto, seguido por los Estados Unidos con 2,59% y Europa con 1,78% (**Gráfico 15**). Diez años después, Japón había aumentado su inversión en casi un medio punto adicional de su PBI, pero era superado por Israel, cuya inversión equivalía a casi un cinco por ciento de su PBI.

En tal escenario, España y Brasil efectuaban en 1998 un esfuerzo semejante, con una inversión en I+D algo inferior al uno por ciento, pero en 2007 superaban ambos esa meta, con mayor holgura por la parte española. La media latinoamericana y caribeña, que era de 0,58% en 1998 había aumentado al 0,68 en 2007. En otras regiones del mundo, China más que duplicaba su inversión en el período considerado.

I+D Y DESARROLLO HUMANO

El mapa de las capacidades científicas y tecnológicas tiene una distribución aproximadamente semejante al mapa de la riqueza. En ciencia y tecnología, la distribución de los conocimientos sigue una pauta según la cual los países más atrasados son al mismo tiempo los que disponen de menores capacidades en ciencia y tecnología. Si bien hay muchos factores que entran en juego, entre los que se cuentan algunos de tan decisiva importancia como la relevancia social de la I+D y el amplio tejido institucional que facilita o -por el contrario- obstaculiza la transferencia de los resultados de la I+D hacia las diferentes prácticas innovadoras (en el sentido más amplio que se pueda dar a este término) el Índice de Desarrollo Humano (IDH) elaborado por el PNUD constituye una pista dotada de cierta elocuencia. Si se comparan sus valores con los de la inversión que los países realizan en I+D, la distribución de éstos sobre un plano de dos variables configura, en función de sus valores medios, algunos conjuntos acerca de los cuales es posible predicar ciertos rasgos comunes y adelantar algunas hipótesis, tomando con mucha precaución ese establecimiento de causalidades (**Gráfico 17**). Corresponde anticipar que el gráfico representa apenas el momento de una fotografía y que en la realidad los países describen trayectorias, por lo cual la imagen a representar debería ser dinámica, con el propósito de desentrañar su lógica y las probabilidades de su evolución.

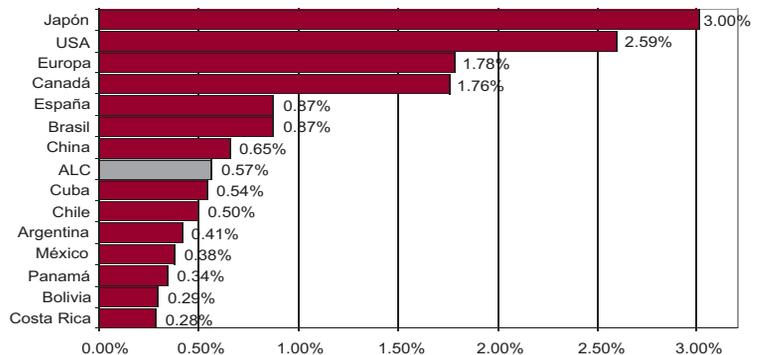
Gráfico 14. Evolución de la inversión en I+D en Iberoamérica en PPC



Base 1998 =100

16

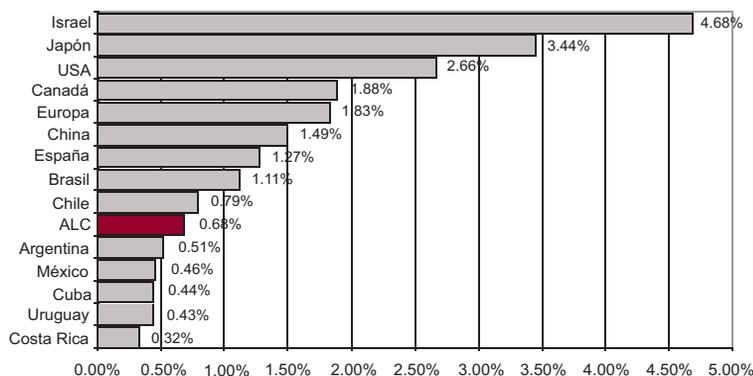
Gráfico 15. Inversión en I+D con relación al PBI (1998)



a) Equilibrio positivo: corresponde al conjunto de países que obtienen un mejor indicador de desarrollo humano y realizan una mayor inversión en I+D como porcentaje del PBI. Se trata de un conjunto en equilibrio debido a que su condición de países de economía avanzada genera comportamientos innovadores que se traducen en una demanda sostenida de conocimientos. Este casillero está ocupado por países desarrollados pertenecientes a la OCDE, destacándose Japón, Estados Unidos, Corea, Alemania, Francia y Australia (en el límite). Ningún país de Iberoamérica forma parte de este conjunto; ni siquiera España, cuyo índice de desarrollo humano es alto, pero su inversión en I+D está por debajo de los valores de los países líderes, lo que podría ser tomado como un indicador de que su economía es menos innovadora. Ello hace que España forme parte del conjunto siguiente.

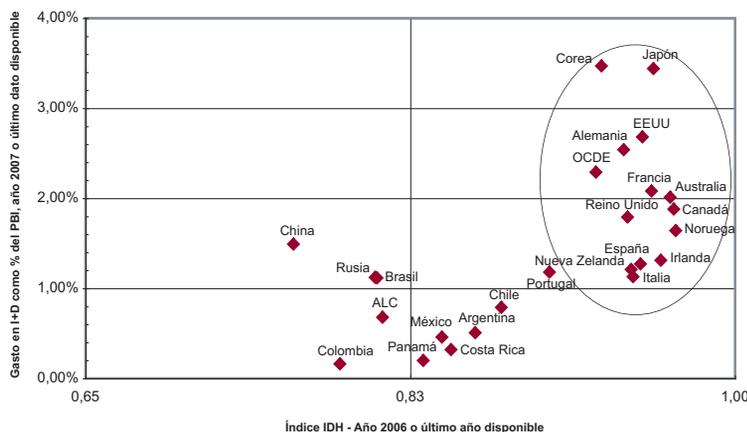
b) Equilibrio inestable: Corresponde a un conjunto de países con alto valor en el IDH,

Gráfico 16. Inversión en I+D con relación al PBI (2007)*



* O último año disponible.

