

2.1. LAS UNIVERSIDADES LIDERAN LA I+D EN AMÉRICA LATINA

MARIO ALBORNOZ,¹ RODOLFO BARRERE² Y JUAN SOKIL³

1. LAS UNIVERSIDADES LATINOAMERICANAS Y LA INVESTIGACIÓN

Las universidades latinoamericanas son actores de gran protagonismo en los sistemas nacionales de ciencia y tecnología de los países a los que pertenecen. Este rasgo ha caracterizado el devenir de la investigación y desarrollo (I+D) en la región durante muchos años, pese a que las políticas públicas de ciencia y tecnología tuvieron con frecuencia, en varios países y en determinados momentos, un sesgo anti universitario. La vitalidad de la investigación universitaria se acentuó en tiempos más recientes. Se trata de un proceso que merece ser observado por su originalidad debido, tanto a sus aspectos virtuosos que se expresan en un ostensible aumento de la calidad de la producción científica universitaria, como a sus aspectos prácticos no suficientemente resueltos; uno de ellos, muy significativo, es el de la escasa contribución efectiva de la investigación de los centros universitarios al fortalecimiento de la innovación en el tejido productivo.

Más allá de la denunciada transferencia de modelos institucionales desde los países centrales a la periferia, señalada por algunos autores como la connotación determinante de un diagnóstico de época, la realidad muestra que el conjunto de las universidades latinoamericanas se ha dotado de rasgos propios que, si bien no son siempre homogéneos, dan cuenta de su peculiar trayectoria. Es verdad que tal originalidad no

puede ser considerada exclusivamente como un dato positivo, ya que en un escenario más globalizado que en años anteriores, como el actual, la homologación de la educación universitaria latinoamericana con el resto del mundo presenta problemas y desajustes que deben ser resueltos. Pero es evidente que en términos generales las universidades han logrado formular modos de respuesta a demandas sociales que son propios de los países de esta región. Si esto se puede predicar de las universidades en su conjunto, también puede ser afirmado de la investigación universitaria, cuyo vigor ha aumentado en forma sostenida.

Hoy las universidades de América Latina pueden ofrecer hechos y cifras más que interesantes en lo que se refiere a su consolidación como centros de investigación básica y aplicada, aunque en menor medida de desarrollo tecnológico. El incremento que, como se verá, es llamativo ocurre en un período en el que los países asignaron más recursos a las actividades científicas y tecnológicas, al tiempo que implementaron también políticas de estímulo a la innovación. Otros indicadores más locales, como la vinculación de la investigación universitaria con el entorno socioeconómico son todavía incipientes, aunque muestran indicios de mejora. Bien es cierto que en este aspecto se cuenta con menos volúmenes de información comparable. Por otra parte, una de las características de América Latina es la baja tasa de innovación de las empresas y su escaso involucramiento en actividades de I+D. Mientras

31

1. Coordinador del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS-OEI)

2. Coordinador de la RICYT

3. Miembro del equipo técnico de la RICYT

que en los países industrializados el aporte de las empresas a la inversión en I+D suele estar por encima de 60%, el promedio latinoamericano es del 33%. Sin lugar a dudas, esto genera una demanda muy escasa de las empresas hacia las universidades.

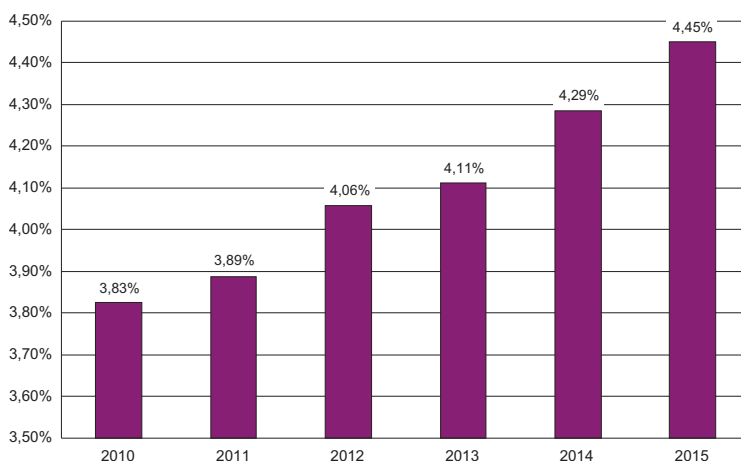
Un contexto regional favorable

Entre 2010 y 2015, la actividad científica y tecnológica en América Latina mostró un crecimiento importante en la inversión en I+D realizada por los países de la región y en el número de personas involucradas en actividades científicas y tecnológicas, como así también en los resultados de la investigación publicados en artículos relevados por aquellas bases de datos que recogen la llamada “corriente principal de la ciencia”. En este periodo la inversión en I+D de la región se incrementó un 27%, hasta alcanzar una gran masa de recursos, cercana a los cuarenta mil millones de dólares en 2015. No obstante, en relación al producto bruto regional el aumento fue muy leve y más bien se mantuvo estable: 0,68% en 2010 y 0,70% en 2015. En una primera aproximación, se puede concluir que el crecimiento de los recursos destinados a ciencia y tecnología acompañó el período de bonanza económica de los países latinoamericanos.

El fenómeno observado, sin embargo, no limita a la disponibilidad de mayores recursos, sino que hubo un aumento de calidad y también de inserción de la investigación local en redes internacionales. Lo primero se comprueba a través del aumento de las publicaciones en revistas científicas internacionales. Lo segundo, a través de redes que pueden ser reconstruidas a partir de las copublicaciones. En efecto, las publicaciones científicas de investigadores de la región crecieron de manera significativa. Analizando la base de datos SCOPUS,⁴ que indexa alrededor de 28 mil revistas internacionales seleccionadas con criterios de calidad y de cobertura temática de la corriente principal de la ciencia, los artículos de instituciones latinoamericanas crecieron un 37% en ese lapso. Ese crecimiento no se

registra sólo en términos de volumen total de las publicaciones, sino que la participación de la región en el total de la producción científica indexada en SCOPUS también se vio incrementada. El **Gráfico 1** muestra como la participación latinoamericana pasó del 3,83% en 2010 al 4,45% en 2015.

Gráfico 1. Participación de América Latina sobre total de publicaciones en SCOPUS



En cambio, el desarrollo de conocimiento tecnológico que, de acuerdo con normas internacionales como el Manual de Frascati forma parte de las actividades de I+D, ha tenido en los países de América Latina una intensidad menor que la investigación básica y aplicada. Su protección, a través de las patentes de invención da cuenta de ello. Si se toman en cuenta las patentes solicitadas mediante el Convenio PCT de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), la región casi no verifica cambios en un periodo de expansión de la ciencia y la tecnología como el analizado en este estudio. En 2010 se publicaron 1.200 patentes bajo la titularidad de latinoamericanos y en 2015 algo menos: 1.163.

La contribución de las universidades

En la expansión de la producción científica latinoamericana las universidades han tenido un papel preponderante. Si bien esas instituciones son importantes en la investigación y desarrollo en todo el mundo, en América Latina se destacan como actores centrales. En términos relativos, su peso específico supera ampliamente al de las universidades en los países industrializados, ya que tres cuartas partes de los investigadores latinoamericanos están radicados en las universidades; principalmente en las públicas.

Hay que advertir, sin embargo, que esta preponderancia expresa no solamente una fortaleza, sino que pone de manifiesto la relativa debilidad de otros actores como las empresas. Por otra parte, la hegemonía numérica de las universidades en materia de recursos humanos para la ciencia y la tecnología no se ve replicada en los recursos que les son asignados para realizar investigación. Que tal asimetría de deba a cierta debilidad de las instituciones universitarias

4. Las dos bases de datos más utilizadas a nivel mundial para la realización de estudios bibliométricos son SCOPUS y Science Citation Index. Ambas tienen una excelente cobertura de la corriente principal de la ciencia internacional y cubren la totalidad de las disciplinas científicas. En este caso se ha optado por SCOPUS ya que, al tener una mayor cantidad de revistas indexadas, resulta más adecuada para este trabajo.

en la escena política, o exprese más bien el menor costo relativo de las líneas de investigación prevalecientes en las universidades de la región, es algo que merece ser analizado y sobre lo se intentará arrojar alguna luz.

