
Universidad Nacional De General Sarmiento

Instituto De Industria

Maestría en Gestión de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación

Tesis de maestría

“Producción científica y tecnológica en la educación superior en América Latina. Construcción de una metodología para la recolección y sistematización de información bibliométrica y de patentes”.

Autora: Laura Osorio Gómez

Director: Dr. Rodolfo Barrere

ABRIL DE 2023



Índice

Introducción	5
1. Indicadores como herramienta para la política y gestión	9
1.1 Educación superior en América Latina	9
1.2 Indicadores para la toma de decisión	10
1.3 Producción de indicadores	13
1.4. Niveles de análisis de la producción de información	14
1.4.1 Funciones de la producción de indicadores	14
1.4.2 Interacción en la producción y uso de la información	17
1.4.3 Producción y uso a nivel sistémico	17
1.5 Uso de los indicadores en diferentes ámbitos	18
1.5.1 Indicadores de educación superior	21
1.5.2 Indicadores de ciencia y tecnología	22
1.5.3 Manual de Frascati	22
1.5.4 Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT)	25
1.5.5 Red INDICES y Manual de Lima	27
2. Características actuales de la educación superior de América Latina	32
2.1 Estudiantes	35
2.2 Graduación	35
2.3 Financiamiento	37
2.4 Investigación y Desarrollo en la educación superior	39
2.4.1 Recursos humanos en I+D	46
3. Indicadores bibliométricos y de patentes para el análisis de la producción científica en la educación superior	51
3.1 Bibliometría	51
3.2 Bases de datos de información científica	54
3.3 Patentes	56
3.4 Normalización de las firmas de autor e institución	61
4. Desarrollo de una metodología para el cálculo de indicadores bibliométrico y de patentes para la educación superior	61
4.1 Descripción de la investigación	61
4.2 Diseño de la estrategia de búsqueda en bases de datos de publicaciones y patentes	63

4.3 Indicadores seleccionados del Manual de Lima	70
5. Resultados de la aplicación de la estrategia de búsqueda	72
5.1 Publicaciones	72
5.2 Patentes	78
6. Reflexiones finales	81
Anexo estadístico	85
Anexo 1. Total de publicaciones en Scopus por país	85
Anexo 2. Total de publicaciones de universidades en Scopus	87
Anexo 3. Porcentaje de publicaciones de universidades en Scopus en 2019 para países seleccionados	89
Anexo 4. Perfiles disciplinares de las publicaciones con participación de universidades en 2019	89
Anexo 5. Publicaciones en Scopus con participación de universidades cada 100 investigadores en educación superior para países seleccionados	90
Anexo 6. Total de patentes PCT por país	91
Anexo 7. Total de patentes PCT con participación de universidades	92
Referencias bibliográficas	93

Índice de gráficos

Gráfico 1. Total de estudiantes en la educación superior de América Latina	36
Gráfico 2. Estudiantes en la educación superior por país en relación al total de América Latina, 2019	37
Gráfico 3. Estudiantes en la educación superior de América Latina por nivel CINE, 2019	38
Gráfico 4. Graduados totales de educación superior de América Latina	39
Gráfico 5. Distribución de graduados de educación superior en América Latina, 2019	40
Gráfico 6. Inversión en educación superior en América Latina (millones PPC)	41
Gráfico 7. Inversión en educación superior en relación al PBI para países seleccionados, 2019 o último dato disponible	42
Gráfico 8. Inversión en I+D en PPC de América Latina	43
Gráfico 9. Inversión en I+D con relación al PIB de países seleccionados, 2019 o último año disponible	44
Gráfico 10. Gasto total de América Latina en I+D por sector de financiamiento, 2019	45
Gráfico 11. Gasto en I+D de América Latina financiado por el sector educación superior (millones PPC)	45
Gráfico 12. Gasto total del país en I+D por sector de financiamiento, 2019 o último año disponible	46
Gráfico 13. Gasto total de América Latina en I+D por sector de ejecución, 2019	47
Gráfico 14. Gasto en I+D de América Latina ejecutado por el sector educación superior (millones PPC)	48
Gráfico 15. Gasto total del país en I+D por sector de ejecución, 2019 o último año disponible	49
Gráfico 16. Investigadores de América Latina (PF y EJC)	50
Gráfico 17. Investigadores de América Latina por sector de empleo (PF), 2019	50
Gráfico 18. Investigadores totales de América Latina por sector de empleo (EJC), 2019	51
Gráfico 19. Distribución de investigadores totales por sector de empleo (Personas Físicas), 2019 o último año disponible	52
Gráfico 20. Distribución Investigadores totales por sector de empleo (EJC), 2019 o último año disponible	53
Gráfico 21. Participación de América Latina en relación a la producción mundial registrada en Scopus	75
Gráfico 22. Total de publicaciones con participación de universidades en América Latina	76
Gráfico 23. Publicaciones en Scopus por país	77
Gráfico 24. Participación de universidades en la producción científica por país	78
Gráfico 25. Perfiles disciplinares de las publicaciones con participación de universidades en 2019	79

Gráfico 26. Publicaciones Totales en Scopus y con participación de universidades cada 100 investigadores en educación superior (EJC) en 2019 o último año disponible	80
Gráfico 27. Participación de las universidades en la titularidad de patentes sobre el total del país, 2019	82
Gráfico 28. Patentes PCT por universidad (2010-2019)	83

Índice de Tablas

Tabla 1. Etapas de elaboración de la tesis	65
Tabla 2. Siglas seleccionadas por país para publicaciones científicas en Scopus	68
Tabla 3. Instituciones presentes en las firmas de las publicaciones por país en Scopus	70
Tabla 4. Estrategia para búsqueda de patentes con participación de universidades latinoamericanas en WIPO. Ejemplo para el año 2016.	72

Introducción

Esta tesis propone una metodología para medir la producción científica de los sistemas de educación superior de América Latina por medio de un conjunto de indicadores bibliométricos y de patentes, dado que en la actualidad no existe una metodología que permita su construcción de manera sistemática. De esta manera, este trabajo será un aporte a las metodologías para la construcción de indicadores que puedan dar cuenta de la relación entre ciencia, tecnología y educación superior de la región.

La información referida a las instituciones y a los sistemas de ciencia, de tecnología y de educación superior, particularmente en lo que tiene que ver con su normalización a efectos comparativos y a su actualización, se ha convertido en una necesidad para la toma de decisiones, la gestión y la formulación de políticas públicas. En este contexto, en el que es necesario contar con indicadores cuantitativos fiables, los países han incluido como tema prioritario de agenda la consolidación de mecanismos de evaluación a nivel institucional y sistémico, es decir, aplicados en la medida de lo posible a la mayoría de actores que participan en la educación superior, ciencia y tecnología.

Las universidades han pasado a convertirse en el objeto de un renovado interés entre los teóricos del sistema de producción de conocimiento de acuerdo con su papel en la formación de recursos humanos, creación de conocimiento e investigación, transferencia y vinculación con el entorno, entre otras actividades (Godin y Gingras, 2000; Martin, 2012; Etzkowitz y Leydesdorff, 1997, 1998, 2000). Esto ha generado lazos de colaboración que contribuyen en gran medida al incremento, entre otras cosas, de la producción científica. Godin y Gingras (2000) han demostrado que, a pesar de una diversificación real de los lugares de producción de investigación científica, la presencia de las universidades aumenta por el hecho de que otros actores generan una gran proporción de sus trabajos en colaboración con estas.

Para comprender el rol que cumplen las universidades en el sistema científico y tecnológico, es necesario pensarlas como el principal agente en la estructura de producción de conocimiento -en especial en el ámbito de la investigación básica- a nivel mundial y muy especialmente en América Latina. Históricamente se considera que las universidades tienen la misión de formar e investigar, lo cual está ligado al modelo promulgado por Wilhelm von

Humboldt de la universidad de investigación y que se traduce actualmente en la idea general del “deber ser” de las universidades en todo el mundo. Para Martin (2012), dicho modelo considera que las universidades deben propiciar el aprendizaje académico y la educación humanística; entrenar a la élite burocrática y profesional; promover la enseñanza y la investigación. Sin embargo, en las últimas décadas se ha esperado que la universidad haga mayor énfasis en su contribución a la industria, a la economía nacional, regional y local, entre otros aspectos sociales. A esto se le ha denominado “vinculación”, “extensión” o “tercera misión”.

Todo lo anterior ha generado que las políticas gubernamentales reconozcan el rol que tienen las universidades en los sistemas de innovación a nivel nacional, regional, local y sectorial, tanto de los países desarrollados como los que están en vía de desarrollo. Las políticas públicas han hecho evidente su interés por generar y fortalecer la interacción entre las universidades y otros actores del sistema de innovación por medio de investigación colaborativa, transferencia tecnológica, y patentamiento, entre otras. Se ha trabajado en las políticas centradas en generar investigación aplicada, así como en la formación de recursos humanos altamente calificados que puedan contribuir a la oferta de científicos e ingenieros capacitados para satisfacer las necesidades cada vez mayores de la economía del conocimiento (Martin, 2012).

Sin embargo, para América Latina en particular, las políticas destinadas a la vinculación de la ciencia y la tecnología con la educación han sido muy limitadas de acuerdo con cómo se las ha planteado y ejecutado, muchas veces siendo inadecuadas para el contexto de aplicación de las mismas. Para Emiliozzi (2012), el problema en general de la articulación entre políticas públicas de educación, ciencia y tecnología con las universidades de la región se caracteriza no sólo por la tensión que hay entre la planificación de la educación superior y la autonomía de las instituciones, sino también por las complejas estructuras del sistema de la educación superior, el cual es heterogéneo de acuerdo con la diversidad y particularidades propias de las universidades.

Como se ha mencionado, una de las cualidades de las universidades latinoamericanas es la de concentrar la mayor parte de las tareas de investigación que se practican al interior de los sistemas científicos y tecnológicos de los países. Esta relación se ha acentuado en tiempos recientes generando la necesidad de analizar cómo se lleva a cabo la producción científica universitaria, considerando que tres cuartas partes de las y los investigadores

están radicados en estas instituciones (Emiliozzi, 2012; Albornoz, Barrere y Sokil, 2017; OCTS, 2018).

La metodología resultante de este trabajo permitirá describir, de forma sistemática y reproducible, el panorama actual de la producción científica de las universidades latinoamericanas en la base de datos de publicaciones científicas Scopus y en la base de datos de patentes PCT¹ de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. Como consecuencia, será posible responder preguntas como:

- i) ¿cuál es la importancia de la participación de las universidades en la producción científica y tecnológica de los países de América Latina?;
- ii) ¿cómo es posible conocer la participación de las universidades en la producción científica de la región dado el vacío existente en la bibliometría y los manuales metodológicos conocidos en este campo?;
- iii) ¿cuál es el volumen de la intersección ciencia, tecnología y educación superior en América Latina?;
- iv) ¿qué relevancia tiene esta información para la toma de decisión política en la materia?