Gráfico 17. Relación entre IDH e inversión en I+D como % del PBI



2007 o último dato disponible

pero que realizan un bajo esfuerzo en I+D: varios países europeos, entre ellos el Reino Unido, España, Italia, Noruega, Irlanda y Portugal ocupan este cuadrante. También Nueva Zelanda habita este espacio. Del grupo de ALC, tanto Chile como Argentina, Costa Rica, México y Panamá acceden a él, aunque todos ellos en un segmento más rezagado. Para el grupo de países más avanzados en IDH de este conjunto, la baja inversión relativa en I+D puede ser leída como un indicador de cierta inestabilidad básica del modelo, en la medida que expresaría una menor propensión hacia la innovación. Los países que integran este conjunto más avanzado podrían ver comprometida en alguna medida el éxito de sus economías, como consecuencia de entornos menos competitivos. En cuanto al conjunto más rezagado, la lectura podría expresar las dudas por parte de actores involucrados en procesos de toma de decisión acerca de la capacidad de la I+D desarrollada localmente para dar impulso al desarrollo económico y social. Algunos países, no obstante, podrían ensayar estrategias más apoyadas en la calidad y abundancia de profesionales altamente capacitados para adaptar tecnología generada en el exterior, más que en el desarrollo de actividades de I+D local.

c) Equilibrio desfavorable: ambas variables tienen los más bajos valores relativos. China, Rusia, Brasil y Colombia, así como el promedio de ALC, ocupan este casillero.

Ningún país ocupa el cuadrante de bajo valor en el IDH con alto esfuerzo en I+D, lo que en la práctica se trataría casi de una contradicción en los términos, ya que es difícilmente pensable que un país con bajo IDH pueda realizar un alto esfuerzo en I+D.

UNA APROXIMACIÓN A LA INNOVACIÓN

El análisis del impacto económico y social de la I+D constituye un instrumento esencial para el diseño de políticas de ciencia y tecnología. La cuestión, sin embargo, no está exenta de dificultades de distinto tipo, que atañen a la esencia misma del fenómeno y a aquellos aspectos operativos que permitan configurar un instrumento de medición aceptable. En el marco de diversos talleres realizados por la RICYT se analizaron varios de los problemas que deben ser superados, tanto en el plano teórico, como en el práctico. Se ha tomado especialmente en cuenta que

desde la perspectiva de la teoría de la innovación se han desarrollado abordajes metodológicos que confieren determinado sentido a los impactos de la ciencia y la tecnología sobre los procesos económicos. De estos desarrollos han surgido aportes que permiten cuantificar la contribución del conocimiento a la dinámica de la actividad productiva y a la transferencia de conocimientos que ella implica. Tal es el caso del Manual de Oslo, elaborado por la OCDE, que establece pautas para la medición de las actividades de innovación, y del Manual de Bogotá, desarrollado por la RICYT, que determina parámetros para la cuantificación de tales actividades en los países de ALC. De un modo análogo, se exploró la factibilidad de utilizar este tipo de aproximación al análisis de los efectos e implicancias para la sociedad.

Perspectivas cercanas a los estudios de innovación han hecho uso de la figura de las redes para dar cuenta de procesos de creación de entramados complejos de actores e instituciones como requisito fundamental para fomentar la producción, la circulación y el uso del conocimiento. De acuerdo con esta mirada, la creciente velocidad e intensidad de los procesos de innovación se basa no sólo en la I+D llevada adelante en los marcos formales y tradicionales para estas actividades, sino también, y cada vez más, en los vínculos e interacciones surgidas entre actores no necesariamente especializados. Esta aproximación enfoca el papel de las universidades, los gobiernos y las empresas para la conformación de espacios de conocimiento a través de interacciones en marcos específicos. El Manual de Lisboa da cuenta de instrumentos adecuados para la medición de estos procesos sociales cuando las TIC son el vehículo de las interacciones. La revisión del Manual de Bogotá, recientemente puesta en marcha, así como el análisis comparativo de las encuestas de innovación realizadas durante los últimos años en el ámbito de ALC (del que se da cuenta en este mismo volumen) constituyen otras aproximaciones sistemáticas puestas en práctica desde la RICYT.

Los indicadores comparativos de I+D, basados sobre el Manual de Frascati no son los más adecuados para dar cuenta de estos procesos, ya que han sido concebidos desde la perspectiva de la oferta de conocimientos y no desde su demanda. De allí la necesidad de las otras aproximaciones metodológicas antes mencionadas. Sin embargo, algunas indicaciones surgen del análisis de la inversión que realiza el sector privado en I+D, el empleo de personal con formación

Gráfico 18. Participación de las empresas en el financiamiento de la I+D

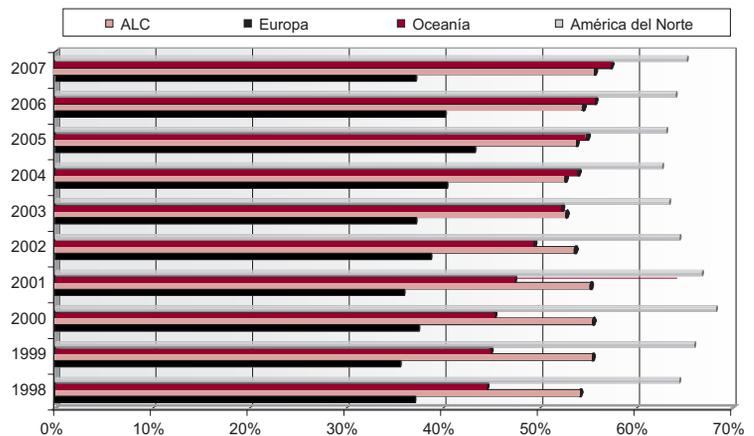
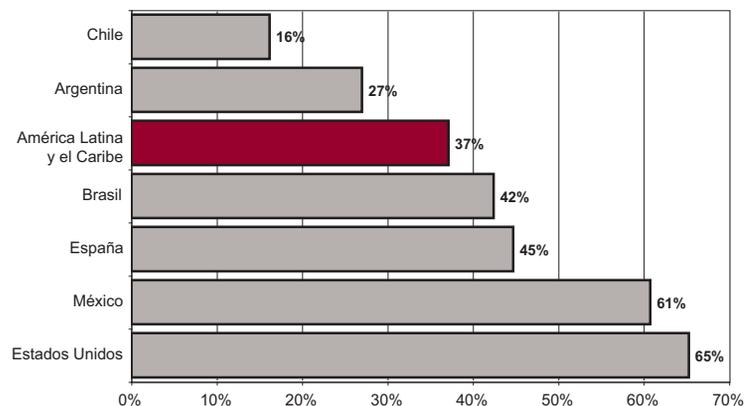
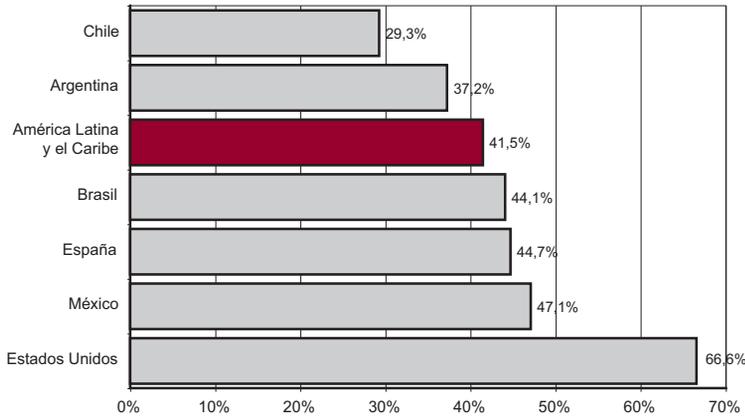