Gráfico 2. Porcentaje de los investigadores radicados en universidades (EJC)

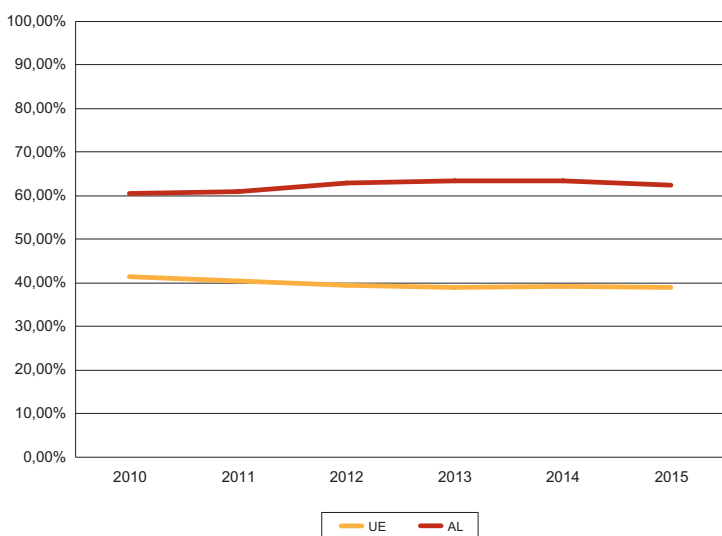
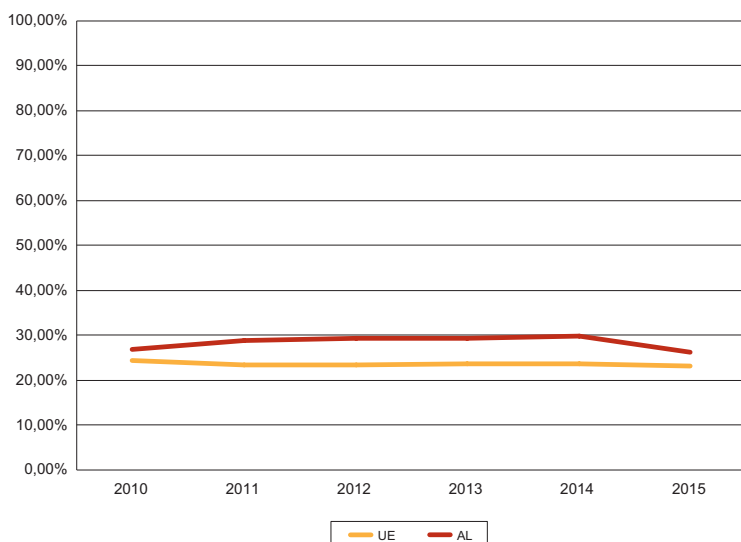


Gráfico 3. Porcentaje de la inversión en I+D ejecutada por las universidades



5. La medición en Equivalencia a Jornada Completa (EJC) consiste en la suma de las dedicaciones parciales a la investigación. Por ejemplo, dos investigadores que dedican la mitad de su tiempo de trabajo al año a la I+D serán considerados como 1 investigador EJC y como 2 en Personas Físicas. La medición en EJC ofrece una mejor aproximación al esfuerzo real, sobre todo en el sector universitario, aunque presenta ciertas dificultades metodológicas y de comparabilidad. La medición en Personas Físicas, en cambio, da cuenta de forma más clara del potencial con que cuenta un país para las actividades de I+D.

Investigadores universitarios

La amplia mayoría de los investigadores latinoamericanos se desempeñan en centros universitarios. Si se considera el número de investigadores convertido a un valor equivalente a jornada completa (EJC),⁵ el 62% de ellos se encuentran radicados en universidades. Como referencia, un valor análogo en la Unión Europea es inferior al 40% (**Gráfico 2**).

Si, en cambio, se contabilizan los investigadores simplemente como el número de personas dedicadas a investigar, la preponderancia de las universidades es aún muy superior, ya que el 75% de los investigadores latinoamericanos están radicados en las instituciones de educación superior. La diferencia con el valor en EJC radica en que los investigadores universitarios destinan parte de su tiempo también a otras actividades como la docencia, la vinculación y la extensión.

Inversión en investigación universitaria

Los recursos económicos de que disponen las universidades latinoamericanas para realizar investigación, en cambio, no guardan una proporción semejante a la del número de investigadores universitarios. En América Latina, tan sólo del 26% de la inversión total en I+D fue ejecutada en las universidades dentro del periodo analizado. Esta disparidad merece ser analizada en términos que eludan la simplificación. Por una parte, es sabido que la inversión en desarrollo tecnológico supera en todos los países el costo de la investigación básica o de laboratorio que caracteriza la contribución de las universidades a la creación de conocimiento en cada país. De hecho, ese mismo indicador para los países de la Unión Europea se sitúa alrededor del 23% (**Gráfico 3**).

Por otra parte, el análisis de las áreas temáticas que prevalecen en la investigación universitaria latinoamericana muestran que en gran medida se trata de aquéllas que requieren menor densidad de inversión en equipamiento. Sin embargo, dentro de la región se presentan panoramas disímiles. En el caso particular de Argentina, las cifras oficiales son engañosas si se las interpreta literalmente, debido a la particularidad de su sistema institucional de ciencia y tecnología. En efecto, los datos indican que las universidades de Argentina ejecutan un 26% de la inversión total, en tanto que el conjunto de otras instituciones públicas, como el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

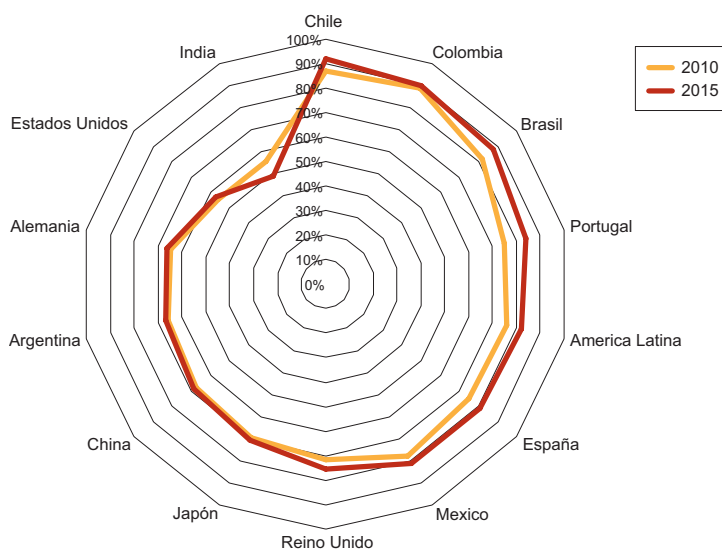
y la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), entre otros organismos, representa el 51%. Sin embargo, la peculiaridad de este país consiste en la superposición del CONICET con las universidades, de modo que gran parte de los recursos del CONICET pueden (y probablemente deben) ser computados en el conglomerado de las universidades. Para tener una magnitud de este fenómeno, en 2015 el 80% del total de artículos del CONICET estuvieron firmados en conjunto con alguna universidad nacional. Esa superposición es además muy significativa en el conjunto de la producción total: el 46% de los artículos argentinos de ese año fueron firmados en conjunto por el CONICET con las universidades.

Siguiendo con el porcentaje de la inversión en I+D ejecutada por las universidades, Brasil presenta un valor similar al de Argentina (25%) pero debido a que las empresas tienen un papel más importante que en el resto de los países de la región, la inversión de ese sector alcanzó el 49% de la inversión total en 2015. Se puede ver en el gráfico una caída de tres puntos porcentuales de las universidades a nivel regional, lo que se explica principalmente por un fuerte descenso de la inversión en I+D ejecutada en las universidades brasileñas, que se precipitó un 12% en ese año. En México, las universidades son responsables del 27% de la ejecución de I+D. En ese país la distribución sectorial es más pareja con el sector empresarial (30%) y el gobierno (37%). Por otra parte, en Chile las universidades ejecutan el 38% de la inversión, mientras que en Colombia el 32% y en Perú el 47%. Uno de los casos de mayor presencia de las universidades se da en Uruguay, donde la participación del sector asciende al 60% del total nacional.