Esta tesis se organiza de la siguiente manera: el primer capítulo presenta los principales antecedentes teóricos sobre la educación superior y su importancia para la ciencia y tecnología en América Latina. Se aborda también la noción de indicadores y su relevancia para la toma de decisión política. Lo anterior se acompaña de un panorama de la región y de algunos países seleccionados con información estadística sobre educación superior en base a la batería de indicadores propuesta por el Manual Iberoamericano de Indicadores de Educación Superior -Manual de Lima- (OEI, 2017). En el segundo capítulo se abordarán experiencias internacionales con indicadores bibliométricos y con patentes, haciendo énfasis en tipos de indicadores, fuentes de información y sistema estadístico internacional. El tercer capítulo explica el diseño de la metodología desarrollada en esta tesis. En el cuarto capítulo se presentan los indicadores de producción científica y tecnológica de la educación superior latinoamericana resultantes de su aplicación, con estimaciones sobre la cantidad de publicaciones y patentes con participación de instituciones universitarias. Finalmente se presentan las conclusiones.

¹ “El PCT es un tratado internacional ratificado por más de 150 Estados contratantes. Con este tratado puede solicitar la protección de una invención por patente mediante la presentación de una única solicitud “internacional” de patente en un gran número de países, sin necesidad de cursar por separado varias solicitudes de patente nacionales o regionales”. (OMPI, 2020)

1. Indicadores como herramienta para la política y gestión

Esta sección introduce algunos de los aportes teóricos sobre indicadores para la toma de decisiones, la evaluación y la gestión, así como los mecanismos de producción de indicadores en educación superior. Asimismo, se presenta un apartado que cuenta el origen del Manual Iberoamericano de Indicadores de Educación Superior - Manual de Lima (OEI, 2017) y el trabajo llevado a cabo por la Red Iberoamericana de Indicadores de Educación Superior (Red INDICES). Este apartado conduce a la sección que describe las características actuales de la educación superior en América Latina, donde se da cuenta de los principales indicadores de estudiantes, personal, financiamiento, ciencia y tecnología que recopila y publica la red.

1.1 Educación superior en América Latina

La sociedad moderna ha presenciado transformaciones en términos económicos, políticos y culturales que han repercutido en que la educación, la ciencia y la tecnología se conviertan en pilares fundamentales para lograr avances en dichos ámbitos. De esa manera se exige que las instituciones educativas y de investigación lleven a cabo procesos determinados por criterios de eficiencia y calidad en sus resultados, así como un uso adecuado de recursos que les son destinados para cumplir con sus objetivos. En este sentido, se espera que los sistemas de educación superior asuman responsabilidades con respecto a la calidad de la enseñanza, los resultados de las investigaciones y los programas de difusión y vinculación, teniendo en cuenta para su funcionamiento y toma de decisión información fehaciente que lo sustente (Estévez García y Pérez García, 2007). Esto último puede llevarse a cabo con un sistema de indicadores que se establezca como una herramienta que permita conocer el comportamiento de ciertas variables clave y se mejore así el desenvolvimiento de las diversas instituciones que conforman los sistemas de educación superior.

Dado el proceso de ampliación de la oferta y demanda de los títulos de grado y posgrado en los sectores públicos y privados de los países, se ha evidenciado una heterogeneidad de los sistemas de educación superior, acompañado de los diversos modelos que cada institución asumió con respecto a la formación, investigación y extensión, particularmente en el caso de las universidades. Dicha expansión llevó a que el Estado acompañara el otorgamiento de

fondos con una respectiva evaluación de desempeño, que diera cuenta de la calidad de los productos y resultados haciendo necesario contar con información pertinente para la toma de decisiones. Así, se promovió la creación de instancias de control de la calidad que fueran capaces de generar mejores estadísticas y con ello instrumentos como los indicadores, del mismo modo que fue necesario llevar a cabo actividades que permitieran fijar prioridades y tener criterios objetivos para controlar el uso que se hacía de los fondos públicos (García de Fanelli, 2000)

Frente a la diversidad de retos a los que se enfrenta la educación superior con respecto a la formación, capacitación docente, uso y acceso a recursos financieros, entre otros, se considera fundamental que los países planteen estrategias que permitan lograr los objetivos del sistema de educación y fortalecer la calidad de programas y demás acciones que se llevan a cabo en este nivel de formación. Así, por medio de un sistema de evaluación que permita la recolección, análisis e interpretación de la información confiable, válida y relevante, se podrá observar avances, aciertos, dificultades y disfuncionalidades del proceso educativo (Fresán Orozco, 2007).

1.2 Indicadores para la toma de decisión

Los indicadores son necesarios para la elaboración de instrumentos y el diseño de procesos de aplicación e interpretación. La evaluación de las instituciones educativas debe tomar en cuenta el contexto socioeconómico, político y cultural, los recursos disponibles, su aplicación en los procesos y su impacto en los resultados. Las políticas educativas implican la toma de decisiones acerca de los objetivos, las metas y los valores que pretende alcanzar un Estado. La información sobre el avance de los procesos instrumentados para obtener los resultados que se esperan de la aplicación de las políticas educativas requiere de un sistema de indicadores apropiado.

Por indicador se puede entender un dato que identifica un rasgo o característica empíricamente observable, que permite la medida estadística de un concepto o de una dimensión de éste basado en un análisis teórico previo; este se integra a un sistema coherente de proposiciones vinculadas, cuyo análisis pueda orientarse a describir, comparar, explicar o prever hechos (Estévez García y Pérez García, 2007). En este sentido, es necesario distinguir a los indicadores de la información estadística. Los datos estadísticos son

características numéricas de una descripción empírica, mientras que el indicador da cuenta de una construcción cuantificada que relaciona objetos prefijados con los recursos utilizados y los resultados obtenidos. Los indicadores llevan a cabo una selección de información que permite describir un objeto o dinámica determinada y por tanto realizar una interpretación de la información (Mora, 2002; Vidal, 2001 en Barrere, 2010). Es importante entender lo que un indicador dice (cuáles son las variables que combina), lo que no dice (qué variables eventualmente significativas no han sido tomadas en cuenta) y por qué lo dice; esto es, cuál es la visión modélica que da significación al dato (Albornoz y Osorio, 2018).

De acuerdo a lo anterior, los indicadores son instrumentos que aportan elementos a la toma de decisión política y de gestión y que permiten identificar las características y problemáticas de las instituciones y los sistemas. Esto no desconoce la importancia de otro tipo de información, como la cualitativa y que es difícil de convertir en indicadores, pero que, junto con los indicadores, se convierten en un insumo para caracterizar e interpretar los objetos considerados a analizar.

La construcción de los indicadores considera la disponibilidad de información que permite dimensionar algunas dinámicas como el rendimiento, la calidad, eficiencia, entre otros, que son fundamentales para la toma de decisión política. Ante esto, es posible analizar esta dinámica por medio de un modelo de producción que relaciona insumos, procesos y productos (García de Fanelli, 2014 en relación a Hanushek, 1994, 1995 y Hanushek & Woessmann, 2011). Esto último es compartido por Estévez García y Pérez García (2007), quien plantea que, si se quiere evaluar el funcionamiento de las universidades para describir los sistemas, en términos de ciertos criterios como la eficiencia económica y la calidad del producto educativo, es necesario llenar el vacío que significa la falta de una unidad de medida con indicadores que cubran las distintas dimensiones del proceso productivo, entre estas insumos, procesos y productos.

Aplicados al ámbito de la educación superior, según García de Fanelli (2000), los indicadores de insumos se relacionan con la cantidad y calidad de los recursos humanos, físicos y financieros empleados por la universidad; los indicadores de proceso indican la intensidad o productividad en el uso de tales recursos; y los indicadores de producto evalúan el resultado final de las actividades de enseñanza, investigación y extensión. Ejemplificando más cada tipo de indicador se puede considerar que:

(i) los indicadores de insumos pueden ser: el gasto público en educación superior con relación al PBI; el gasto de las universidades públicas por estudiante en dólares en paridad de poder de compra (PPC), el gasto público universitario por alumno con relación al PBI per cápita, la proporción de docentes por jornada completa, la proporción de docentes de jornada completa por área de conocimiento, sueldo docente, la I+D con relación al PBI, I+D por investigador por miles de dólares; la I+D ejecutado por el sector universitario; los Investigadores en la educación superior, entre otros;

(ii) los indicadores de proceso pueden ser la cantidad de alumnos por docente con dedicación exclusiva, según disciplinas, costo por alumno y por carrera; y los indicadores de producto pueden ser graduados por ingresantes y duración de las carreras; tasas de crecimiento de la matrícula de ingresantes y las tasas promedio de crecimiento del número de graduados, publicaciones registradas en distintas bases de datos cada 100 mil habitantes entre otros;

(iii) los indicadores de contexto incluyen aspectos demográficos, socioeconómicos y culturales, de los cuales se puede indicar el nivel general de formación de la población, el nivel por sexo, la edad, la tasa de actividad y nivel de formación, opiniones y expectativas de la educación superior, entre otros (Pascual Barrio, 2006).

Para Estévez García y Pérez García (2007), existen cuatro niveles para los que se puede emplear el análisis de un sistema de indicadores construido de forma coherente para ofrecer información oportuna. Estos son la descripción, explicación, comparación y prospección como se explicará a continuación:

(i) los indicadores que describen, buscan dar respuestas acerca de diferentes fenómenos que permiten dar cuenta de cómo está la situación actual de cierto ámbito, independiente de medidas tomadas en un determinado momento (perspectiva diacrónica) o a través del tiempo (perspectiva sincrónica). Para este fin se recopilan los datos y se interpretan en el proceso que se ha denominado como inferencia descriptiva;

(ii) los indicadores que intentan explicar fenómenos, vinculan los datos de diferentes indicadores partiendo de hipótesis teóricas lo cual permite postular y contrastar relaciones causales;

(iii) para comparar, se utilizan indicadores similares medidos sobre diferentes unidades de interés, que permite conocer la situación y la dinámica propia en relación con lo que ocurre para otros casos a diferentes niveles de análisis. Esto es fundamental a la hora de pensar en

un sistema de indicadores coherente que tome como referencia los sistemas utilizados por otras instituciones y por organismos internacionales para realizar comparaciones de diferentes indicadores (en este caso, de educación superior);

(iv) finalmente, se encuentran indicadores que aportan a la prospección, que requiere emplear datos provenientes de indicadores que han sido aplicados a lo largo del tiempo de forma que permita la construcción de series temporales, así como utilizar el resultado de modelos explicativos que permitan aislar y determinar los efectos de cada indicador por separado.

Todos estos tipos de indicadores aportan a la construcción de un sistema de indicadores que permita comprender los fenómenos ocurridos en la educación superior.

1.3 Producción de indicadores

La producción de indicadores es central a la hora de considerar la creación de sistemas de información. Esta producción y su posterior análisis debe estar basada en criterios de viabilidad y fiabilidad de la información, así como contar con un proceso estandarizado que permita ofrecer resultados a corto plazo teniendo un sistema actualizado eficaz de manera permanente a lo largo del tiempo. Las variables e indicadores utilizados para la medición de las diversas dimensiones de la educación superior se refieren a distintas unidades de análisis como son estudiantes, personal docente, los recursos económicos, la investigación y desarrollo, entre otros.