Gráfico 19. Financiamiento de I+D por empresas (1998)



científica y los resultados expresados en patentes. Estos datos muestran, en el caso de ALC, un dinamismo limitado por parte de las empresas (**Gráfico 18**), si bien entre las mediciones de 1998 y las de 2007 se perciben importantes avances (**Gráficos 19 y 20**).

Gráfico 20. Financiamiento de I+D por empresas (2007)*

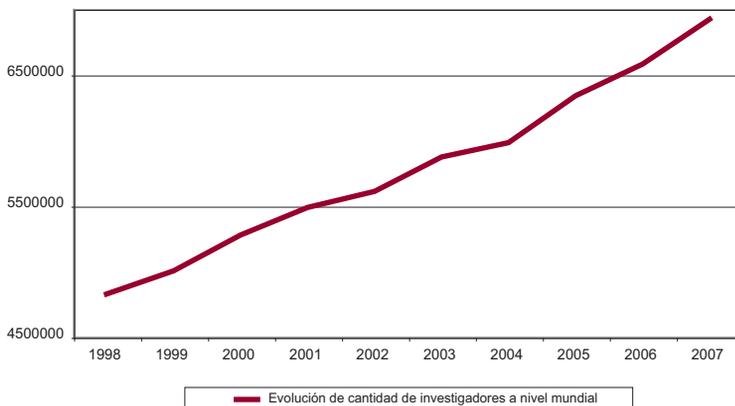


* O último año disponible.

En 1998, la media de la inversión de las empresas de ALC en I+D fue del 37,1% del total. Este valor ascendió al 41,5% del total de los fondos invertidos en I+D por los países de la región en 2007. Este valor refleja fundamentalmente la situación de Brasil, cuyas empresas aportaron el 44,1% de la inversión total del país, pero muestra también el avance que habría realizado Chile, que habría pasado de un 16,2% en 1998 a un valor casi el doble en 2007 (29,3%). Argentina declara también haber avanzado desde un valor del 27% en 1998 hasta un 37,2% en 2007.

Todos estos valores son objetados, no obstante, por algunos analistas que los consideran sobreestimados. La utilización de las encuestas de innovación como fuente para determinar la inversión privada en I+D podría explicar algunas sobreestimaciones derivadas de una eventual confusión entre las nociones de I+D e innovación. Es probable que este tipo de confusión metodológica explique, por ejemplo el hecho de que Chile haya dejado de publicar este dato a partir de 2004 (los datos más recientes son proyecciones estadísticas), cortando así la serie más larga de América Latina. Sería oportuno, por lo tanto afrontar esta revisión en los foros técnicos que anualmente convoca la RICYT. La modificación del comportamiento empresarial no depende del voluntarismo político, ya que expresa los rasgos del perfil productivo de cada país. En los Estados Unidos y otros países industrializados la mayor proporción de la inversión en I+D corresponde al desarrollo experimental porque se trata de la inversión que hacen las empresas. Se sabe que la etapa del desarrollo experimental es dos veces más cara que la de investigación (básica o aplicada) porque se trata de poner a prueba los resultados de la investigación en una escala industrial, lo que implica construir y hacer funcionar plantas piloto y realizar otras inversiones considerables. Así, la baja inversión en Desarrollo, es la otra cara de la baja inversión privada. Cuando el sector privado aumente su inversión, la "D" aumentará sin dudas su peso relativo en el conjunto de la "I+D".

Gráfico 21: Investigadores y tecnólogos EJC en el mundo



INVESTIGADORES Y TECNÓLOGOS

En el período considerado en este informe se registró a nivel mundial un notable incremento del número de investigadores y tecnólogos dedicados a la I+D en equivalencia a jornada completa (EJC). Como muestra el **Gráfico 21**, de un total de poco más de cuatro millones ochocientos mil investigadores y tecnólogos EJC en 1998 se evolucionó hasta casi siete millones en 2007, lo que representa un incremento entre puntas de más del cuarenta por ciento.

Las regiones que aumentaron con más fuerza fueron aquellas que a su vez son las más retrasadas en la consolidación sus capacidades en ciencia y tecnología, lo que explica en cierta medida el fenómeno estadístico, pero da cuenta también de la realización de un esfuerzo sostenido en el tiempo. ALC fue la región del mundo que aumentó en mayor medida el número de sus investigadores y tecnólogos EJC, duplicando en 2007, con casi doscientos cincuenta mil investigadores y tecnólogos EJC, los valores de 1998. África casi logró el mismo desempeño, pasando de sesenta y dos mil en 1998 a ciento veintidós mil investigadores y tecnólogos EJC en 2007 (**Gráficos 22 y 23**). El liderazgo en este rubro les corresponde a los países asiáticos con un valor que en 2007 los aproximaba a la mitad de los investigadores y tecnólogos disponibles en el mundo. El peso de China en este conjunto es evidente.