Resultados de la investigación universitaria

La progresiva transformación de las universidades latinoamericanas en centros de investigación de alto nivel puede ser verificada también a través de su producción científica relevada en las bases de datos internacionales y en los registros de patentes. El **Gráfico 4** muestra el porcentaje de artículos científicos son firmados por autores de instituciones universitarias, según datos ofrecidos por SCOPUS. Se han seleccionado algunos países de la región y de otras partes del mundo para contar con un parámetro de comparación. Los países latinoamericanos presentados en el gráfico, junto con España y Portugal, son los que cuentan con una mayor presencia de autores universitarios en su

Gráfico 4. Participación de las universidades en la producción científica (2010-2015)



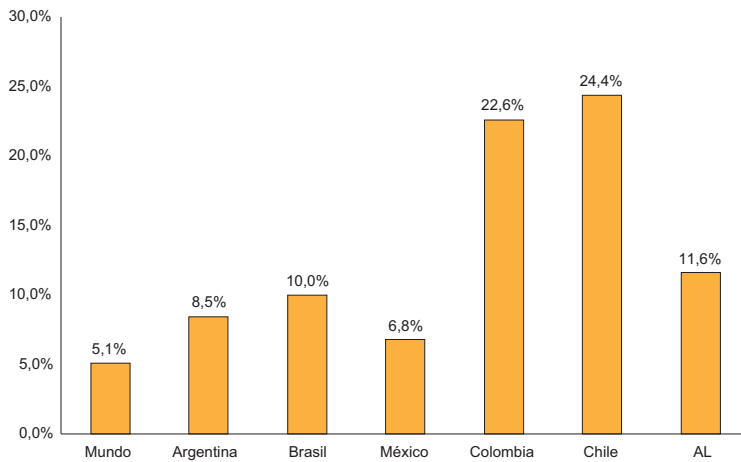
producción científica. En todos los casos, además, la presencia de las universidades se ha incrementado entre 2010 y 2015.

Los casos de Chile, Colombia y Brasil son los más destacados, ya que la participación de los autores radicados en universidades se aproxima al 90% del total de artículos científicos firmados por autores del país. El promedio de América Latina fue del 82% en 2015, dado que México y Argentina muestran una participación menor de las universidades, por las razones antes señaladas (81% y 67% respectivamente). El caso de Argentina, como ya se mencionó anteriormente, se explica por un sistema institucional con importante presencia de instituciones gubernamentales -en particular, el CONICET- aunque con un fuerte solapamiento con las universidades debido a la existencia de numerosos centros de investigación de doble dependencia.

En cuanto a la producción de conocimiento tecnológico, como también se ha señalado, ha sido relativamente débil en los países de América Latina. Las universidades no escapan a ese rasgo general pero, con todo, en materia de patentes han sido más productivas que otras instituciones públicas o privadas. Mientras que en el total de las patentes solicitadas mediante el tratado PCT⁶ en el mundo sólo el 5% están bajo la titularidad de universidades, en América Latina esa participación se duplica. Dentro de la región, una vez más se observan realidades heterogéneas. Las universidades brasileñas participan en el 10% de las patentes PCT solicitadas por personas de ese país, mientras que en Argentina y México los valores son menores. En países con economías y sistemas científicos de menor tamaño relativo, como Colombia y Chile, la presencia de las universidades entre los patentadores es aún mayor, superior al 20% en ambos casos.

6 El Tratado de Cooperación en Patentes (PCT según sus siglas en inglés) permite la solicitud simultánea en distintos países miembros. Si bien la decisión de otorgar o no la patente recae en cada uno de los estados, este mecanismo facilita la tramitación del registro a nivel internacional. Esta fuente fue seleccionada para este estudio porque garantiza una mejor comparabilidad entre países que la utilización de datos provenientes de cada oficina local de propiedad intelectual.

Gráfico 5. Participación de las universidades en la titularidad de patentes (2010-2015)



Es importante señalar que la presencia destacada de las universidades de la región en el patentamiento no sólo está relacionado con la fortaleza de este sector sino también con la ya señalada debilidad del sector empresarial en el desarrollo tecnológico y la innovación.

Estos datos configuran un panorama particular de los sistemas de ciencia y tecnología de América Latina, en los cuales las universidades tienen una destacada relevancia. Al mismo tiempo se observan diferencias sustanciales entre los países de la región que dan cuenta de modelos diferentes de universidades, en particular en relación con la ciencia y la tecnología.

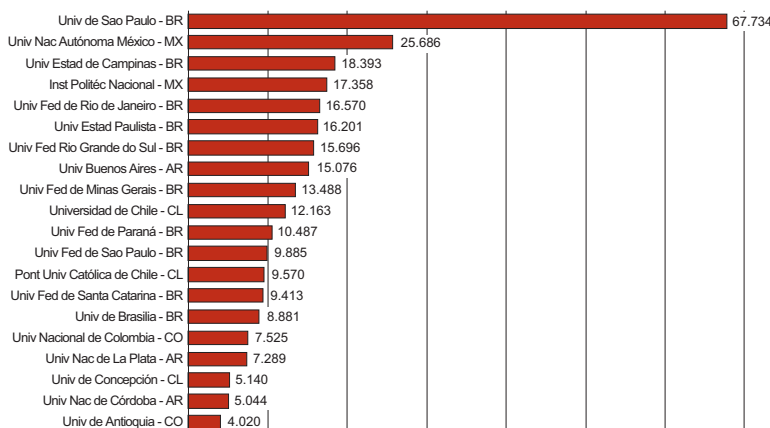
Con el objetivo de profundizar este análisis, a continuación se focalizará en las principales características de las universidades con mayor producción científica en América Latina.

2. LAS UNIVERSIDADES LÍDERES EN INVESTIGACIÓN

Si se ordena a las universidades latinoamericanas por su producción científica reflejada en la cantidad de artículos científicos cuya autoría pertenece a sus investigadores⁷ entre 2010 y 2015, es notable que entre las veinte instituciones más productivas diez son brasileñas, tres argentinas, tres chilenas, dos mexicanas y dos colombianas. El **Gráfico 6** muestra la cantidad de publicaciones de cada una.

En un contexto de fuerte concentración de los artículos científicos en algunas grandes universidades, llama la atención la clara hegemonía de la Universidad de San Pablo (USP), que aparece en primer lugar con 67.734 documentos publicados en el período señalado. Duplica largamente la producción de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con 25.686 y casi cuadruplica a la Universidad de Campinas (UNICAMP) con 18.393 artículos publicados. Las de menor volumen en este grupo son la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) de Argentina y la Universidad de Antioquia (UdeA) de Colombia con 5.044 y 4.020 respectivamente. Sin embargo, estos datos sólo cobran pleno sentido si se los examina en comparación con el tamaño relativo de cada universidad. El **Gráfico 7** presenta para cada una de estas universidades el número total de docentes y, entre ellos, qué cantidad están contratados con dedicación exclusiva. Una vez más, los datos muestran patrones diferentes entre las universidades analizadas, los que responden a diferentes vocaciones institucionales y a la organización del sistema público de fomento y promoción de la actividad científica.

Gráfico 6. Publicaciones en SCOPUS por universidad (2010-2015)



7. Siguiendo datos de SCOPUS.

dedicación exclusiva. En la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) el personal académico de dedicación exclusiva es el 10% y en la UNC el 14%.

En Colombia las universidades incluidas en este estudio tiene un tamaño algo menor a las argentinas. La UdeA cuenta con una planta cercana a los 8.000 docentes, mientras que la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) ronda los 4.000 de los cuales el 77% tienen dedicación completa. No se pudieron obtener datos de dedicación para la UdeA al momento de este estudio. Las universidades chilenas analizadas presentan un patrón diferente. La Universidad de Chile (UCHILE) y la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) tienen alrededor de 3.500 docentes y niveles de dedicación del 44% y 52% respectivamente. La Universidad de Concepción (UdeC) es más pequeña, con 1.313 docentes y no se cuenta con información sobre los niveles de dedicación de su personal académico. Finalmente, los perfiles de las universidades brasileñas están marcadamente diferenciados. La más grande de ellas en términos de plantel, la USP, cuenta con 5.860 docentes; tan sólo un 15% del tamaño de la UNAM. Sin embargo, el 87% de ellos están contratados con dedicación exclusiva. La siguiente en tamaño es la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ), que cuenta con 4.061 docentes de los cuales el 93% tiene dedicación exclusiva. Estos altos niveles de dedicación exclusiva entre los docentes brasileños no es una característica exclusiva de las universidades de mayor tamaño en el país. Las más pequeñas en términos de personal académico en esta muestra son la UNICAMP, con 1.867 docentes, y la Universidad Federal de San Pablo (UNIFESP), con 1.500. Sin embargo, cuentan con un 94% y 97% de docentes de dedicación exclusiva respectivamente.