Para que los datos se transformen en información es importante que al recopilarlos sean necesarios, válidos y fiables. Además, deben permitir análisis comprensivos a la hora de compararlos entre sí. Al disponer de procedimientos estandarizados y reproducibles para el análisis, se puede generar información articulada y sistemática. Cuando esta información se difunde con oportunidad, permite aportar un adecuado conocimiento de los procesos y resultados. En el caso de la educación superior, esta transformación permite conocer de manera adecuada un panorama sobre la educación superior, sus procesos y resultados, con el propósito de lograr una mejora progresiva en las condiciones educativas cuando los datos como la información sean disponibles para los encargados de la toma de decisión al respecto (Estévez García y Pérez García, 2007).

Como se ha mencionado, la validez y fiabilidad de los indicadores y sus mediciones son características necesarias para la conformación de un sistema estadístico. Por ende, cuando se habla de indicadores con estos adjetivos, se les utiliza para enfatizar las propiedades que éstos deben tener. Se hace referencia por un lado a su validez, ya que los datos miden lo que se pretende medir y su fiabilidad, dada por la necesidad de que los indicadores midan siempre la misma característica. Es decir, los resultados de la medición deben ser consistentes y comparables a lo largo del tiempo de modo tal que los valores presentados atiendan siempre al mismo concepto y no contengan errores de cobertura informativa. Asimismo, la condición de “consistentes” significa que en el sistema no deben existir disparidades entre valores que hacen referencia a características similares complementarias, o en el caso que existan, dichas diferencias deben ser explicables (Estévez García y Pérez García, 2007).

Además de estas condiciones, se suelen mencionar otros aspectos tales como pertinencia o relevancia, en relación a que deben medir aspectos que merecen medirse de acuerdo a los objetivos de la institución o sistema, su actualización, que permita contar con la información constantemente para tomar decisiones apropiadas y la manipulación, que idealmente se evita a fin de que los indicadores no ofrezcan una imagen distorsionada de la realidad, o favorable a las actividades que se evalúan (Cave y Hanney, 1992, Sanyal y Martín, 1998 en García de Fanelli, 2000)

Para el campo de la educación superior, haciendo un uso apropiado de un sistema de indicadores se podría llegar a identificar problemas y con esto apoyar la caracterización de acciones políticas e institucionales prioritarias, incluyendo propuestas de alternativas para las políticas y programas. Asimismo, se podría contribuir a la planeación educativa a mediano y largo plazo, evaluar las políticas y los programas desarrollados, predecir tendencias, realizar comparaciones internacionales y subnacionales, así como sugerir áreas de investigación sobre áreas de vacancia, entre otras (Estévez García y Pérez García, 2007).

1.4. Niveles de análisis de la producción de información

1.4.1 Funciones de la producción de indicadores

Para Barré (1997), la producción de indicadores lleva a cabo cuatro funciones, que son: (i) “demanda-utilización”, (ii) “concepción-finalización-transmisión”, (iii) “movilización-

reparación-tratamiento de datos fuente” y (iv) “establecimiento de datos fuente”. Estas funciones serán explicadas en los siguientes párrafos.

- (i) Por la función de “demanda y utilización”, el demandante de información sería la institución responsable de regular políticas como puede ser la de educación o de investigación, y que tiene dentro de sus funciones el compromiso de tomar decisiones a partir de análisis adecuados para este fin. Asimismo, es aquel que financia programas y proyectos en la materia, haciendo que sus decisiones sean determinantes.

Generalmente son utilizados análisis de corte cuantitativo que pueden ser informes nacionales de indicadores del campo de la educación superior, por ejemplo: el establecimiento de documentación que contribuya a la reflexión y toma de decisión; la construcción de documentos y expedientes útiles para los procesos de concertación o de negociación con los actores del ámbito de aplicación y de otros ámbitos a nivel nacional e internacional. La demanda de información que se establece como la base de este proceso surge de la necesidad de dar respuesta a interrogantes contruidos sobre información ya existente de procesos o sobre áreas de vacancia de las cuáles no se tiene información. Esto se puede relacionar con la construcción de la demanda.

- (ii) Con respecto a la función de “concepción, finalización y transmisión de los productos”, esta se relaciona con la función de demanda y utilización de la información. Según Barré (1997), esta función establece la calidad de todo el proceso, que, a su vez, requiere realizar la interfase entre lo político y lo analítico, entre el mundo de las decisiones y de los conocimientos. Así, se construye la demanda y se traduce en términos de necesidad de conocimientos, que supone la seguridad de disponibilidad del conocimiento requerido. Del mismo modo, se trata de distribuir y difundir los resultados del proceso.

De acuerdo a este modelo, la producción de información estará constituida por una multiplicidad de indicadores complementarios, reunidos coherentemente en relación a su nomenclatura. Se espera contar con indicadores brutos que den lugar a otros calculados y de esta manera contar con los indicadores definitivos. Este

proceso debe acompañarse de un tratamiento de análisis para proponer interpretaciones adecuadas en la materia.

Para llevar a cabo el proceso de producción, cálculo y análisis de los indicadores, es necesario contar con la identificación de datos pertinentes, la concepción de los tratamientos a realizar y su traducción en estructura de datos, de la misma manera que con la negociación del acceso a los datos y la preparación y conformación de los datos para que éstos puedan ser aprovechados; la realización de tratamiento de los datos y su eventual transmisión (Barré, 1997). Se requiere que los datos sean normalizados, considerando que las fuentes (nacionales, subnacionales, supranacionales, institucionales públicas y privadas) pueden ser diversas (encuestas, censos, informes nacionales, entre otros) y por ende sus nomenclaturas.

- (iii) Por la función “movilización, preparación y tratamiento de los datos-fuente” se entiende el proceso por el cual se pasa de los datos-fuente a los indicadores brutos que posteriormente servirán también para el cálculo de dichos indicadores. Esto último lleva consigo un trabajo adicional de selección de datos, reformato, unificación y muchas veces reconstrucción de los archivos.

Particularmente, el tratamiento de datos de carácter nacional, que suelen ser el resultado de encuestas, así como de actividades presupuestales o gestión, entre estas inscripciones universitarias, diplomas, entre otros (Barré, 1997). Para acceder a esta información es necesario solicitarlos a los responsables de su sistematización, que generalmente suelen ser los ministerios o instituciones estadísticas nacionales. Son de naturaleza gratuita, pero para su uso, suele requerirse un proceso de normalización ya que no están preparados para su uso externo sino, sobre todo, uso interno. Los datos de las empresas, que también pueden aparecer en este nivel de producción de la información, requieren de un tratamiento diferente, teniendo en cuenta que no suelen ser de fácil acceso y difusión.

Otros datos fuente pueden ser los que produce cada país pero que son sistematizados por bases de datos de organizaciones internacionales para poder comparar información entre países. Aquí se encuentran datos de publicaciones científicas, patentes, comercio internacional, entre otros (Barré, 1997).

- (iv) Por último se encuentra la función “establecimiento de datos-fuente”, que tomaría como base las funciones precedentes para la producción y sistematización de información y de esta manera, dar lugar a los indicadores básicos y calculados.

1.4.2 Interacción en la producción y uso de la información

La producción de información puede ser esquematizada en base a la interacción entre factores como uso, producción y fuentes de datos. Hay que tener en cuenta que a nivel teórico esta división puede definirse claramente, pero en la práctica existen múltiples superposiciones. Por ejemplo, los usuarios también pueden ser productores de información, mientras que las fuentes utilizadas por los productores pueden llegar a ser los propios usuarios (Barrere, 2010).

En relación a la función de los usuarios, se establece que estos plantean interrogantes de acuerdo a sus necesidades de información y la producción de indicadores les serviría como herramienta para la toma de decisiones, luego de haber realizado el análisis correspondiente. Así, los productores convierten los datos en información y los usuarios la información en conocimiento. Del mismo modo que ocurre en el campo de la ciencia y tecnología, donde los usuarios típicos de la información en la materia son los encargados de la toma de decisiones en el campo de la política científica (Ibid., 2010). Esto también puede verse en el campo de la producción de información de educación superior, en la medida que son los propios ministerios de educación y otras instituciones encargadas en la materia las que producen y así mismo utilizan esta información para la toma de decisión política educativa.

1.4.3 Producción y uso a nivel sistémico

Otro nivel de análisis puede ser el comentado por Freeman (1982) sobre los sistemas de producción de la información en cuanto la construcción de un sistema destinado a la educación superior requiere considerar una integración de los niveles de producción y utilización de la información. Dichos niveles fueron caracterizados por el autor como el institucional, sectorial, nacional e internacional y en la medida en que se relacionan e integran, son capaces de generar capacidades para disponer de datos regulares y confiables.

- A nivel institucional, la producción de indicadores se da de manera parcial y generalmente se elaboran con propósitos tales como el monitoreo, el presupuesto y la planificación de las instituciones, como son las universidades, empresas, organismos de ciencia y tecnología, entre otros. Con estos indicadores es posible dar cuenta de sus capacidades y resultados, así como de la eficacia de las políticas institucionales.
- Asimismo, se encuentra el nivel de producción sectorial, donde se estudian áreas determinadas y cuya metodología tiende a apuntar a cortes temporales para realizar los diagnósticos y que requiere de una normalización de la información al querer realizar estudios comparativos. Estos son estudios sectoriales que pueden abarcar distintos niveles de agregación (región, país, provincia) y que permiten obtener un diagnóstico de áreas que suelen ser críticas para el desarrollo social o económico.
- El nivel nacional hace referencia a la producción llevada a cabo principalmente por las autoridades de cada país de forma periódica, que cuenta con definiciones y conceptos estandarizados y series históricas nacionales. Esta producción requiere de una normalización y metodología adecuada, teniendo en cuenta que es necesario llevar a cabo un procesamiento para armonizar la información y obtener por medio de estimaciones la información faltante.
- El cuarto nivel comentado por Freeman (1982) es el que concierne a la comparación entre países, desarrollada entre organizaciones supranacionales por medio de metodologías adecuadas para este fin.

1.5 Uso de los indicadores en diferentes ámbitos

1.5.1 Indicadores de educación superior

Como se mencionó anteriormente, con la necesidad de definir y medir el desarrollo, los niveles de vida y las diversas condiciones socioeconómicas, fueron creados programas de indicadores sociales elaborados por los países y organismos internacionales. En particular, aquellos referidos a la educación en general y a la educación superior han buscado comparar y evaluar el funcionamiento de la enseñanza y sus resultados. Este interés ha promovido la creación de sistemas de información estadística y de indicadores que puedan dar cuenta de la escolarización de la población de manera comparada. La UNESCO fue la

primera organización internacional en llevar a cabo proyectos que comparan información internacional, seguida por la OCDE (Morduchowicz, 2006).

Desde 1992, con la publicación de su primera edición de *Education at a Glance*², la OCDE dio cuenta de los indicadores propuestos para abordar la materia, estableciendo criterios metodológicos para la construcción y difusión de estadísticas, así como de la participación en este proceso de los países y demás organismos internacionales con el fin de generar comparabilidad entre los diferentes sistemas educativos a nivel mundial y facilitar información a la sociedad en general sobre la educación.