Entre los países iberoamericanos de mayor tamaño, México fue el que aumentó en una medida más importante el número de sus investigadores y tecnólogos dedicados a I+D a lo largo del período 1998-2007. Brasil le siguió, con un crecimiento menor pero una trayectoria más constante. Argentina fue el de menor crecimiento, aunque durante los últimos años de la serie su trayectoria fue comparable con la del resto (**Gráfico 24**).

El número total de investigadores y tecnólogos que se dedican a I+D en empresas de ALC habría evolucionado en el período considerado desde un valor inferior al quince por ciento del total en 1998 hasta más de un treinta y cinco por ciento en 2007 (**Gráfico 25**). Este valor, sin embargo, es también objetado por muchos analistas que no encuentran justificada la suposición de que más de una tercera parte de los recursos humanos de mayor calificación para la I+D se desempeñen en las empresas de estos países.

Del mismo modo que en el caso de la inversión en I+D realizada por el sector

Gráfico 22. Investigadores EJC por bloque geográfico (1998)

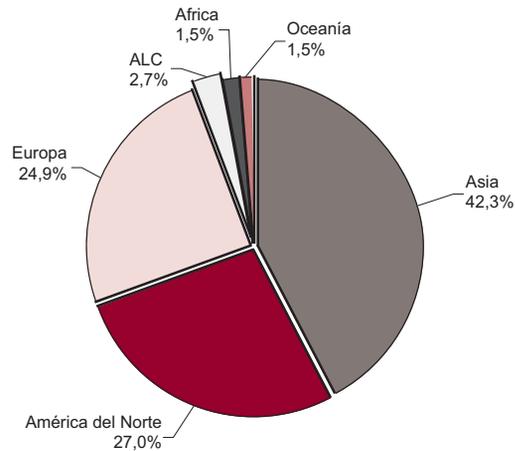
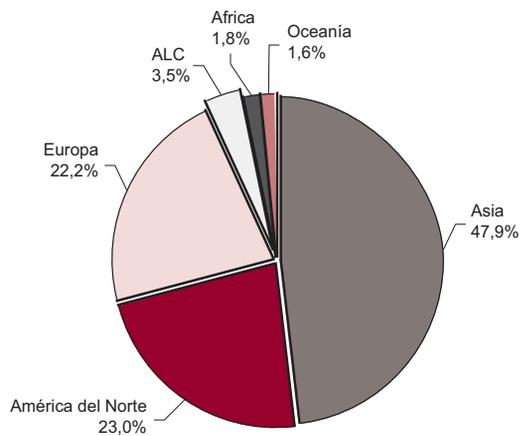
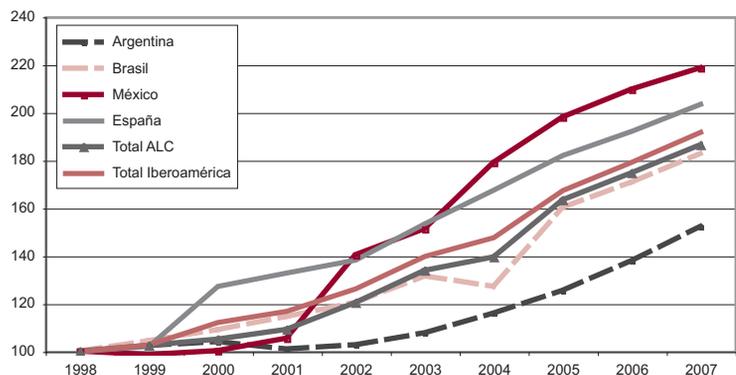


Gráfico 23. Investigadores EJC por bloque geográfico (2007)*



*O último dato disponible.

Gráfico 24. Evolución de investigadores y tecnólogos EJC en Iberoamérica



Base 1998 = 100

Gráfico 25. Investigadores y tecnólogos (EJC) en empresas

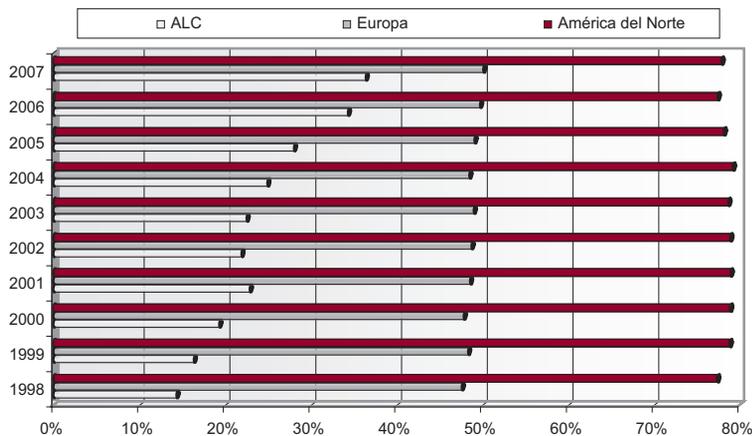
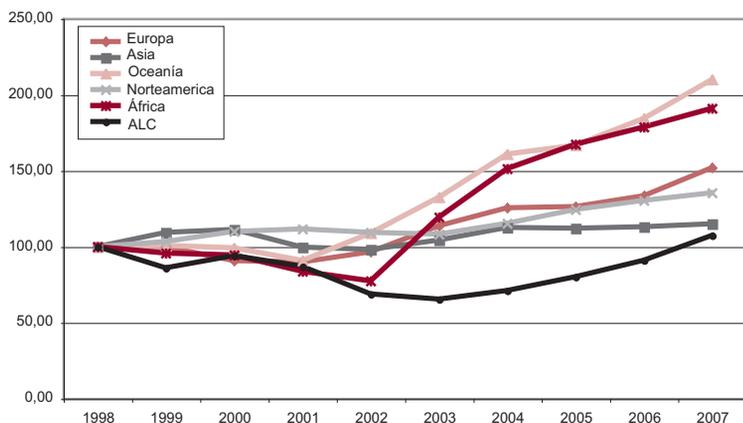
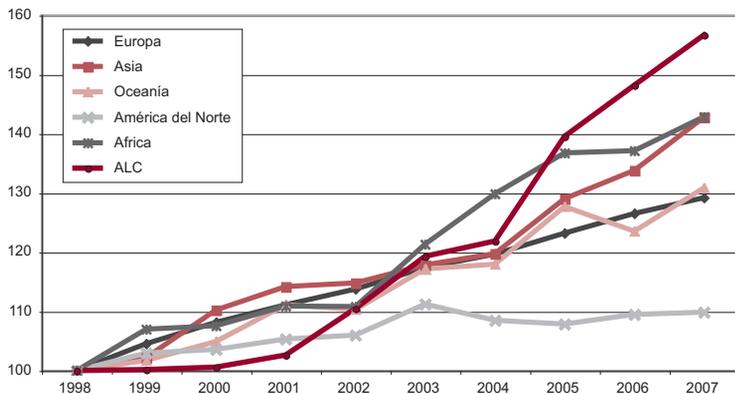