El promedio de docentes de dedicación exclusiva entre las universidades brasileñas incluidas en este estudio es del 92%. Las argentinas están en el extremo opuesto con un 10% en promedio. Estas diferencias tienen un impacto marcado sobre la producción científica de los docentes, que en marcos contractuales de mayor exclusividad pueden dedicar una parte considerable de su tiempo a la realización de I+D. Las diferencias de productividad per cápita se presentan en el **Gráfico 8**. En él, para cada una de las universidades cubiertas en este estudio, se presenta la cantidad de artículos registrados en SCOPUS en 2015 en relación con el número total de docentes de dedicación exclusiva.

Gráfico 7. Cantidad de docentes y docentes de dedicación exclusiva

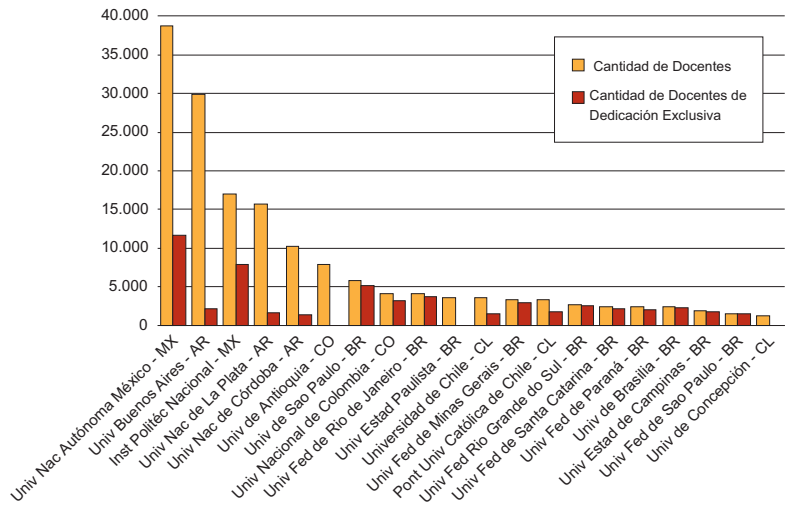
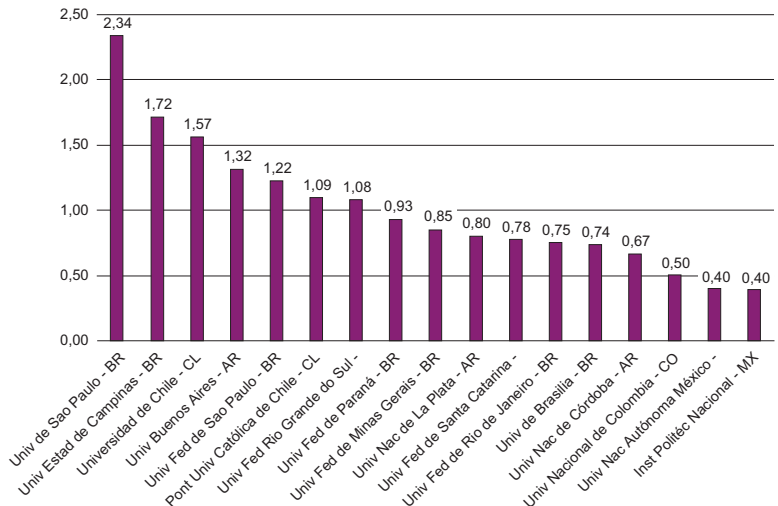


Gráfico 8. Publicaciones por docente de dedicación exclusiva



El primer dato evidente es el impacto de los niveles de dedicación sobre los patrones de publicación. Se trata de una evidencia más de los diferentes estilos de organización de las universidades latinoamericanas y de las prioridades dadas a cada una de las misiones de las instituciones. Considerando que los docentes con dedicación exclusiva pueden contar con más tiempo para dedicar a la investigación, tiene más sentido basar la comparación en la cantidad de artículos publicados por cada docente de dedicación exclusiva. Ordenadas de esta manera, en las diez universidades de nuestra muestra, siete son brasileñas, una es chilena y dos son argentinas.⁸

8. La Universidad Estadual Paulista (UNESP), la UDEC y la UdeA quedan excluidos de este análisis por no haber podido acceder a información sobre la planta docente de dedicación exclusiva.

La universidad más productiva resulta ser la USP, con 2,34 artículos publicados por cada docente de dedicación exclusiva en 2015. La segunda también es brasileña, la UNICAMP cuenta con 1,72 artículos por docente. Además, es de destacar que el conjunto de las universidades brasileñas tienen un promedio de artículos por docente de dedicación exclusiva superior al promedio de la muestra. La UCHILE aparece en tercer lugar, 1,57 artículos por docente. Las dos argentinas que completan la decena más productiva son la UBA, en cuarto lugar, y la UNLP, en el décimo, con 1,32 y 0,80 respectivamente. Las dos universidades mexicanas aparecen al final de la lista. Tanto la UNAM como el IPN cuentan con 0,40 artículos por docente de dedicación exclusiva.

Si se toma en cuenta el nivel de recursos económicos de que disponen las universidades latinoamericanas, sin lugar a dudas las más dotadas son las de México y la USP. Los datos del **Gráfico 9** son elocuentes.

El dato presupuestario permite un aproximación -necesariamente cautelosa- a la productividad, cruzando el número de artículos científicos por el presupuesto de cada universidad. El **Gráfico 10** da cuenta de este ejercicio. del que varias de las brasileñas sobresalen por encima de las restantes.

Es importante también considerar que las diferentes disciplinas cuentan con ritmos de publicación distintos. Por ejemplo, los físicos o los químicos suelen tener un ritmo de publicación anual mucho más alto que los matemáticos. Las ciencias sociales y las humanidades tienen, por otra parte, mecanismos de comunicación diferentes donde los libros juegan un rol importante y no son registrados en este tipo de base de datos. En ese sentido, las diferencias de productividad antes mencionadas deben verse a la luz de los patrones disciplinarios de la producción científica de cada institución. El **Gráfico 11** presenta los porcentajes de la producción de cada institución en las cuatro grandes áreas en que están distribuidas las revistas indexadas en SCOPUS. A primera vista es posible detectar que cada institución tiene patrones de especialización diferentes, aunque como rasgo general se nota cierta especialización de las universidades brasileñas hacia las ciencias de la salud, mientras que en el resto tienden a predominar las ciencias físicas.

Gráfico 9. Presupuesto por universidad 2015 (en dólares PPC)

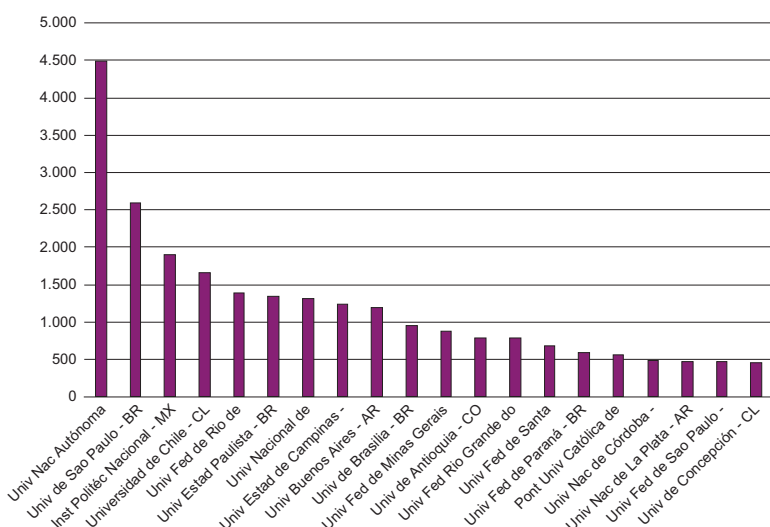
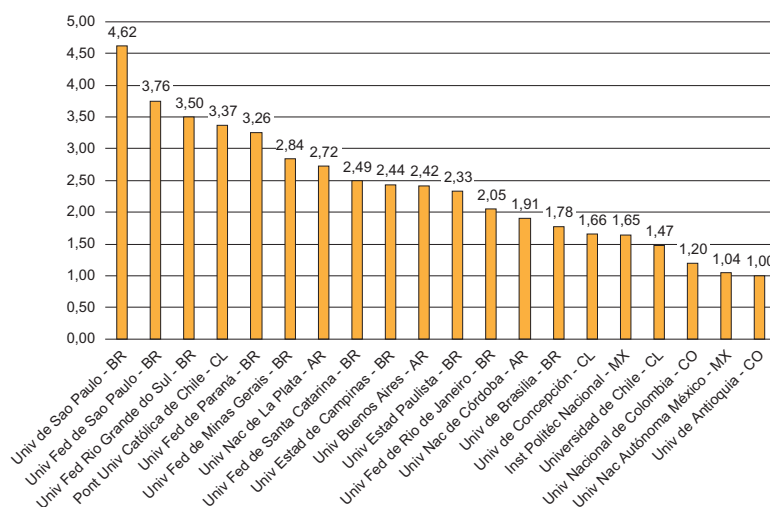