En la actualidad, los instrumentos utilizados con este fin son cuestionarios como los de la UOE (UNESCO; OCDE, EUROSTAT), que han ido adaptándose junto con el material metodológico de acuerdo a las demandas de información. Estos cuestionarios se envían generalmente a las oficinas de información estadística de los países, consultando variables como estudiantes, nuevos ingresos, graduados, estudiantes internacionales móviles, personal docente y no docente, financiamiento, entre otras. A los indicadores básicos se han sumado desagregaciones particulares de acuerdo a cada caso como es sexo, edad, gestión de sector, etcétera. Para su revisión y actualización se utilizan los manuales metodológicos provistos por estos organismos a fin de que la comparabilidad de los datos y las fuentes sea confiable.

Para mejorar la información a nivel internacional fue fundamental la clasificación de programas educativos existentes en cada país, considerando la heterogeneidad propia de los sistemas educativos nacionales, “las peculiaridades de los diversos sistemas educativos y sus estructuras, las distintas instituciones implicadas y el gran número de agentes involucrados en el proceso educativo” (Pérez, 2004). Así, se dio lugar a la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE) de la UNESCO, que ha contado con apoyo de organizaciones internacionales y de Estados Miembros. Esta clasificación ha sufrido diversas revisiones y actualizaciones; la más reciente es la de 2011. A parte de clasificar niveles educativos, la CINE clasifica campos de educación y capacitación (CINE F), de logro educativo o niveles educativos alcanzado por la población y asociadas a titulaciones conseguidas (CINE-A), así como clasificación de programas educativos por nivel (CINE-P) (Ibáñez, 2019).

² <https://www.oecd.org/education/education-at-a-glance/>

De acuerdo a la UNESCO, la CINE se constituyó para garantizar la comparabilidad de información estadística de los países y así entender e interpretar correctamente la información, los procesos y los resultados de los sistemas educativos desde una perspectiva global. Con esta clasificación se buscan normalizar las variaciones que los sistemas educativos nacionales suelen presentar en términos de estructura y contenido curricular así como para evaluar y comparar el desempeño de los países a lo largo del tiempo o monitorear sus avances en la consecución de metas nacionales e internacionales. La información recabada con estos criterios puede ser utilizada en la compilación de estadísticas de educación de acuerdo al interés propio de formuladores de políticas y usuarios de estadísticas en general. Las fuentes de información pueden ser registros administrativos, encuestas de hogares e individuos y estadísticas macroeconómicas (UIS, 2013).

Dentro de las diversas unidades de clasificación se encuentran los programas educativos. Estos son definidos como un conjunto coherente de actividades educativas diseñadas y organizadas bajo un objetivo de aprendizaje o para llevar a cabo una tarea educativa a largo plazo. Su finalidad es mejorar conocimiento, destrezas y competencias en un contexto particular, así como preparar a la persona a seguir estudios avanzados, ocupaciones y oficios, entre otros. Una característica común a todos los programas educativos es que, una vez logrados los objetivos de aprendizaje, su conclusión exitosa es reconocida a través de una certificación. Con la clasificación de programa educativo se elaboran informes estadísticos de acuerdo a distintos aspectos de los sistemas de educación, como son matrícula, ingreso personal docente y no docente, recursos financieros. Lo anterior puede proporcionar información sobre las relaciones entre los elementos de entrada (estudiantes que ingresan), el proceso (participación) y la producción o elementos de salida (certificaciones) del sistema (Ibíd., pp. 13).

A esta clasificación se le suma la destinada a campos de la educación y capacitación (CINE F), la cual sigue contribuyendo a la obtención de datos comparables. Esta clasificación comprende una jerarquía de tres niveles entre campos amplios (el nivel más alto), campos específicos (el segundo nivel) y los campos detallados (el tercer nivel). Hay 11 campos amplios, entre ellos programas y certificaciones genéricos; educación; artes y humanidades; ciencias sociales, periodismo e información administración de empresas y derecho; ciencias naturales, matemáticas y estadística; tecnologías de la información y la comunicación (TIC);

ingeniería, industria y construcción, agricultura, silvicultura, pesca y veterinaria; salud y bienestar; servicios. Asimismo 29 campos específicos y cerca de 80 campos detallados de educación y capacitación. El objetivo de CINE F es “clasificar los programas de educación y sus respectivas certificaciones por campos de educación y capacitación sobre la base del contenido del programa” (UIS, 2014)

1.5.2 Indicadores de ciencia y tecnología

Godin (2004) y Vaan Ran (2003) establecen que desde principios de los años sesenta en adelante, se ha presentado un fuerte aumento en el material cuantitativo sobre el estado del arte en ciencia y tecnología, llevado adelante principalmente por los institutos nacionales de estadística, la UNESCO, la OCDE y la Comisión Europea al recopilar datos de manera sistemática sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Esto produjo que se desarrollara una comunidad de investigadores universitarios, compuesta inicialmente de economistas quienes utilizaron y crearon estadísticas para dicho fin de la medición. De esta manera es posible rastrear los vínculos dados entre el trabajo estadístico y la toma de decisión política de acuerdo a la comprensión de fenómenos en los que se pretende intervenir (teóricos), la evaluación de las acciones gubernamentales (prácticas), así como la promoción de los esfuerzos nacionales (simbólicos). Las estadísticas oficiales son las que dan lugar a las "palabras de moda" que subyacen a la política científica: alta tecnología, sociedad de la información, economía basada en el conocimiento, nueva economía. Asimismo, al ser consideradas como objetivas, al explicar hechos concretos, se convierten en instrumentos fundamentales para la política pública (Godín, 2004).

Las estadísticas económicas y sociales en general sirven para sugerir la dimensión de los problemas frente a los cuales los gobiernos deben actuar. Para Godín (2004), en relación a la ciencia y la tecnología, la agenda de las organizaciones estadísticas oficiales es diferente y menos visible pero no menos importante dado el rol de medición de las situación que llevan adelante, lo cual implica ciertos intereses como la orientación o ideología económica que influye en las mediciones oficiales de diversos temas; las estadísticas que responden en mayor medida a la demanda de la política pública que a la de relacionada con el sector científico, por tanto la estadística busca ser útil y responder a los problemas del Estado. Por último, los instrumentos utilizados para la medición están conformados por una selección conceptual y metodológica que repercute en la comprensión de la ciencia y la innovación.

La medición en el campo de la ciencia y la tecnología suele llevarse a cabo por los gobiernos y sus oficinas estadísticas de acuerdo a los recursos financieros y de capacidades con las que cuenta el estado para realizar procesos de medición, considerando la labor conceptual y metodológica que permite dar una perspectiva más amplia sobre un tema en concreto.

El instrumento que cuenta con legitimidad para los gobiernos es el cuestionario de encuesta, que se envía al universo de análisis para poder recopilar la información necesitada:

“En general, cualquier estadística que no provenga de tales encuestas está desacreditada por las organizaciones estadísticas nacionales: medir la producción de conocimiento mediante el conteo de artículos científicos (conocidos como bibliometría) o medir la invención contando patentes. Los argumentos utilizados para rechazar estas herramientas son que las estadísticas producidas no son ni confiables ni estandarizadas... esta información y los bancos de datos asociados provienen de una fuente externa a la oficina nacional de estadística, una fuente que no controla: universidades en el caso de estadísticas sobre documentos y oficinas de propiedad intelectual (y estas son incluso públicas) en el caso de patentes” (Godin, 2004).

Un hito importante es el primer número del "Manual de Frascati" de la OCDE (OCDE, 1963), un manual dedicado al desarrollo de una práctica estándar para encuestas de medición de actividades científicas y técnicas (Vaananen, 2003).

Las estadísticas oficiales miden la ciencia utilizando el concepto de investigación la cual recibe el nombre y el acrónimo "I+D" donde además se incluye el concepto de desarrollo, una actividad realizada esencialmente por empresas. Para ser considerado a los efectos de las estadísticas, la I+D debe ser institucional, es decir, debe llevarse a cabo en uno de los siguientes sectores: industria, universidad, laboratorio gubernamental u organización sin fines de lucro. Pero, sobre todo, la I+D se mide bien solo si está situada en un lugar específico conocido como laboratorio (Godin, 2004).

1.5.3 Manual de Frascati

Desde 1963 la OCDE lleva adelante la tarea de “respaldar la necesidad de pruebas a través de un idioma común y estadísticas comparables internacionalmente” (OCDE, 2015). De esta manera surge la Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental, más conocida como el “Manual de Frascati”, que, desde dicho año, ha llevado

adelante la tarea de normalizar el cálculo de las actividades en I+D llevados a cabo por los países miembros de la OCDE así como de países de otras regiones. Su experiencia ha generado que se pueda replicar la guía metodológica en diversos contextos, teniendo en cuenta sus propias lógicas de funcionamiento (como ocurrió con la RICYT y el Manual de Bogotá, explicado en los próximos apartados).

En su última edición, 2015, el Manual de Frascati define a la I+D como: “La investigación y el desarrollo experimental (I+D) comprenden el trabajo creativo y sistemático realizado para aumentar el stock de conocimiento, incluido el conocimiento de la humanidad, la cultura y la sociedad, y para diseñar nuevas aplicaciones del conocimiento disponible” (OCDE, 2015). Asimismo, se establece en este manual que existe un conjunto de características comunes que identifican las actividades de I+D, incluso cuando se llevan a cabo por parte de distintos ejecutores. Dichas actividades deben estar orientadas a alcanzar los objetivos establecidos como la norma aceptada internacionalmente para la medición de la I+D. La definición que hace sobre dicho concepto se ha convertido en el punto de partida para la mayoría de los estudios que se realización sobre estas actividades, no sólo desde su medición cuantitativa.

El manual define que la I+D incluye tres tipos de actividad, entre estas: la investigación básica, consistente en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada. También se define como actividad a la investigación aplicada, que trata sobre trabajos originales realizados para adquirir nuevo conocimiento, pero dirigido a un objetivo específico. Asimismo, se encuentran las actividades relacionadas con trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos existentes obtenidos de la investigación o la experiencia práctica y se dirigen a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; a nuevos procesos, sistemas y servicios y a la mejora sustancial de los ya existentes.

Con respecto a los indicadores referidos a los recursos humanos, debe ser tenido en cuenta el personal empleado directamente en I+D, así como a las personas que brindan servicios relacionados con dichas actividades. Es recomendable que la expresión de las personas que trabajan en I+D sea expresado en personas físicas como en equivalente a jornada completa (EJC). Esto permite contar con un panorama real del esfuerzo dedicado por un país. Asimismo, para la medición de personas físicas, es aconsejable considerar el sexo y la edad.

El manual recomienda para todas las actividades a medir considerar el tipo de I+D, los grupos de productos, las áreas científicas y tecnológicas y los objetivos socioeconómicos. En este sentido, sugiere que los datos para construir los indicadores provengan de encuestas realizadas en las unidades que llevan adelante tareas de I+D, tanto del sector estatal como de las empresas e instituciones sin fines de lucro. Este tipo de sugerencias, se acompaña con el del diseño, procesamiento, análisis y presentación de la información, que sirvan para los tomadores de decisión en política científica y evaluadores de programas con efecto directo sobre el sistema científico y tecnológico.