Gráfico 26. Evolución del Gasto en I+D por Investigador EJC



Base 1998 = 100

Gráfico 27. Evolución de los Investigadores EJC en relación a la PEA



Base 1998 = 100

privado, algunas confusiones en la práctica de la recolección de datos pueden estar en la base del problema, ya que la utilización de las encuestas de innovación como fuente (basadas en los manuales de Oslo y Bogotá) puede inducir en los informantes cierta elasticidad a la hora de identificar personal dedicado a I+D. Trátase de este problema o de otro similar, es apropiado que la RICYT incluya este tópico en su agenda de discusión con los ONCYT.

Desde el punto de vista de las grandes regiones del planeta, el conglomerado que abarca Estados Unidos, Canadá y México (con un predominio casi total del primero de ellos) es el que invierte una mayor cantidad de dinero por investigador EJC, con una suma que en 2007 se aproximó a los doscientos cincuenta mil dólares per cápita. Le siguió Europa, con doscientos veinte mil dólares. El conjunto asiático mostró un valor muy inferior, que no alcanza los ochenta y cinco mil dólares, lo que es atribuible en gran medida al gran número de investigadores de que disponen, como se mostraba en el Gráfico 23. Los países de ALC muestran valores similares a los de Asia, aunque entre 2001 y 2006 registraron una caída considerable (Gráfico 26).

El gran crecimiento del número de investigadores y tecnólogos dedicados a I+D en los países de ALC, fenómeno al que se hacía antes referencia se refleja también en el indicador que correlaciona este estamento profesional con la Población económicamente activa (PEA). El Gráfico 27 muestra para la región un crecimiento cercano al sesenta por ciento en el período de este informe, alcanzando en 2007 un valor de un investigador por cada mil personas de la PEA.

DESEMPEÑO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR

La consolidación de la base científica y tecnológica de un país, entendida como la dotación de investigadores, tecnólogos y profesionales altamente calificados para desempeñarse en los procesos de creación, aplicación y transferencia de conocimientos, demanda la existencia de un sistema universitario dotado de excelencia en el nivel de posgrado y un conjunto de condiciones que prevengan la emigración en gran escala de los recursos humanos más capacitados. En lo relativo al primer factor, en la mayor parte de los países latinoamericanos se viene señalando en los informes anuales de la RICYT que es muy baja la cantidad de doctores que se forman por año. En parte,

esto se debe a una tradición universitaria que ha privilegiado la excelencia de la formación de grado, con una extensión curricular muy superior a la de los países anglosajones

Formación de graduados

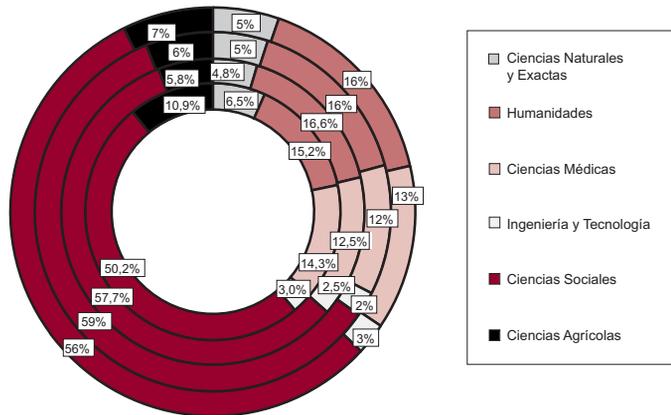
Durante el decenio 1998 - 2007 el número de graduados universitarios se duplicó en los países de ALC, pasando de un total algo superior a los ochocientos mil graduados en todas las disciplinas, en 1998, hasta más un millón seiscientos mil en 2007. Liderando esta tendencia general, el número de graduados en ciencias sociales aumentó espectacularmente, dando un salto de más de cuatrocientos mil en 1998 a más de novecientos mil en 2007. La evolución de los graduados en ingeniería y tecnología acompañó esta tendencia, con una graduación que alcanzó un valor próximo a los doscientos setenta mil graduados en 2007, duplicando así con creces los ciento veinticuatro mil graduados de diez años antes.

La fuerte orientación del sistema universitario en los países de ALC hacia la formación de grado de profesionales en ciencias sociales configura una tendencia que va en aumento, lo que se traduce en que su participación en el conjunto, pasó del 50,2% en 1998 al 56% en 2007 (**Gráfico 28**). En ingeniería y tecnología, en cambio, la graduación se mantuvo con oscilaciones en un marginal 3% del total. También las ciencias exactas y naturales disminuyeron del 6,5% en 1998 al 5% en 2007. Lo que es probablemente más grave, en términos del perfil productivo de la región, es que la formación de graduados en ciencias agrícolas disminuyó su peso relativo de un 10,9% en 1998 a un 7% en 2007. Las ciencias médicas no fueron ajenas a ese proceso, viendo caer su participación de un 14,3% a un 13%. El desplazamiento hacia las carreras de ciencias sociales es notorio y requiere que se realicen indagaciones a nivel de los elementos formativos e informativos de los jóvenes en la etapa de la educación secundaria, así como también a nivel de los docentes de ciencias.