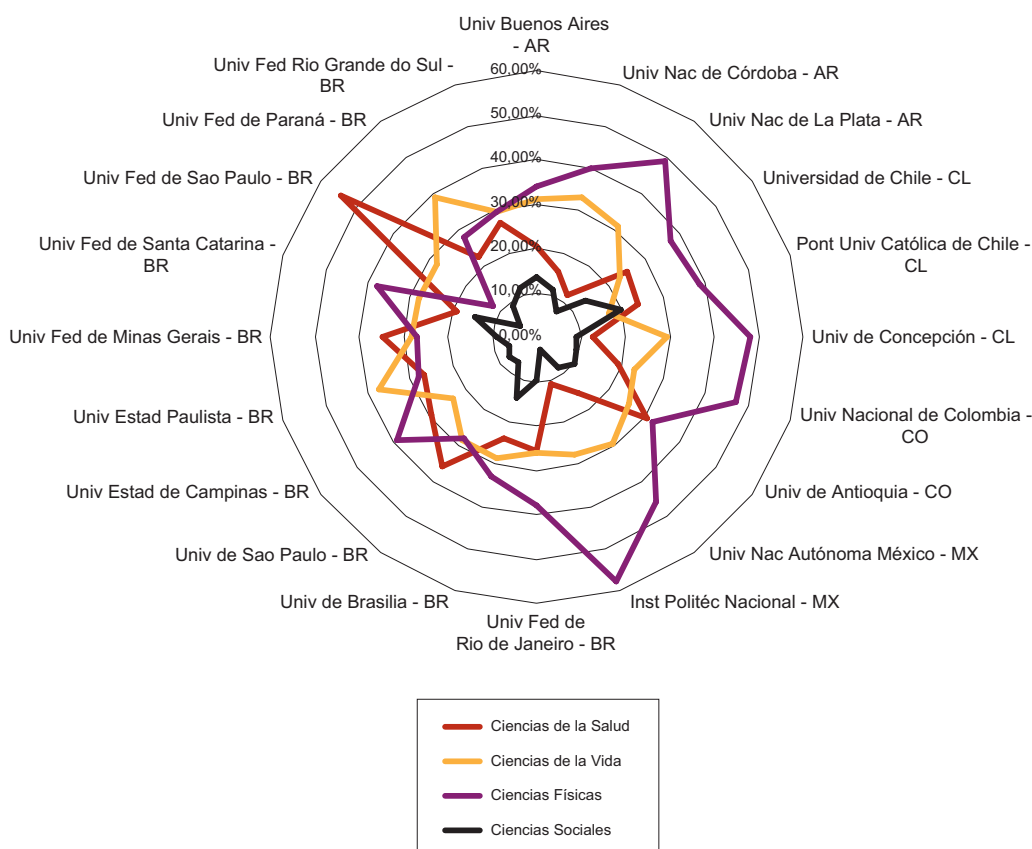
Gráfico 10. Artículos por millón de dólares (PPC)



Por mencionar algunas características puntuales, en la UBA se observa el perfil más diversificado y no hay un área que se destaque marcadamente sobre las demás en cuanto a su volumen de producción. Las ciencias de la vida y las ciencias físicas acumulan algo más del 30% cada una, mientras que las ciencias de la salud cubre el 20% del total. Las ciencias sociales alcanzan el 13%, siendo un valor relativamente alto en el contexto de las instituciones analizadas.

Este tipo de perfil de producción, relativamente equilibrado, es compartido por algunas de las universidades brasileñas: la UFRJ, la Universidad de Brasilia (UnB), la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC) y la de Río Grande do Sul (UFRGS), y también por la UCHILE. La argentina UNC tiene también un perfil de cierto equilibrio, aunque las ciencias físicas tienen una importancia algo mayor, en detrimento de las ciencias de la salud. El caso

Gráfico 11. Perfiles disciplinares de las universidades (2015)



inverso es el de la UNICAMP, que también tiene un fuerte peso de las ciencias físicas pero con un presencia importante también de las ciencias de la salud.

En la UNLP, en cambio, se da un predominio de las ciencias físicas, reflejando la actividad de grupos de excelencia en estos temas radicados en la universidad. Un perfil similar tienen la chilena UDEC y la UNAM. En todas ellas cerca de la mitad de la producción está cubierta por las ciencias físicas, alrededor del 30% por las ciencias de la vida y menos del 13% las ciencias de la salud. La UNAL de Colombia tiene un perfil también similar, aunque con cierta ventaja de las ciencias de la salud sobre las ciencias de la vida. Sin embargo, donde es más marcado el predominio de las ciencias físicas es en el IPN de México, donde el 58% de su producción está en esta área. Esa especialización se da a costa de una menor producción en ciencias de la salud y ciencias sociales, lo que resulta consistente con el perfil tecnológico de la institución, considerando que las ingenierías son agrupadas por SCOPUS dentro de las ciencias físicas.

Tres universidades brasileñas se destacan por su producción en ciencias de la salud. La primera de ellas es la UFESP, con el 54% de su producción en el área. En esta institución las ciencias físicas tienen el valor más bajo de toda la muestra: apenas el 12%. La UFMG y la USP tienen también una fuerte presencia de las ciencias de la

salud, cercanas al 35% de su producción. Por último, la PUC chilena tiene un patrón diferenciado. Es la universidad que mayor especialización presenta en las ciencias sociales. Un 20% de su producción está en esta área temática, mientras que la universidad que la sigue (UFSC) no alcanza el 15%.

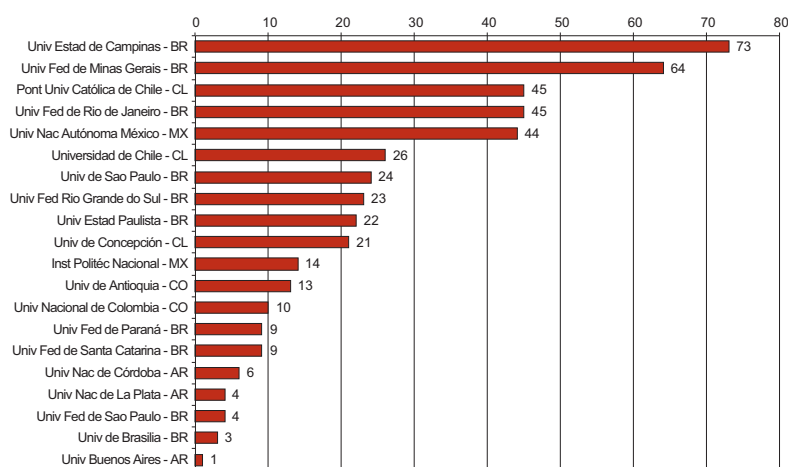
Otro dato que termina de perfilar la producción de las universidades es la cantidad de artículos publicados en revistas emblemáticas dentro de la comunidad científica por su calidad y capacidad de difusión. Para ello es común en estudios bibliométricos distinguir la cantidad de artículos publicados en las revistas Nature y Science (N&S). La publicación en estas revistas por parte de las universidades latinoamericanas no es abundante pero sí permite una aproximación a la calidad de la producción y la integración a la corriente principal de la ciencia por parte de sus investigadores. La **Tabla 1** presenta la cantidad de artículos publicados en N&S entre 2010 y 2015, junto con la ponderación de esos artículos cada mil artículos registrados en SCOPUS en el mismo periodo.

Si se ordenan las universidades analizadas en este estudio según la cantidad de artículos publicados en N&S cada mil artículos, las universidades chilenas aparecen en primer lugar, todas con más de 2 cada mil. La UdeC lidera la lista, con su producción fuertemente internacionalizada y orientada a las ciencias astronómicas.