El Manual de Frascati puede considerarse una guía de recomendaciones metodológicas y también un producto de las ideas de su época de creación, en la medida que refleja la idea de producción sugerida por el modelo lineal, desde el cual, el sistema científico y tecnológico se alimenta de recursos financieros y humanos que se recombinan dentro del sistema de I+D dejando a las publicaciones y patentes como resultados tangibles de la producción de conocimiento básico y desarrollo científico, respectivamente.

Dado esto, los esfuerzos para la construcción de indicadores que permitieran monitorear la I+D se centrarán en la contabilización de los insumos que se inyectan en el sistema científico y tecnológico. No obstante, estos indicadores presentan objeciones, principalmente por aquellos que recaen en que el sistema científico aparece como una caja negra, dado que los procesos que contiene no son abordados. Los esfuerzos en la medición se centran en los insumos en el caso del Manual de Frascati o en los productos, pero dejan de lado los mecanismos y procesos por los cuales esos recursos humanos y financieros se asocian para dar lugar a la producción de conocimiento nuevo.

La principal fortaleza de la medición de los insumos de I+D según las normas del Manual de Frascati reside en la tangibilidad de aquello que busca medir, recursos financieros dedicados a la I+D y recursos humanos implicados en estas actividades. Estos dos pueden ser contabilizados con relativa sencillez a partir de los registros resultantes de la gestión de los centros que realizan tareas de investigación y desarrollo, que pueden ser centros de investigación, universidades, empresas (Barrere, 2010).

El manual cuenta con un capítulo dedicado a los métodos de encuestas en los diferentes sectores, aportando criterios operativos y técnicas para la estimación ante las faltas de respuesta total o parcial. Para la edición del 2015, contempla que el sector de educación

superior, debido a su relevancia política, es exclusivo del manual y no tiene contrapartida en el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN). Se define el sector de educación superior basado en las definiciones existentes de programas de educación terciaria y de educación formal. Como el objetivo de la definición es capturar toda la actividad de investigación y desarrollo experimental (I+D) en el sector, la definición incluye todos los institutos de investigación, centros, estaciones experimentales y clínicas que tienen sus actividades de I+D bajo el control directo de, o administradas por, instituciones de educación terciaria. En esta definición se brinda orientación sobre la identificación de instituciones en el sector y sobre la medición de los gastos en I+D, los flujos entre las instituciones dentro y fuera del sector y los recursos humanos comprometidos con la I+D en el sector, entre otras.

Más allá de las críticas al modelo que representa este tipo de construcción metodológica, como es el Manual de Frascati, los indicadores de I+D basado en este, son los que han tenido mayor difusión y uso para la comparabilidad a nivel mundial y son la base sobre la que se han construido otros indicadores. Este manual se ha convertido en un modelo de medición de insumos (recursos humanos y financieros).

Como parte del mismo marco metodológico -conocido como la Familia Frascati- la OCDE cuenta con recomendaciones para la medición de la producción científica mediante artículos en revistas arbitradas y con un manual específico para la construcción de indicadores de patentes de invención.

1.5.4 Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT)

La Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT) desde 1994 se ha consolidado como un sistema de información regional en materia de ciencia y tecnología. Surge con el apoyo de diferentes programas y organizaciones multilaterales como Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), la Organización de Estados Americanos (OEA), la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), el Instituto de Estadísticas de la Unesco (UIS) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Su coordinación actual se encuentra asentada en el Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la OEI (OCTS/OEI).

Su objetivo principal es promover el desarrollo de instrumentos para la medición y el análisis de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) en Iberoamérica, en un marco de

cooperación internacional, con el fin de profundizar en su conocimiento y su utilización como instrumento de política para la toma de decisiones. Asimismo, sus objetivos específicos han sido diseñar indicadores de CTI que faciliten la comparabilidad y el intercambio internacional de información en la materia, desarrollar estudios comparativos, recopilar y publicar información, y formar especialistas en los temas pertinentes de la red (RICYT, 1999).

Teniendo en cuenta los manuales existentes para la medición de actividades científicas y tecnológicas de la OCDE y la UNESCO, la RICYT llevó a cabo modificaciones para que estos documentos fueran adaptados a las necesidades de la región. Por tanto, para el Manual de Frascati, la red lo difundió en América Latina, pero sugirió ajustes para su aplicación, además de incluir el apartado “actividades científicas y tecnológicas” (ACT). Asimismo, para los indicadores de innovación, la red llevó a cabo una adaptación del Manual de Oslo de la OCDE, creando en 1995 el Manual de Bogotá, contextualizando dicha guía metodológica a las necesidades de las empresas latinoamericanas. Frente a otros temas la RICYT también ha propuesto guías de medición como el Manual de Santiago (2007) sobre internacionalización de la ciencia, el Manual de Lisboa (2009) sobre indicadores para la sociedad de la información, el Manual de Antigua (2015) para temas de percepción pública de la ciencia, y el Manual de Valencia (2017) sobre vinculación de las universidades con el entorno socioproductivo.

Para llevar a cabo estos objetivos, se propuso que el trabajo de la RICYT fuera por medio de un modelo de Red, en el cual participan técnicos de las oficinas de estadísticas de los Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología de cada país de la región, así como especialistas interesados en la medición de las actividades científicas y tecnológicas.

Anualmente la RICYT convoca a dichos técnicos de las oficinas de toda la región para llevar adelante el Comité Técnico, que se ha establecido como un espacio de encuentro para compartir los alcances de las recopilaciones de información que lleva la RICYT y de la cual son dichos representantes las fuentes directas de información de las estadísticas de ciencia y tecnología de cada país. Esta información remitida es cargada en una base de datos y publicada en la página web de la red, así como en el catálogo de información denominado “El Estado de la Ciencia”, en el cual se da a conocer el estado de este ámbito de acuerdo a los indicadores, así como a los análisis de carácter cualitativo que se pueden llevar adelante con este tipo de información. Actualmente la RICYT es el único actor que solicita

información sobre esta temática a los países de la región, luego de un acuerdo con UIS-UNESCO, para realizar un único relevamiento anual y entre los dos organismos diseñar el instrumento de recolección y validar los datos.

Adicionalmente, cada cuatro años la RICYT convoca a los representantes de las oficinas así como a especialistas y demás usuarios de información a un Congreso Iberoamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología, para ampliar la discusión sobre metodologías y usos, temas particulares de interés, entre otros aspectos propios del ámbito científico y tecnológico de la región.

La batería de indicadores de la RICYT

En la actualidad la RICYT ha consolidado una base de datos sobre diversas familias de indicadores, entre los cuales se encuentran:

- Indicadores comparativos como: Población, Población económicamente activa (PEA) Producto bruto interno en dólares (PBI), Producto bruto interno en PPC (PPC).
- Indicadores de insumo: Recursos financieros de la I+D (por habitante, investigador, sector de ejecución y financiamiento, tipos de costo, tipos de investigación, entre otros); recursos humanos de la I+D (Personas físicas, por equivalencia de jornada completa, género, entre otros); y recursos financieros de las ACT. Todos con sus posibles desagregaciones.
- Indicadores de educación superior. Todos con sus posibles desagregaciones.
- Indicadores de patentes. Todos con sus posibles desagregaciones.
- Indicadores bibliométricos: publicaciones totales en SCI, SCOPUS, MEDLINE, entre otros; Publicaciones en relación con la población, PBI y Gasto en I+D; publicaciones por disciplina y en colaboración internacionales. Todos con sus posibles desagregaciones.
- Indicadores de innovación: Industria manufacturera y Sector de servicios. Todos con sus posibles desagregaciones.
- Indicadores de percepción pública: de interés, de percepción informativa y de consumo informativo, de participación cultural, de actitudes hacia la CyT y de conocimiento institucional. Todos con sus posibles desagregaciones.

1.5.5 Red INDICES y Manual de Lima

En América Latina e Iberoamérica se han llevado a cabo proyectos y experiencias relacionadas con la sistematización de información sobre la educación superior en estas

regiones. Esto, con el propósito de comparar la performance de las instituciones de este nivel de formación y los sistemas.

Algunos de estos proyectos a nivel mundial fueron la *Evaluación de Educación para Todos*, (EPT-EFA, UNESCO) realizada en 2000 y el *Proyecto Mundial de indicadores* (WEI UNESCO/OECD), que se concentraron en estudiar la aplicación de indicadores de países desarrollados en los países en vías de desarrollo. A nivel regional, se llevaron a cabo el *Proyecto Regional de Indicadores Educativos para América Latina y el Caribe* (SIRI) y a nivel subregional las iniciativas que se llevaron adelante en el Mercosur, los países firmantes del Convenio Andrés Bello, la Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana, la Organización de Estados Caribeños Orientales (OECS) y Caribbean Community (CARICOM) (Pérez Rasetti, 2010).

Asimismo, durante la primera década del 2000, se encontraron las iniciativas del Mapa de la Educación Superior de América Latina y el Caribe (MESALC), emprendido por IESALC-UNESCO y seguido de esta, el Proyecto INFOACES (Sistema Integral de Información para las Instituciones de Educación Superior de América Latina). Parte de sus objetivos fueron establecerse como sistemas de información regional sobre la educación superior en la región, basados en indicadores de insumos y resultados de las instituciones de este nivel de formación. De estas iniciativas surgieron manuales y propuestas de indicadores comparables donde se abordaban aspectos como oferta, acceso, movilidad, recursos humanos, recursos financieros, entre otros de la educación superior. Dentro de las particularidades de estos modelos de sistema de información es que ambos buscaron que la información proviniera directamente de las instituciones de educación superior miembros de los proyectos y la validación dependía de la revisión de estas mismas, así como de otros instrumentos a emplearse de acuerdo a otras fuentes de información validadas por la Unión Europea (Pérez Rasetti, 2010). En la actualidad estas propuestas no están vigentes.

En este contexto, surge en 2010 la propuesta formulada por la OEI, por medio de su Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS), con apoyo del UIS-UNESCO, orientada a la construcción de un sistema sustentable de información sobre la educación superior de la región, basado en indicadores cuantitativos e información cualitativa. “La originalidad de esta propuesta es que apuntó al mismo tiempo al objetivo de contar con una norma metodológica basada en el consenso y a lograr el eficaz funcionamiento de un mecanismo participativo que garantiza la actualización permanente,

facilita el aprendizaje conjunto y permite la revisión crítica de los datos recogidos” (Albornoz, Barrere y Osorio, 2018).

Teniendo en cuenta las experiencias regionales e internacionales previas, así como el trabajo llevado a cabo por la RICYT en materia de ciencia y tecnología, esta iniciativa no sólo buscó consolidarse como una plataforma de información sobre la educación superior en todos sus aspectos, sino también como una red entre quienes producen y usan dicha información. Esto, teniendo en cuenta que la fuente primera de los datos proviene de las fuentes oficiales de los países de la región, específicamente las oficinas de producción estadística de educación superior de los organismos nacionales como Ministerios, Secretarías y demás que recogen y sistematizan los datos de las instituciones de este nivel de formación. Asimismo, especialistas e investigadores de la región quienes usan este tipo de información en sus análisis.