Egresados de maestrías

Más acentuado aún fue el aumento que se produjo en el nivel de egresados de maestrías, cuyo número total fue superior a noventa y tres mil en 2007. En este caso, nuevamente el contingente más numeroso es el de los egresados correspondientes al área de las ciencias sociales, con un contingente

Gráfico 28. Graduados en carreras de grado de ALC



22

Gráfico 29. Graduados en maestrías de ALC

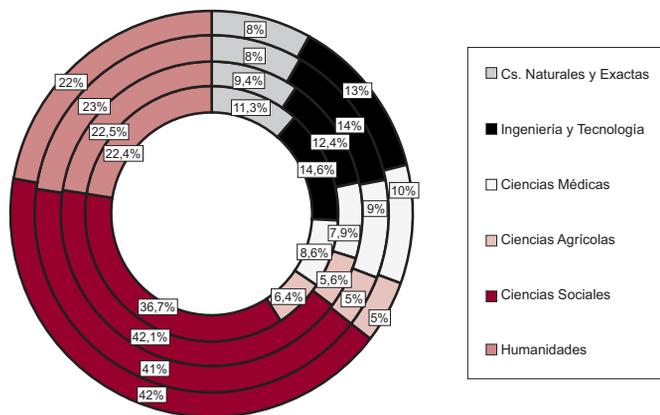


Gráfico 30. Graduados en doctorados de ALC

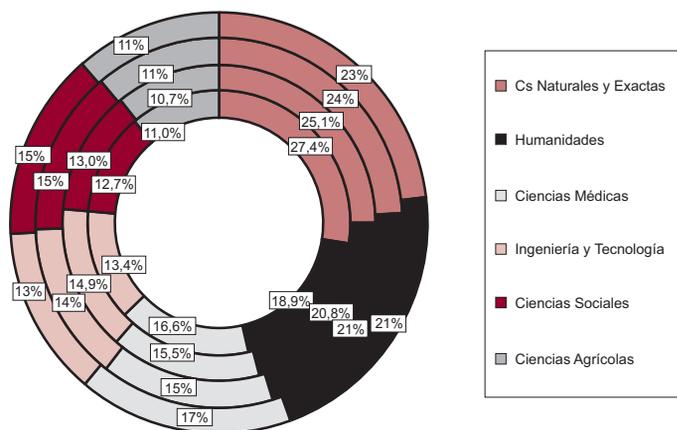
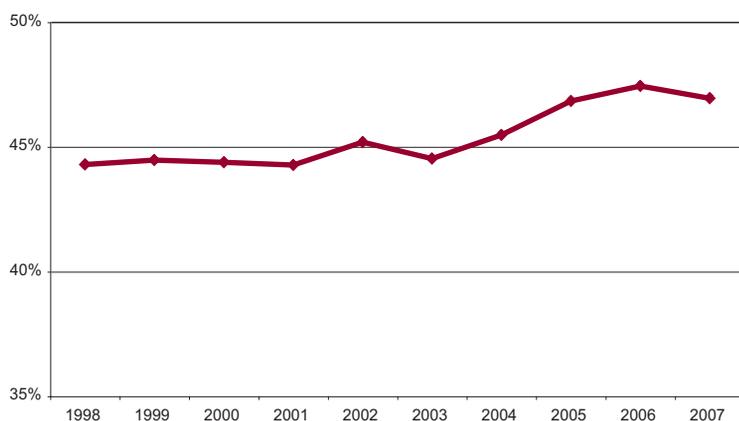


Gráfico 31. Porcentaje de investigadoras mujeres en ALC



de casi cuarenta mil egresados en 2007. El segundo grupo en orden decreciente es el de las humanidades, con más de veinte mil egresados. Los egresados de ingeniería y tecnología ocuparon el tercer lugar, con doce mil egresados. El conjunto de los egresados de maestrías en ciencias sociales, que representaban el 36,7% del total en 1998, había aumentado su participación al 42% en 2007. Al mismo tiempo, el peso relativo de los graduados en ciencias exactas y naturales descendía de un 11,3% en 1998 a tan sólo un 8% en 2007 (Gráfico 29). El número de egresados de maestría en ingeniería y tecnología se redujo proporcionalmente de un 14,6% en 1998 a un 13% del total en 2007, en tanto que los de ciencias agrícolas disminuyeron del 6,4% al 5% entre los años considerados.

Doctores

En el conjunto de ALC se graduaron, en 1998, poco más de cinco mil doctores. En 2007 la cifra superó los catorce mil, lo que representó un importante crecimiento, pero un valor absoluto todavía muy bajo para todos los países, a excepción de Brasil. En cuanto a la orientación, el contingente más numeroso correspondió a los de ciencias exactas y naturales, lo que refleja una tendencia propia de la cultura de estas disciplinas (Gráfico 30), más proclives al doctorado que otros campos disciplinarios. No obstante, tal predominio ha ido menguando con el tiempo, ya que en 2007 la participación de las ciencias exactas y naturales en el total de los doctorados de ALC se había reducido del veintisiete al veintitrés por ciento del total. El número de doctores en ciencias médicas oscilaba pero se mantenía en torno al diecisiete por ciento del total de doctores. Las humanidades, por su parte, aumentaban de casi un diecinueve por ciento en 1998 al veintiuno por ciento en 2007. También el conjunto de doctores en ingeniería y tecnología osciló en torno al trece por ciento del total. Las ciencias sociales aumentaban también considerablemente hasta un 15% del total en 2007 y las ciencias agrícolas mantenían su participación en términos casi constantes.

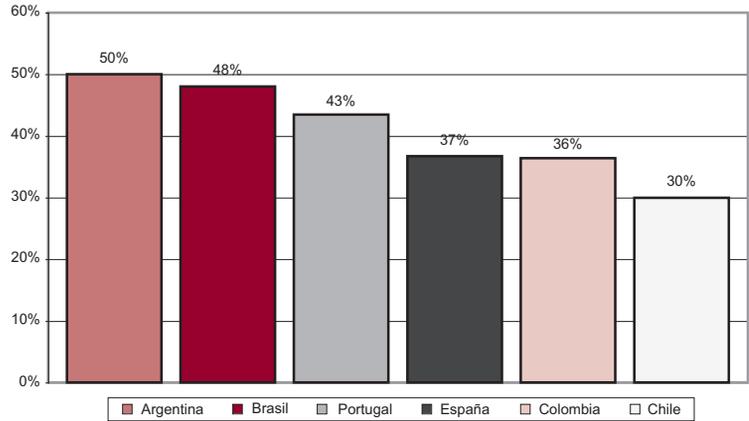
GÉNERO, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

De acuerdo con la información disponible, los países de ALC se aproximan a la igualdad de género en ciencia y tecnología, lo que constituye un dato muy relevante en el escenario internacional. De acuerdo con estos datos, en 2007 en el conjunto de ALC el 48% de sus investigadores eran mujeres, lo

que representa un valor muy superior al promedio mundial. La tendencia, por otra parte, es progresiva (**Gráfico 31**). En efecto, según señala el Instituto de estadísticas de UNESCO (UIS)² en 121 países que disponen de datos, las mujeres representan menos de un tercio de quienes investigan (29%). En muy pocos países se habría alcanzado la paridad de género y sólo en un puñado de ellos la cantidad de mujeres investigadoras supera a la de los hombres.