Tabla 1. Artículos en Nature & Science

Universidad	Nature & Science	N&S cada mil artículos
Univ de Concepción - CL	14	2,7
Pont Univ Católica de Chile - CL	22	2,3
Universidad de Chile - CL	27	2,2
Univ Nac Autónoma México - MX	46	1,8
Univ Buenos Aires - AR	21	1,4
Univ de Antioquia - CO	5	1,2
Univ de Brasilia - BR	11	1,2
Univ Fed de Rio de Janeiro - BR	20	1,2
Univ Nac de La Plata - AR	8	1,1
Univ Fed de Minas Gerais - BR	13	1,0
Univ Nacional de Colombia - CO	7	0,9
Univ Estad Paulista - BR	13	0,8
Univ Nac de Córdoba - AR	4	0,8
Univ Fed de Paraná - BR	8	0,8
Univ Estad de Campinas - BR	12	0,7
Univ de Sao Paulo - BR	41	0,6
Univ Fed Rio Grande do Sul - BR	8	0,5
Inst Politéc Nacional - MX	8	0,5
Univ Fed de Santa Catarina - BR	2	0,2
Univ Fed de Sao Paulo - BR	1	0,1

Gráfico 12. Patentes PCT por universidad (2010-2015)



La UNAM, que se ubicaba en los últimos lugares en la cantidad de artículos publicados por cada docente de dedicación exclusiva, aparece aquí en el cuarto lugar, dando cuenta de una producción de alta calidad. La UBA es la que presenta una mayor producción en estas revistas entre las universidades argentinas y la UdeA entre las colombianas.

Las universidades brasileñas, que se destacan por el volumen de su producción en relación con el resto de las instituciones latinoamericanas, cuentan con una nivel de publicación relativamente menor en estas revistas. Todas ellas, con la excepción de la UnB, la UFRJ y la UFMG, tienen menos de un artículo en N&S cada mil artículos publicados en SCOPUS.

El análisis del desarrollo tecnológico mediante la solicitud de patentes PCT por parte de las universidades muestra un panorama de actores diferente (Gráfico 12). Es importante mencionar nuevamente que el patentamiento a nivel internacional por parte de instituciones de América Latina es escaso, por lo que resulta arriesgado profundizar en conclusiones a partir de un número tan bajo

de registros. Sin embargo, ese mismo escaso nivel de patentamiento es un dato en sí mismo.

La universidad con mayor cantidad de patentes solicitadas mediante el convenio PCT es la UNICAMP, con 73 registros acumulados entre 2010 y 2015. La sigue la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG), con 64, presentando un desempeño superior en el patentamiento con respecto al que obtuvo en publicaciones, donde ocupa el 9º lugar entre las veinte universidades más productivas de la región.

Con 45 patentes aparecen luego la PUC y la UFRJ y con un nivel similar, la UNAM acumuló 44 registros en el mismo periodo. La UCHILE aparece en el sexto lugar, con 26 registros. De esa manera, las dos universidades chilenas incluidas en este muestras aparecen entre las primeras seis instituciones en términos de patentamiento. En el séptimo lugar aparece la USP, que con 24 patentes en el periodo presenta un desempeño mucho mejor en publicaciones que en patentes en comparación con el resto de las universidades analizadas. En los últimos lugares aparecen las UNIFESP, la UnB y la UBA. Esta última, a pesar de ocupar el cuarto lugar según la cantidad de artículos por docente de dedicación exclusiva, sólo ha registrado una patente PCT entre 2010 y 2015. Si, por otra parte, se analizan las ramas de la técnica en la que se han registrado estas patentes, surge una fuerte orientación hacia la farmacia y la bioquímica y que es común a todas las universidades. De todas las patentes registradas por estas veinte universidades, el 54% son de esta área.

40

3. PERFILES DE COLABORACIÓN

La internacionalización de las universidades es actualmente un dato central, en el contexto de un mundo crecientemente interconectado. Un aspecto que permite configurar distintos perfiles de universidades es su integración en redes de colaboración, tanto a nivel global como nacional. El análisis de la firma conjunta de artículos científicos permite reconstruir tales relaciones. El **Gráfico 13** presenta el porcentaje de los artículos de cada universidad que fue firmado en conjunto con instituciones de otros países.

Las universidades chilenas son las que más colaboración internacional presentan. El caso mayor es el de la UdeC, con el 67% de su producción en conjunto con autores extranjeros. Esto coincide con su especialización en ciencias físicas, en particular en astronomía y astrofísica, campo en el que se destaca la integración de grupos de investigación chilenos a redes mundiales de investigación, aprovechando las ventajas geográficas de la región para la instalación de observatorios. La PUC y la UCHILE también tienen niveles altos de colaboración internacional. Ambas superan levemente el 50% de coautoría internacional en sus artículos. A continuación aparecen las universidades argentinas. La de mayor colaboración internacional es la UNLP, con el 47% de su producción. La UBA y la UNC cuentan con una proporción algo menor, ambas con el 43%. Las universidades colombianas y mexicanas muestran una colaboración internacional

menos intensa en relación a su producción científica total. La más alta de la UdeA, con el 43%. La más baja es el IPN, con el 34%.

Prácticamente todas las universidades brasileñas tienen menos del 30% de su producción en colaboración internacional; la única excepción es la UFRJ, con el 34%. Es importante remarcar que la USP, la universidad de mayor producción en este grupo de instituciones, es casi la de menor nivel de colaboración internacional, con el 22%. Por debajo sólo aparece la Universidad Federal de Paraná (UFPR), con el 20%.

Otro aspecto de la colaboración que resulta importante considerar es el de las redes de colaboración que se generan entre las universidades y que pueden ser reconstruidas a partir de la firma conjunta de artículos científicos en las veinte instituciones analizadas en este estudio. El **Gráfico 14** fue construido a partir de los documentos publicados por estas instituciones en revistas indexadas en SCOPUS durante 2015. Los lazos representan la firma conjunta de artículos y el grosor de las líneas está dado por la cantidad de documentos en común. Los tamaños de los nodos está dado por la cantidad total de artículos publicados por la institución en ese año. Las universidades brasileñas tienen color amarillo, blanco las mexicanas, rojo las argentinas, verde las chilenas y azul las colombianas.

Para la ubicación de los nodos en el plano se han utilizado algoritmos de fuerza, que recurren a metáforas físicas basadas en el peso de los nodos y la intensidad de los lazos. El resultado es una distribución espacial en la que los nodos más conectados quedan próximos, a la vez que los más conectados con el conjunto de la red aparecen en el centro del diagrama.

El primer resultado observable es la fuerte interacción que se da entre estas veinte universidades. La red conformada por ellas está conectada en un 90% sobre el total de los lazos posibles. Sin embargo, la intensidad de las relaciones es muy variable. En ese sentido, es posible destacar la fuerte interacción entre las universidades brasileñas, prácticamente todas ellas están conectadas entre sí, combinado con una baja intensidad de las relaciones con las universidades de los demás países. Este fenómeno es consistente con la baja tasa de colaboración internacional registrado por las instituciones de ese país.

Dado su volumen de producción, el principal peso en el gráfico es el de la USP, que además posee conexiones con gran parte de las demás instituciones dentro y fuera de Brasil. Con un volumen de publicaciones menor, pero integrando una red muy conectada aparece la UFRJ, la que por otra parte cuenta con el mayor volumen relativo de artículos en colaboración internacional.

Las argentinas UBA y UNLP tienen una fuerte conexión entre sí, pero también comparten lazos fuertes con las más conectadas de las brasileñas: USP y UFRJ. La UNC, en cambio, aparece más cerca de las universidades chilenas.