De esta manera, una de las primeras acciones llevadas a cabo fue convocar a un grupo de expertos de varios países, funcionarios y académicos que después de varias reuniones de trabajo desarrolló un documento denominado “Manual Iberoamericano de Indicadores de Educación Superior (Manual de Lima)” (2017), que aporta herramientas teóricas y metodológicas para la construcción de indicadores de educación superior. Este texto ha permitido homogeneizar la forma en la que los países elaboran sus indicadores, permitiendo tener una base de datos regional y activar en forma concomitante un mecanismo de actualización y revisión permanente de la información: la Red INDICES (Albornoz et al, 2018).

Esto último fue fundamental para solucionar el problema de la actualización de los datos y evitar su obsolescencia. Teniendo en cuenta la experiencia de la RICYT, se propuso que los técnicos y responsables de dichas áreas estadísticas, así como especialistas de la educación superior anualmente se encuentren en reuniones de trabajo donde se ponga en discusión los resultados de las recopilaciones de información, los avances y las dificultades en torno a esto, así como la revisión de las definiciones y metodologías del Manual de Lima. De esta manera se consolida el trabajo de la Red, que coordinada por el Observatorio CTS, insta a encuentros participativos, de actualización y difusión sobre indicadores de educación superior en la región.

La propuesta de indicadores del Manual de Lima, se caracteriza por sus cualidades tanto descriptivas como performativas. Los indicadores escogidos en el documento tienen como objeto los sistemas educativos y no las instituciones, buscando con ello generar información que permita caracterizar a los países y a la región en su conjunto. Por esta razón, el abordaje que realiza el manual comprende información cuantitativa y cualitativa de los sistemas. En relación con esto, se prioriza la inclusión y la definición de indicadores básicos sobre dimensiones relevantes para la educación superior agrupados en cuatro dimensiones: estudiantes, personal, financiamiento e investigación.

La información de corte cualitativa tenida en cuenta en el Manual de Lima describe los sistemas nacionales de educación superior de los países de la región, teniendo en cuenta los elementos que los constituyen y que permiten contextualizar su organización institucional, su marco normativo, las propuestas de formación, los sistemas de ingreso, el sistema de aranceles y las diversas modalidades de financiamiento del Estado.

Con respecto a los conjuntos de indicadores, aquel referido a estudiantes en la educación superior, el Manual considera que la función de la enseñanza es común a todas las instituciones de educación superior y por ende, la dimensión de estudiantes da cuenta de una de las características constitutivas elementales de los sistemas. Los indicadores elegidos y sus desagregaciones intentan demostrar fenómenos tales como la cobertura, absorción, eficiencia, entre otros. En lo que respecta a los indicadores de personal, estos buscan comprender la composición y organización de la función docente y no docente, la dinámica ocupacional en las instituciones educativas y las modalidades de configuración en la profesión académica.

En cuanto al financiamiento de la educación superior, se asume que por medio de los indicadores propuestos en el documento del Manual se puede entender y caracterizar el lugar que le dan los Estados y otros sectores de la sociedad a este nivel educativo, considerando el fomento en términos económicos, las fuentes de financiamiento y los tipos y modalidades de gastos que se realizan.

Asimismo, el Manual de Lima afirma que la investigación y desarrollo (I+D) es una actividad importante dentro de las instituciones de educación superior en la medida que en América Latina, España y Portugal, una parte sustantiva de la I+D se ejecuta en las universidades, por lo tanto, los indicadores de educación superior son de particular interés para caracterizar a

la educación superior de la región. (Albornoz, et al., 2018). Como marco conceptual para la medición de las actividades de I+D se tomará como base las definiciones del Manual de Frascati (2002), que es utilizado en todo el mundo. Los datos de I+D disponibles en la RICYT también siguen esta metodología (Manual de Lima, 2017).

Anualmente, la Red INDICES lleva a cabo la recopilación de datos de la red que se realiza por medio de un instrumento de recolección en forma de formulario de datos cuantitativos, donde se presentan los diversos indicadores propuestos por el Manual de Lima, así como sus desagregaciones. Como una forma de publicar la información producida y sistematizada por la Red, se llevó adelante la creación de un repositorio online que permite el acceso a la información siguiendo los modelos ya existentes de UNESCO, RICYT y SITEAL. Actualmente, este repositorio contiene la información de un número de países suficiente para dar cuenta del estado de la educación superior en Iberoamérica entre 2010 y 2020 con más de 100 indicadores de educación superior sobre contexto, estudiantes, personal, financiamiento e investigación y desarrollo en la educación superior por países y estimaciones a nivel regional.

Teniendo en cuenta la información suministrada por la Red INDICES el siguiente capítulo presentará un panorama de las principales características de la educación superior en América Latina, de esta manera, comprender la importancia que tiene este tipo de sistemas de información para lograr analizar qué ocurre con este nivel de formación a nivel regional y por país a lo largo del tiempo. Así, demostrar la necesidad de construir una metodología que permita distinguir la dinámica y alcances de la investigación en la educación superior de los países latinoamericanos.

2. Características actuales de la educación superior de América Latina

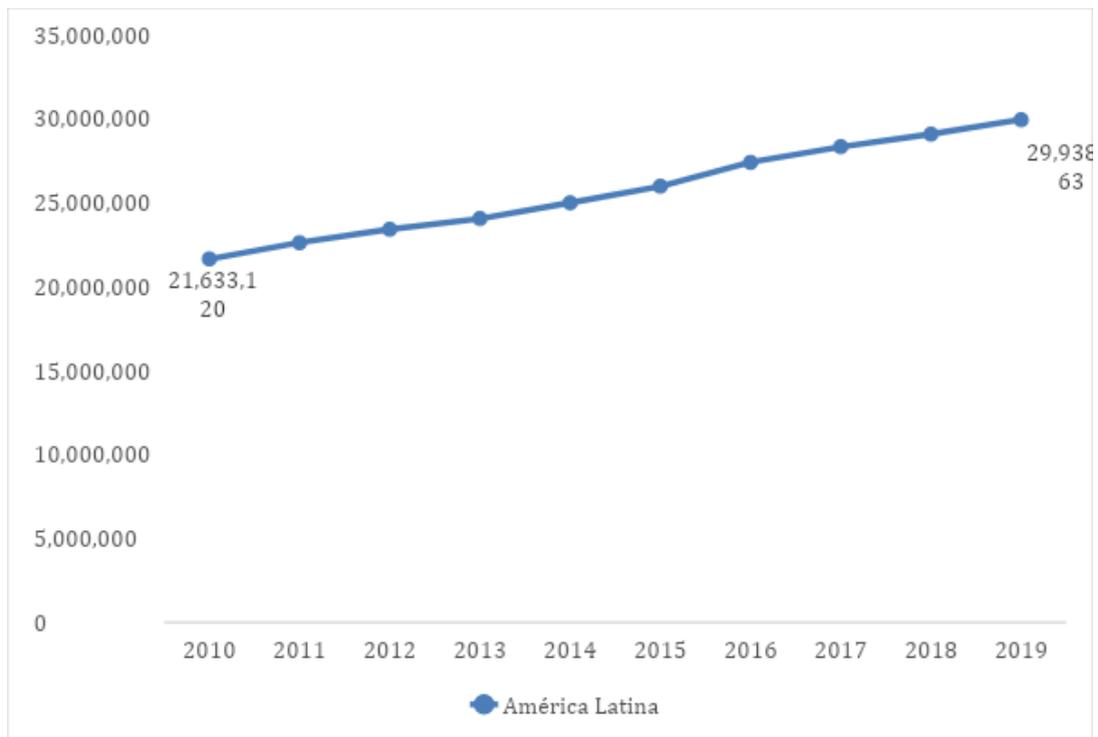
A partir de los ejercicios de recopilación de datos de la Red INDICES y RICYT realizados en 2020, considerando los indicadores antes mencionados, a continuación, se presenta una descripción comparativa de la educación superior en América Latina teniendo en cuenta los indicadores macro (estudiantes, personal, financiamiento e I+D), propuestos por el Manual de Lima.

2.1 Estudiantes

En 2019 asistían a la educación superior (carreras de grado y posgrados de los niveles 5 a 8 de CINE) 29.938.663 de estudiantes. Tomando como base el año 2010, el crecimiento de la matrícula para el período ha sido del 38% para América Latina. La mayor parte de la matrícula se encuentra asistiendo a instituciones del sector privado, 55%, y el 56% de los y las estudiantes son mujeres.

Esto puede deberse principalmente a la masiva demanda de este nivel de formación devenida de la ampliación de la oferta de instituciones y programas principalmente en el sector privado, así como de la política educativa destinada a ampliar el acceso a las universidades a todos los sectores sociales. Según Arnaudo, Ibañez y Morresi (2019), en las últimas décadas los sistemas nacionales de educación superior latinoamericanos han dado cuenta de una creciente expansión considerando el incremento anual de la tasa de matriculación que supera la de crecimiento de la población de 20 a 24 años con lo cual, se puede comprender que se ha pasado de un modelo de acceso de algunas clases sociales, a un acceso universal. Dentro de los motivos que han acompañado este proceso se encuentra la demanda de servicios educativos, donde la población espera encontrar nuevos conocimientos y competencias para desempeñarse en el mundo laboral.

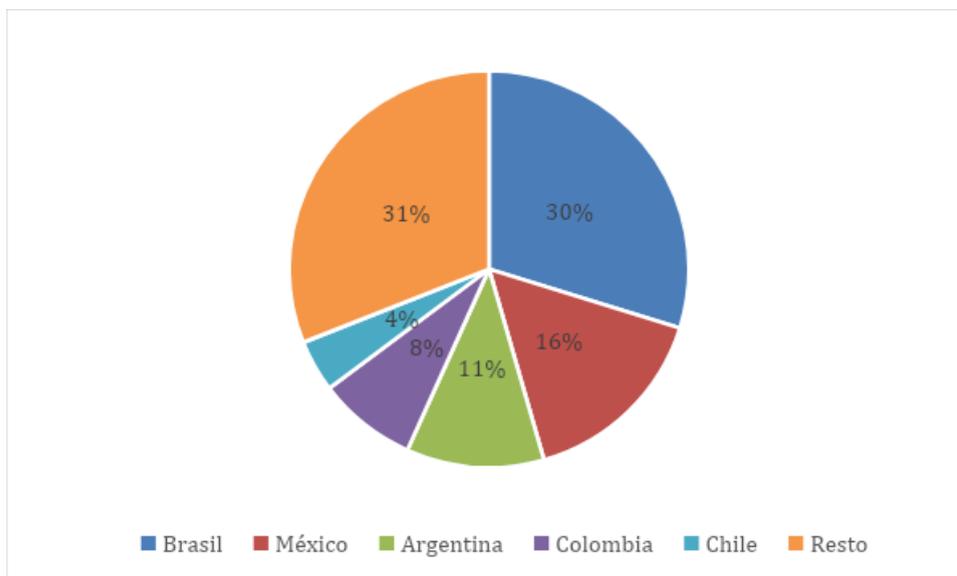
Gráfico 1. Total de estudiantes en la educación superior de América Latina



Fuente: Red INDICES

Este indicador también puede entenderse de acuerdo a factores como las transiciones demográficas de los países, sus tasas de graduación a nivel medio y las políticas de acceso institucional (García de Fanelli y Adrogué, 2019). Cuando se observa particularmente en ciertos países como aparece en el Gráfico 2, es notorio ver que existe una relación con lo anteriormente dicho, por ende, países como Brasil (30%) y México (16%) son los países que presentan mayor cantidad de estudiantes a nivel regional.