Si bien no todos los países de ALC informan este dato, de los disponibles surge claramente que en Argentina la igualdad había sido ya alcanzada en 2007 (**Gráfico 32**). En Brasil (48%) y Cuba (48,5%) los valores eran semejantes, contrastando con el 36,7% de España. Un valor similar al de este país es el de Colombia, que registraba en 2007 un 36,4%. Portugal registraba un valor intermedio, con un 43,4% de mujeres, mientras que en Chile sólo un 30 por ciento de quienes investigaban en 2007 eran mujeres.

Gráfico 32. Investigadoras en países seleccionados (2007)*

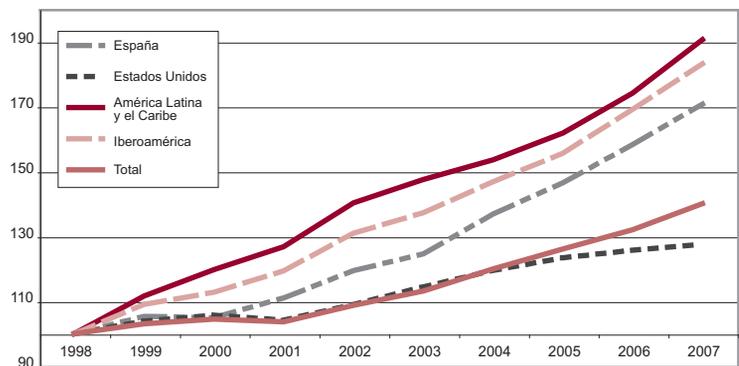


*O último dato disponible.

RESULTADOS DE LA I+D

El número de patentes y la presencia de artículos científicos registrados en bases de datos bibliográficas internacionales son las variables utilizadas para medir los resultados de la I+D. Estos valores no permiten dar cuenta de la utilidad social de la producción científica y tecnológica de un país, pero sí permiten inferir algunos datos acerca del valor la I+D como insumo para la innovación, de la calidad de las investigaciones en muchas disciplinas y de la simetría o asimetría entre la producción de conocimiento científico y su apropiación por el sector productivo. En los últimos años los países de ALC han incrementado vigorosamente su presencia en las bases de datos bibliográficas que dan cuenta de la “corriente principal de la ciencia”, liderados en este proceso por Brasil, pero han sido capaces de traducir en menor medida su esfuerzo en patentes, lo que puede ser tomado como un indicador de una todavía baja contribución del sector científico y tecnológico a las actividades productivas y al sostén del proceso innovador.

Gráfico 33. Publicaciones en SCI



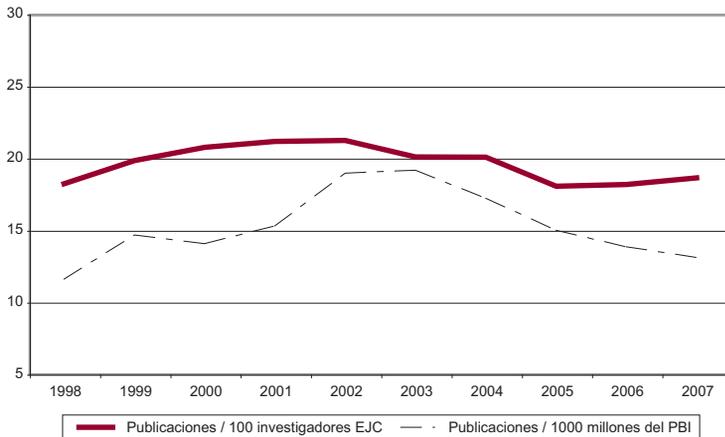
Base 1998 = 100

2. UNESCO Institute for Statistics (2009), A global perspective on research and development; UIS Fact sheet N° 2, Montreal.

Publicaciones

La producción científica de los países de ALC, medida a través del indicador de publicaciones en el Science Citation Index (SCI), registró un aumento del 90% entre 1998 y 2007, con lo que se logró, como en años anteriores, el mejor desempeño entre todas las regiones del mundo (**Gráfico 33**).

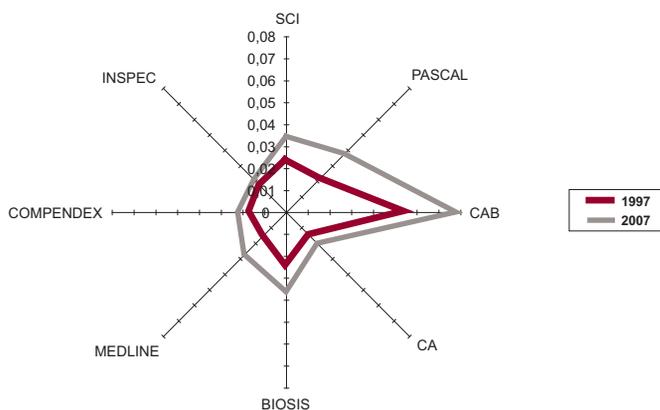
Gráfico 34. Publicaciones de ALC en SCI por investigador y PBI



Que se trata de un fenómeno estrictamente latinoamericano lo marca el hecho de que la inclusión de España y Portugal para determinar el conjunto de Iberoamérica se traduce en una disminución relativa en la pendiente de crecimiento, que se salda con un 83% de aumento en 2007 con relación a la cifra de 1998. Esto se corrobora por el hecho de que el crecimiento de España en términos proporcionales al comienzo de la serie fue inferior al del conjunto latinoamericano. Estados Unidos obtuvo el menor aumento en el número de sus publicaciones, lo cual es congruente con el hecho de que sus publicaciones constituyen el mayor volumen, por lo que los incrementos resultan marginales. Por otra parte, la productividad de los investigadores de ALC en materia de publicaciones en el SCI registró un descenso a partir de 2002, ya que la tasa de aumento del total de publicaciones no alcanzó a compensar el aumento, mayor aún, en la cantidad total de investigadores y tecnólogos en la región (**Gráfico 34**). Un fenómeno semejante ocurrió con la productividad medida en términos de publicaciones con respecto al PBI.