Gráfico 13. Niveles de colaboración internacional por universidad

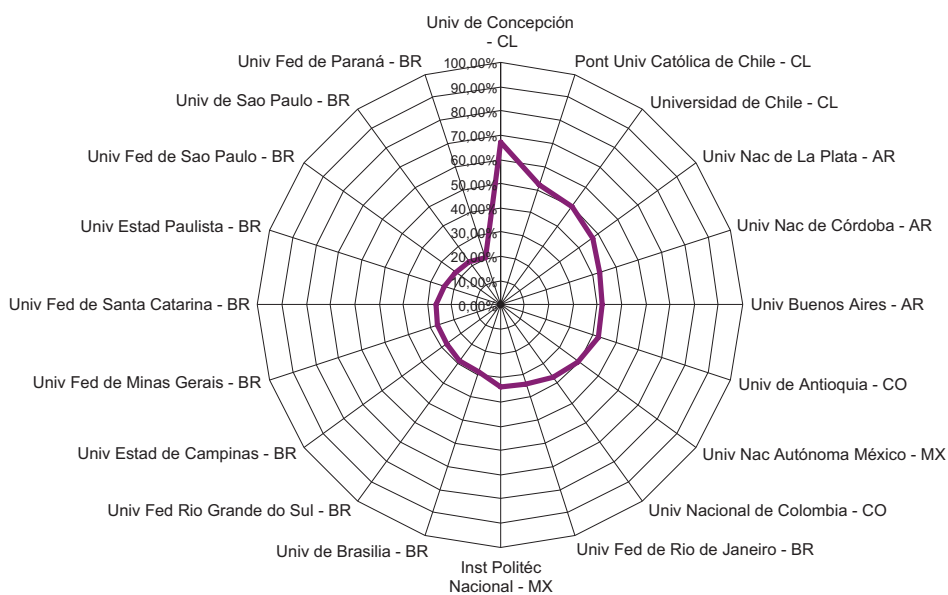
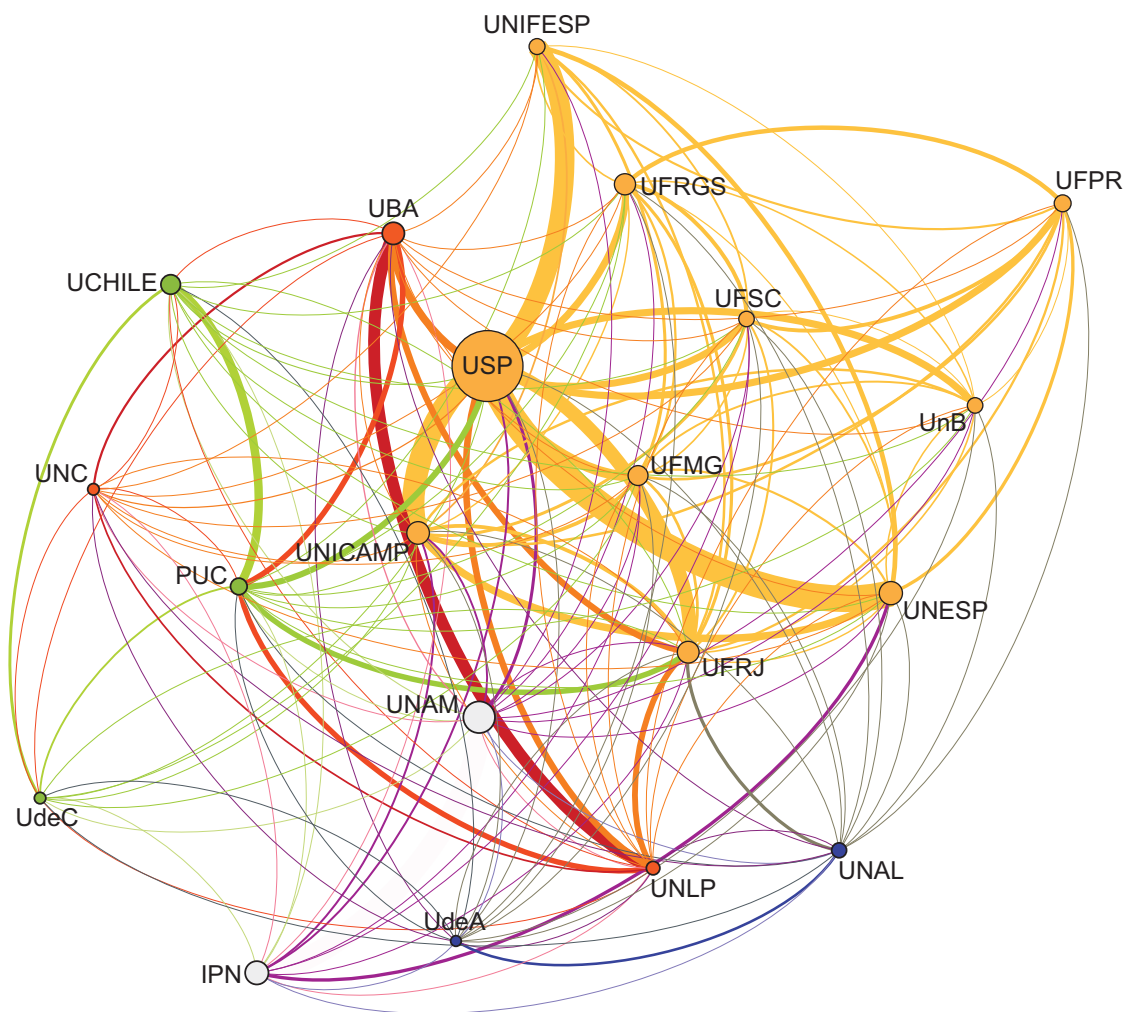


Gráfico 14. Red de copublicación entre universidades latinoamericanas



La PUC chilena aparece también muy conectada internacionalmente, especialmente con la UBA, la UNLP, la USP y la UFRJ. A nivel nacional está conectada fuertemente con la UCHILE pero en muy menor medida con la UdeC. Esta última, la más internacionalizada de las instituciones analizadas en este estudio, tiene sin embargo una muy limitada colaboración con sus pares latinoamericanas. Algo similar ocurre con las universidades colombianas y mexicanas, quizás con la excepción de la UNAM, que tienen relaciones poco intensas con el resto de las instituciones de la región. Eso da cuenta de perfiles de colaboración que han privilegiado los contactos con centros científicos fuera de América Latina.

4. LA VINCULACIÓN CON EL ENTORNO SOCIOECONÓMICO

Como se mencionó anteriormente, si bien existe información sobre el personal, los recursos económicos y los resultados de la I+D en las universidades latinoamericanas, existe un vacío considerable de información comparable en un punto crítico: la vinculación de las universidades con su entorno socioeconómico. En una región caracterizada por el rol protagónico de estas instituciones en la producción de conocimiento, por un bajo dinamismo innovador de las empresas y por fuertes demandas sociales, medir la interacción de las universidades con la sociedad y el sector productivo es vital para aproximarse al impacto social de la ciencia y la tecnología.

42

Ante este diagnóstico, la RICYT y el Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS-OEI) han desarrollado el Manual Iberoamericano de Indicadores de Vinculación de la Universidad con el Entorno Socioeconómico (Manual de Valencia). Se trata de una herramienta metodológica para la construcción de información estadística a nivel institucional que abarca tres dimensiones principales de las actividades de vinculación universitarias: el contexto institucional, las capacidades (referidas al uso y explotación de capacidades de vinculación existentes) y las actividades (referidas a la generación y el desarrollo de tales capacidades).

El instrumento desarrollado se aplicó en un estudio piloto realizado en seis universidades de cinco países de Iberoamérica. Estas fueron la UNICAMP de Brasil, la Universidad Nacional del Litoral (UNL) y la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ) en Argentina, la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) de México, la Universitat Jaume I de Castelló (UJI), de España y el Instituto Polo Tecnológico de Pando (IPTP) de la Universidad de la República (UDELAR) de Uruguay. Si bien se trató de un trabajo exploratorio, que tuvo el objetivo de perfeccionar la metodología, el mismo ofrece algunas pistas interesantes sobre la vinculación en las universidades de la región, que deberá ser profundizado en estudios posteriores.

El estudio señaló que tanto la ejecución como la gestión de las actividades de vinculación tiene lugar en múltiples espacios institucionales dentro de las universidades

analizadas. Existen al menos cuatro áreas de la administración universitaria con competencias de la gestión de estas actividades. La gestión de la vinculación y la comercialización de resultados se gestionan desde oficinas específicas que, en su mayoría, tienen nivel de secretaría rectoral. También tienen figuras como agencias (INNOVA en el caso de la UNICAMP), coordinaciones y secretarías.

Otro modo de captar el interés institucional de las actividades de vinculación (AV) es el análisis de presupuesto. Las distintas universidades muestran patrones diferentes en cuanto a los esfuerzos realizados en las actividades de vinculación, dándoles más o menos importancia en relación con otras actividades, como la I+D. En la muestra analizada se observa la importancia dada a la vinculación por el IPTP, explicada por sus propios objetivos como polo tecnológico, pero también muestran esfuerzos relevantes la UJI, UNICAMP y la UNL demuestran esfuerzos relevantes. La UAM y la UNQ, en cambio, orientan mucho más el esfuerzo hacia la I+D.