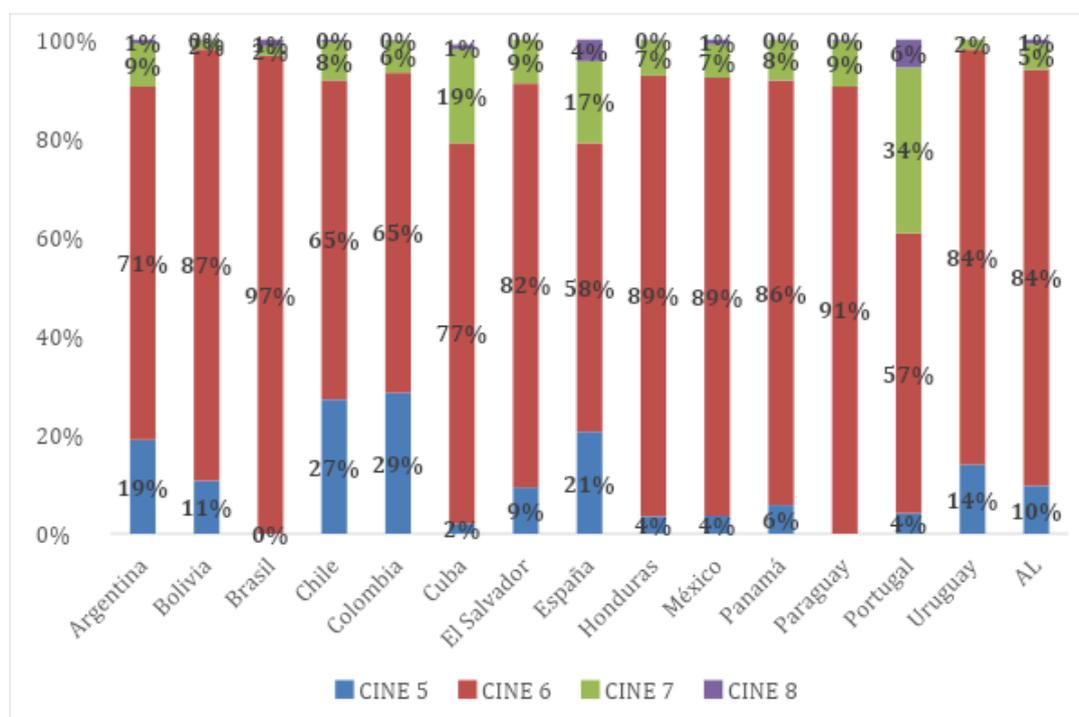
Gráfico 2. Estudiantes en la educación superior por país en relación al total de América Latina, 2019



Fuente: Red INDICES

El Gráfico 3 permite dos lecturas complementarias: a nivel regional, América Latina tienen una proporción similar de estudiantes según niveles de CINE comprendidos en la educación superior. Luego, la heterogeneidad en la composición entre los países es otro rasgo evidente que se observa en el peso de programas de corta duración en países como Colombia y Chile, que tienen entre el 27% y el 29% de la matrícula en esa oferta; por otra parte, países como Portugal, España y Cuba tienen una proporción importante (entre el 20% y el 40%) de su matrícula en carreras de CINE 7 y 8.

Gráfico 3. Estudiantes en la educación superior de América Latina por nivel CINE, 2019

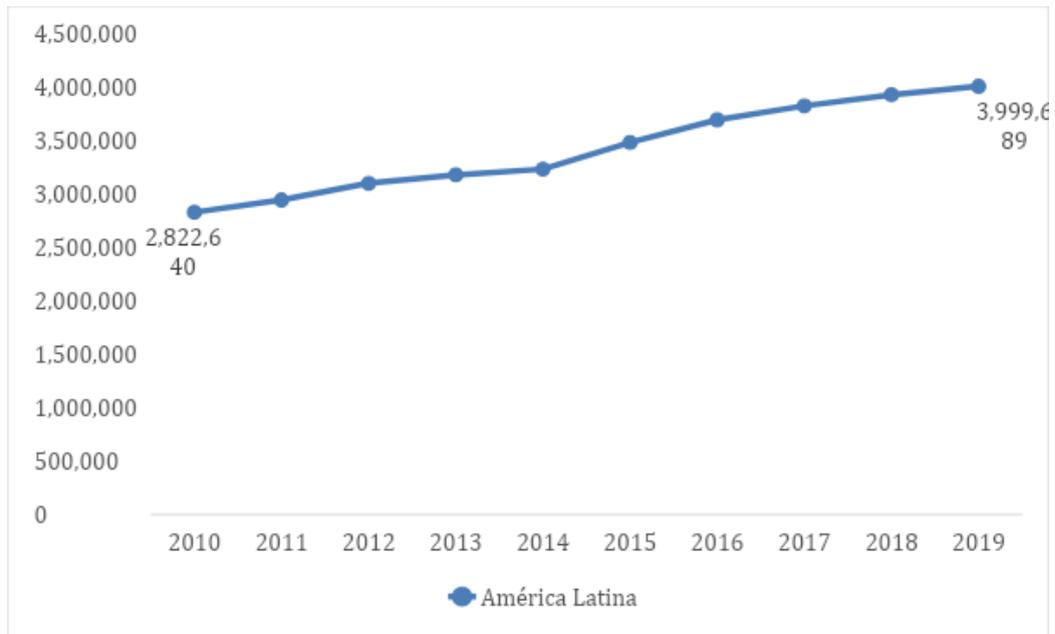


Fuente: Red INDICES

2.2 Graduación

En América Latina el ritmo de crecimiento de la cantidad de los graduados y las graduadas superó el crecimiento de la matrícula, ya que tuvo un aumento del 42% entre 2010 y 2019. En 2019 casi 4 millones de estudiantes (tanto hombres como mujeres) se graduaron, conformando un conjunto de profesionales, docentes e investigadores e investigadoras que se integrarán a los diferentes sectores de la economía y el campo científico.

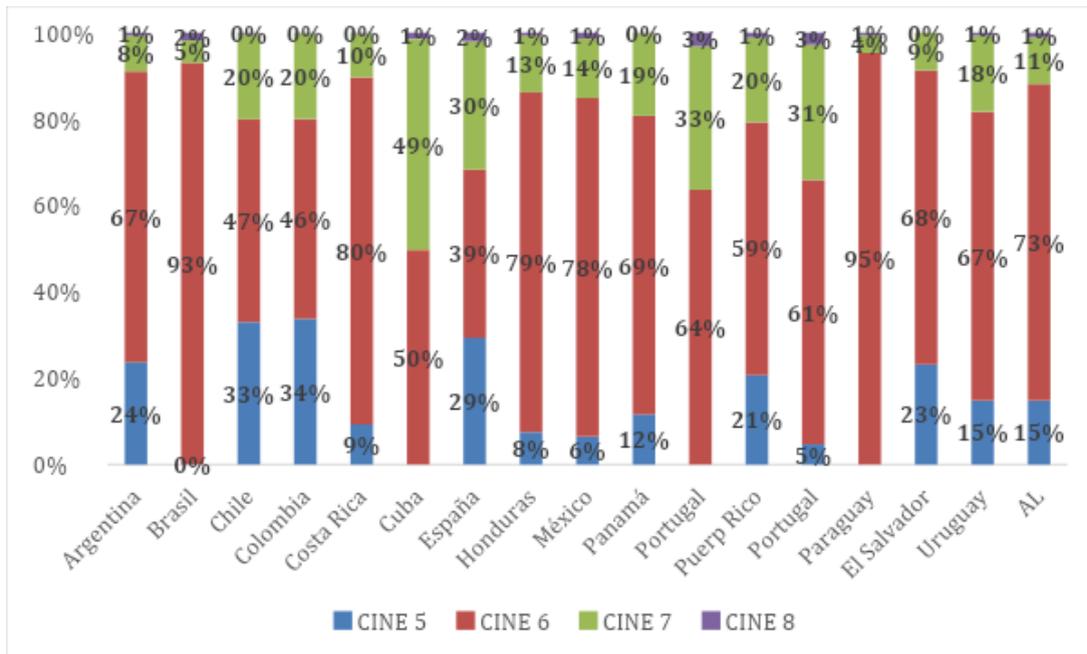
Gráfico 4. Graduados totales de educación superior de América Latina



Fuente: Red INDICES

La mayor proporción de personas graduadas corresponde a carreras de CINE 6 o licenciatura, con el 70% de quienes egresan en Iberoamérica y el 73% en América Latina. Esta composición según niveles de CINE está asociada a la distribución de la matrícula y a la variedad de tipos institucionales y de programas de la educación superior de grado y posgrado. Hay países que tienen entre 29% y 34% de quienes egresan provenientes de carreras terciarias de ciclo corto, como es el caso de Colombia, Chile y España. En relación con las carreras de CINE 7, Cuba se destaca por la presencia de un 49% del total de personas graduadas en esos programas, seguida por Portugal (31%), España (30%) y Puerto Rico, Chile y Colombia (20%).