25

Gráfico 35. Participación de ALC en distintas bases de datos



La presencia latinoamericana en las principales bases de datos internacionales mantuvo en términos generales el mismo perfil de años anteriores (**Gráfico 35**). En las dos bases de datos genéricas el conjunto de ALC mostró un fuerte incremento. En efecto, en el SCI la región pasó de un 2,3% en 1997 a un 3,4% en 2007, mientras que en la base PASCAL el aumento fue algo mayor (del 2,2% al 3,8%). La presencia preponderante de la región se da en la base CAB, orientada a las ciencias agropecuarias, donde ALC alcanza un valor de 7,8%.

Patentes

El número de patentes es uno de los indicadores más corrientemente utilizados para medir los resultados de los sistemas de I+D, pese a que se pueden formular muchas objeciones con respecto a su significación en ALC. En efecto, el indicador es poco relevante en la región debido a una serie de factores que desestimulan la propensión a

patentar. Por una parte, en la medida que la investigación en ALC se lleva a cabo fundamentalmente en ámbitos académicos y mantiene débiles vínculos con la industria, los investigadores universitarios no reciben incentivos para afrontar los trámites necesarios para la gestión de las patentes. Por otra parte, los marcos legales y los procedimientos administrativos, desalientan en ciertos países el patentamiento, aún por parte de las empresas. Pese a estas observaciones que tienden a enfatizar la necesidad de cautela en la interpretación, estos indicadores conservan algún potencial que permite avanzar en la comprensión a grandes rasgos del panorama tecnológico regional.

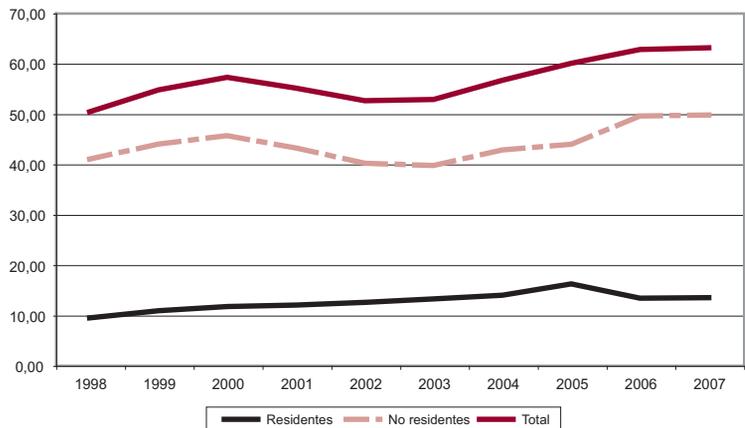
Así, por ejemplo, muestran que la evolución seguida por el número de patentes solicitadas a lo largo del período analizado en este informe alcanza un crecimiento relativamente modesto de poco más de un veinticinco por ciento entre puntas, pasando de algo más de cincuenta mil en 1998 a sesenta y tres mil en 2007 (**Gráfico 36**). De este conjunto, aquellas que fueron solicitadas por residentes en ALC aumentaron en diez años más de un cuarenta por ciento, pasando de poco más de nueve mil en 1998 a algo más de trece mil en 2007. En cuanto a las patentes solicitadas por no residentes, su número evolucionó de un poco menos de cuarenta y un mil en 1998 a casi cincuenta mil en 2007.

26

ALGUNAS CONSIDERACIONES

En relación con los propósitos enunciados inicialmente, en orden a lograr una transformación de la estructura productiva de los países de ALC, el análisis de los indicadores muestra algunos aspectos que merecen atención. Por una parte, si bien se ha registrado un aumento de los recursos en ciencia y tecnología (financieros y de capital humano) esto no ha configurado un salto cualitativo y por lo tanto es difícil reclamar de ellos eficacia transformadora. Por otra parte, la tendencia al aumento de recursos es un fenómeno relativamente reciente que debe ser sostenido en el tiempo, tarea para la que se prevén algunas dificultades. Esto se debe a que la mayor contribución al aumento de los recursos ha provenido del sector público y se requiere un mayor dinamismo del sector privado. En muchos países el aumento de la inversión es atribuible a la concesión de préstamos específicos por parte del BID y del Banco Mundial. Estos organismos financieros enfocan sus operaciones de préstamo desde la perspectiva de consolidar los sistemas nacionales de innovación, los que -

Gráfico 36. Solicitudes de patentes en ALC



En miles de patentes.

paradójicamente- no existen o son muy rudimentarios en la mayoría de los países. Así, ante la debilidad de la demanda empresarial, el resultado más visible de la mayor cantidad de recursos disponibles es un mejoramiento de la calidad académica, lo que no constituía el objetivo primordial de las nuevas políticas.

En resumen, es innegable que la calidad de la I+D desarrollada en los centros latinoamericanos ha mejorado ostensiblemente en los últimos años. Se puede decir que el rendimiento de los científicos latinoamericanos ha sido, en cierto modo, superior al énfasis puesto en la ciencia y la tecnología por las políticas públicas. Pero a la vista de los indicadores que aquí se presentan, el principal escollo para el desarrollo científico y tecnológico de los países de ALC radica en lograr en mayor medida la movilización del sector privado. Si bien es necesario que los gobiernos inviertan más, la deuda principal se encuentra en el sector privado y para estimular a las empresas a innovar e invertir en I+D es preciso crear condiciones económicas adecuadas. Se trata, por lo tanto, más de un problema de política productiva que de ciencia y tecnología. Visto desde el sector científico, el problema se presenta como una insuficiencia de vínculos con las empresas. Esta carencia de vínculos tiene que ver en parte con las orientaciones propias de las instituciones y las comunidades científicas, pero fundamentalmente da cuenta de la debilidad de la demanda de conocimientos por parte de las empresas.