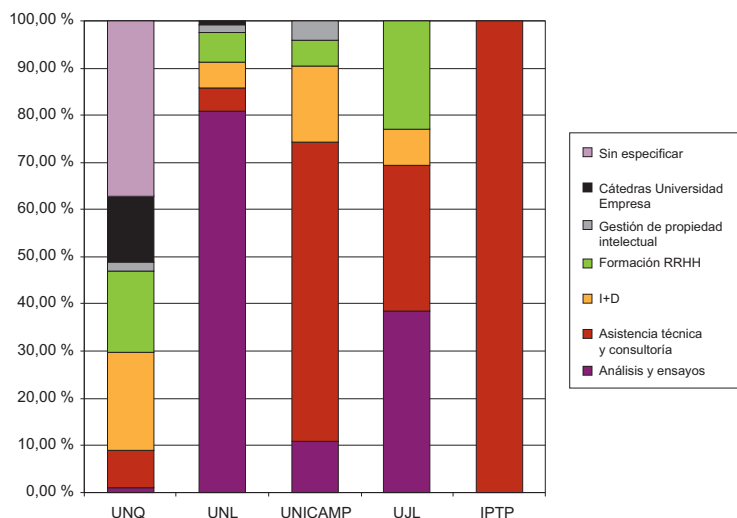
La modalidad de gestión de las actividades de vinculación más estandarizada es el contrato. Bajo esta figura se llevan adelante actividades muy diversas, algunas que involucran generación de nuevos conocimientos y otras que son servicios rutinarios. Hay contratos de investigación, de formación de recursos humanos, de desarrollo tecnológico y de licenciamiento de tecnología.

Por lo general, los contratos de servicios y ensayos, de naturaleza más rutinaria en términos de conocimientos gestionados, suelen ser muy numerosos, de menor complejidad y menor duración, y en no pocos casos no requieren la participación de profesores, sino que se realizan directamente desde los servicios de análisis de las entidades. De este modo, se definen instituciones con una clara predominancia de un tipo de actividad e instituciones con patrones más diversificados.

El **Gráfico 15** muestra los patrones de distribución de los contratos según tipo y permiten perfilar nuevamente a las instituciones. Por ejemplo, la UNL muestra una gran preponderancia de los análisis y ensayos como el servicio más característico en la institución, mientras que en UNICAMP y IPTP lo que predomina es la asistencia técnica y la consultoría. La UNQ, con un perfil institucional menos orientado a la vinculación, muestra un patrón mucho menos especializado.

Además de producir un diagnóstico preliminar sobre las AV en las universidades regionales, la aplicación de los cuestionarios en el estudio piloto ha arrojado una serie de conclusiones respecto a las estrategias metodológicas a implementar en futuros relevamientos y respecto a las posibilidades y limitaciones en la recolección de información en el sector universitario. El desarrollo de esta línea de trabajo en indicadores permitirá obtener datos de gran interés para comprender mejor la relación de las universidades con la sociedad.

Gráfico 15. Patrones de distribución de contratos según tipo por universidad



5. COMENTARIOS FINALES

El recorrido realizado confirma la apreciación inicial de que las universidades latinoamericanas son actualmente actores protagónicos en los sistemas nacionales de ciencia y tecnología de sus países de pertenencia. Su relevancia aumentó en los últimos años, dando lugar a un proceso original, con aspectos virtuosos, como el aumento de la calidad de su producción científica y problemas pendientes, como el de la escasa contribución efectiva de la investigación de los centros universitarios al fortalecimiento de la innovación en el tejido productivo.

Más allá de sus aspectos positivos, el protagonismo de las universidades expresa también la debilidad de otros actores de los sistemas locales de ciencia, tecnología. Una característica del tejido productivo de América Latina es la baja tasa de innovación de las empresas y su escaso involucramiento en actividades de I+D, como lo muestran las hoy numerosas encuestas nacionales de indicadores de innovación. La debilidad de la dinámica innovadora genera una demanda muy escasa de conocimiento tecnológico desde las empresas hacia las universidades.

El contexto económico en el que se desarrolló la actividad científica y tecnológica latinoamericana entre 2010 y 2015 fue muy favorable, lo que permitió incrementar la inversión en I+D en un 27%, lo que representó un importante masa de recursos. En términos proporcionales, sin embargo, el aumento fue muy leve y más bien se mantuvo estable: 0,68% en 2010 y 0,70% en 2015, acompañando casi exactamente el crecimiento del PBI regional.

Como resultado de la mayor asignación de recursos, la calidad de la investigación latinoamericana se elevó de manera significativa. La base de datos SCOPUS, que indexa alrededor de 28 mil revistas internacionales seleccionadas con criterios de calidad y de cobertura temática de la corriente principal de la ciencia, registró un aumento del 37% en la cantidad de artículos científicos firmados por investigadores latinoamericanos.

En contrapartida, el desarrollo de conocimiento tecnológico tuvo una intensidad menor que la investigación básica y aplicada. Las patentes de invención da cuenta de ello. En el período analizado, el número de patentes solicitadas por latinoamericanos mediante el Convenio PCT de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), no solamente no aumentó, sino que disminuyó levemente.

Las universidades latinoamericanas concentran la amplia mayoría de los investigadores en todos los países de la región. Si se toma en cuenta el número de personas dedicadas a investigar, la preponderancia de las universidades es abrumadora, ya que el 75% de quienes investigan lo hacen en las instituciones de educación superior. Si se convierte ese número a equivalencia a jornada completa (lo que se justifica, teniendo en cuenta que los investigadores universitarios hacen también docencia y extensión), el el valor se reduce a un 62% que, de todas maneras, se aproxima a los dos tercios de los recursos humanos en ciencia y tecnología disponibles en América Latina.

Las universidades latinoamericanas se han ido convirtiendo en centros de investigación científica de alto nivel, lo que se verifica en el número de artículos registrados en bases internacionales que son firmados por autores universitarios, que representan en promedio el 82% de la totalidad de América Latina. En algunos países como Chile, Colombia y Brasil, la participación es aún mayor y se aproxima al 90% del total de artículos científicos firmados por autores del país. En cuanto a la producción de conocimiento tecnológico, se ha señalado que es débil en los países de América Latina. Si bien las universidades no escapan a ese rasgo general, han sido más productivas, en materia de patentes, que otras instituciones públicas o privadas.

Entre las universidades latinoamericanas con mayor producción científica, es ostensible la primacía de Brasil. De las veinte instituciones más productivas, diez son brasileñas, tres argentinas, tres chilenas, dos mexicanas y dos colombianas. Un análisis de mayor proximidad, que tome en cuenta el tamaño relativo de cada universidad muestra además importantes diferencias estructurales entre ellas, particularmente en lo que se refiere a la dotación de docentes con dedicación exclusiva.

También los perfiles disciplinarios son diferentes, lo que incide en estilos de publicación no del todo comparables. Como rasgo general, se nota cierta especialización

de las universidades brasileñas hacia las ciencias de la salud, mientras que en el resto tienden a predominar otras disciplinas. La UBA, por ejemplo, muestra un perfil diversificado y no hay un área que se destaque marcadamente sobre las demás. Este tipo de perfil, de cierto equilibrio entre disciplinas, es compartido por algunas de las universidades brasileñas y también por la UCHILE. En el caso de la UNICAMP, ésta tiene un fuerte peso de las ciencias físicas pero con una presencia importante también de las ciencias de la salud. En cambio, en la UNLP se da un predominio de las ciencias físicas, reflejando la actividad de grupos de excelencia en estos temas radicados en la universidad. Sin embargo, donde es más marcado el predominio de las ciencias físicas es en el IPN de México, donde el 58% de su producción está en esta área, lo que se justifica por el perfil tecnológico de la institución.

La internacionalización de las universidades es un dato central, dado el contexto de un mundo crecientemente globalizado. Las universidades chilenas son las que más colaboración internacional presentan, siendo notable el caso de la UdeC en la cual el 67% de sus artículos científicos han sido elaborados en colaboración con autores extranjeros. Esto coincide con su especialización en ciencias físicas, en particular en astronomía y astrofísica, campo en el que se destaca la integración de grupos de investigación chilenos a redes mundiales de investigación, aprovechando las ventajas geográficas de la región para la instalación de observatorios.

44

Miradas con desconfianza por el poder político en varios países durante algunos años y con desinterés por parte de las empresas, las universidades latinoamericanas han recorrido un camino de incrementar la excelencia de su investigación, fortalecer sus vínculos internacionales y comienzan a explorar actualmente mecanismos y estrategias que las conduzcan a reforzar los vínculos con el entorno socioeconómico. No es una mala noticia para los países latinoamericanos el que sus universidades hayan prosperado en la investigación científica y tecnológica. Más allá de las limitaciones y disparidades estructurales que fueron señaladas, en tiempos de cambio tecnológico acelerado, de transformación de paradigmas productivos y de la tendencia hacia una economía basada en el conocimiento, disponer de estas capacidades es algo que constituye un recurso invaluable que debe ser cuidado y fortalecido.