Gráfico 5. Distribución de graduados de educación superior en América Latina, 2019



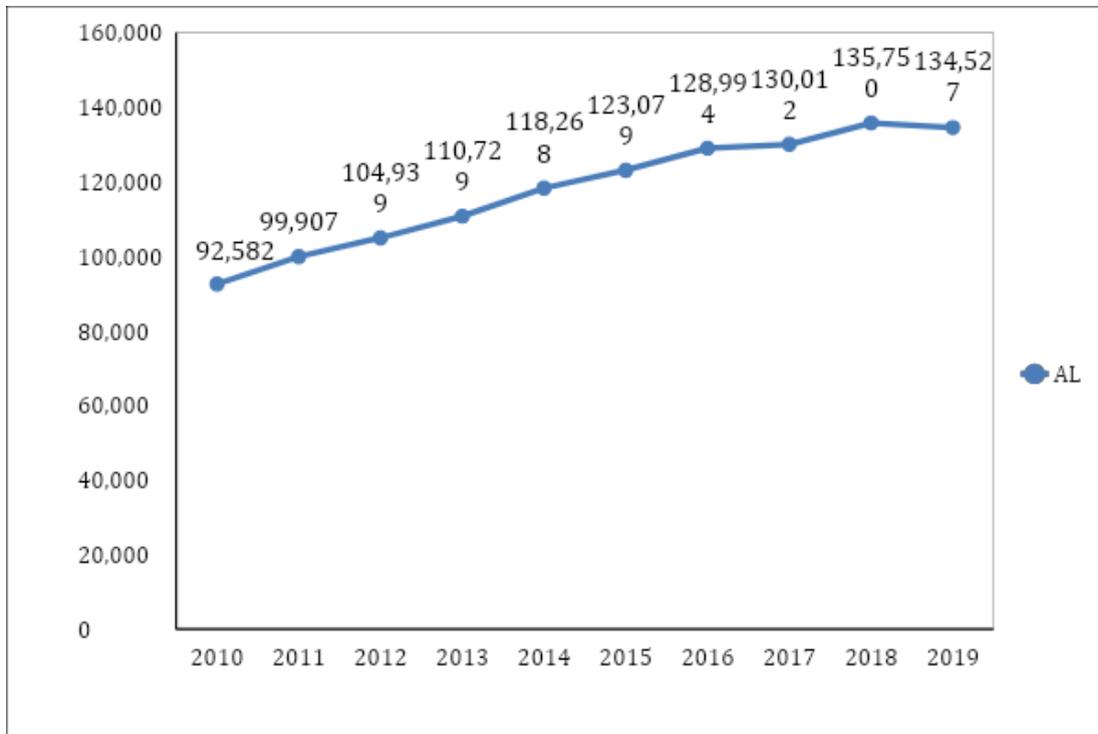
Fuente: Red INDICES

Analizar la dinámica de la graduación de los estudiantes de la región es fundamental para comprender en una perspectiva más amplia lo que ocurre en el sistema científico y tecnológico, ya que el nivel de especialización de los recursos humanos termina incidiendo en la dinámica investigativa, en la producción de conocimiento científico y tecnológico y la ampliación de temas de trabajo de acuerdo a los campos de formación y capacitación de los cuáles egresan los estudiantes.

2.3 Financiamiento

El financiamiento que los países destinan a sus sistemas de educación es primordial para su funcionamiento y desarrollo, el cual puede encontrar su origen en el sector público como en el sector privado. Entre 2010 y 2019, la inversión en educación superior aumentó un 45,3%. Este incremento se presenta en términos reales, por tanto, el Gráfico 6 muestra los valores en dólares PPC (paridad de poder de compra). La evolución del financiamiento durante esta década fue sostenida, demostrando una consolidación económica del sistema de educación superior de la región, que contiene la inversión en los estudiantes, planta docente, infraestructura, investigación, extensión, entre otras.

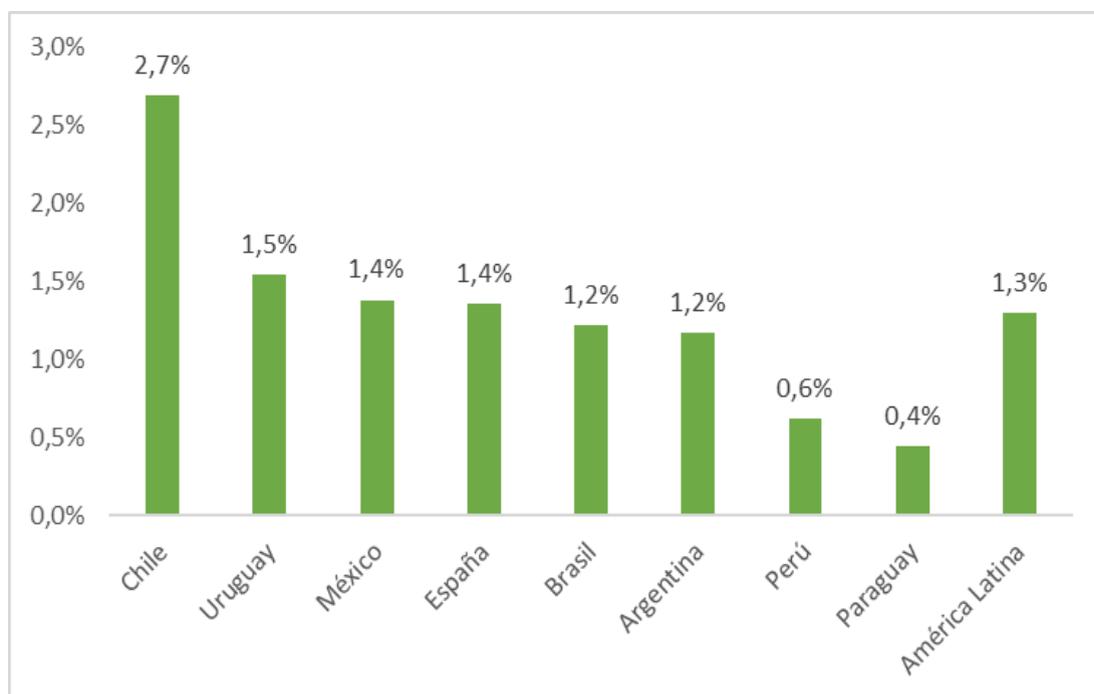
Gráfico 6. Inversión en educación superior en América Latina (millones PPC)



Fuente: Red INDICES

Para comprender mejor el dato regional es importante considerar otras variables, como lo que ocurre en cada país. Por esto, se analiza en el Gráfico 7, la participación de la educación superior en los gastos del Estado expresado por medio de la relación con su Producto Bruto Interno (PBI).

Gráfico 7. Inversión en educación superior en relación al PBI para países seleccionados, 2019 o último dato disponible



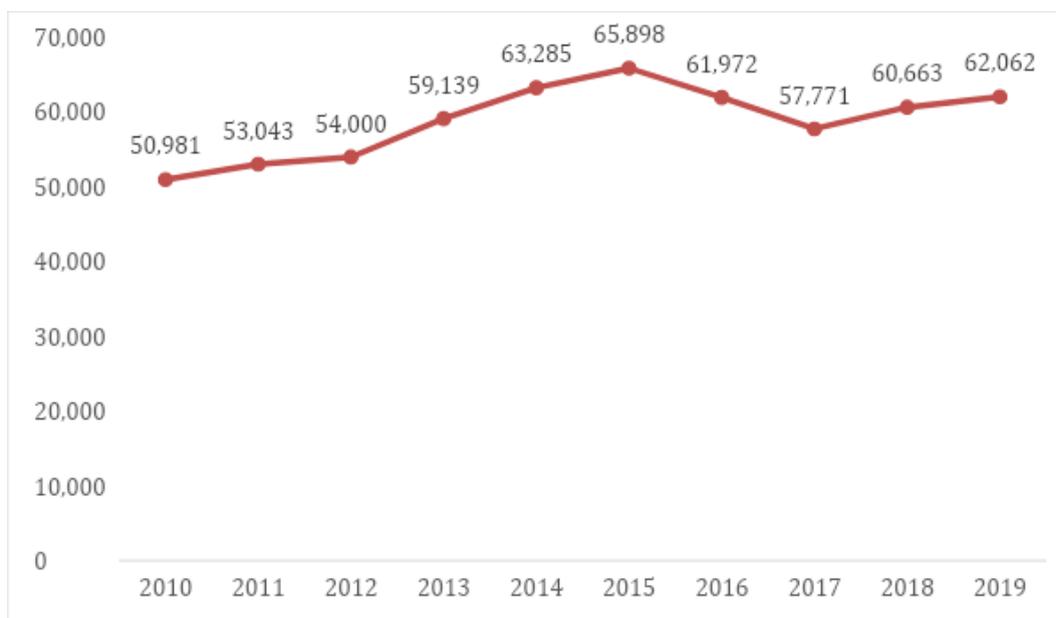
Fuente: Red INDICES

América Latina invirtió en promedio el 1,3% de su PBI en la educación superior en 2019. Chile es el único país, de este grupo seleccionado, que supera el 2%, mientras que el resto de países se encuentra por debajo del 1,5%. Perú y Paraguay son los países con menor inversión en este nivel de educación.

2.4 Investigación y Desarrollo en la educación superior

Además de tener las características mencionadas anteriormente con respecto a la matrícula (cobertura) y egreso (resultados), América Latina presentó un incremento con ciertas variaciones en cuanto al desempeño en el plano de actividades de fomento a la investigación y sus recursos humanos entre 2010-2019. Como se observa en el Gráfico 8, el crecimiento se observa particularmente entre 2010 a 2014 y a partir de 2015 se presenta un leve descenso de la inversión. Sin embargo, los últimos años presentan una leve tendencia de crecimiento nuevamente. Según la RICYT (2021), la nueva coyuntura es un fenómeno generalizado que afecta a la mayoría de los países de la región y se evidencia particularmente en Argentina, Brasil y México, los cuales representan más del 90% del esfuerzo regional en I+D.

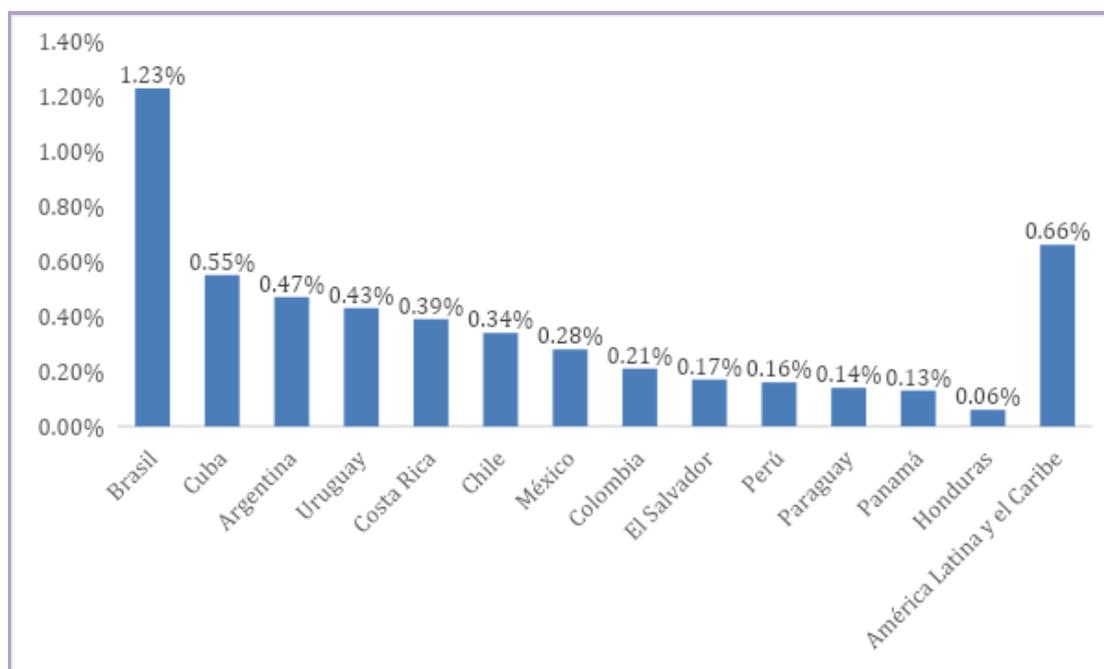
Gráfico 8. Inversión en I+D en PPC de América Latina



Fuente: RICYT

Como se indica en el Gráfico 9, el grupo de países seleccionados en la región demuestra la heterogeneidad que tienen los países en su inversión en I+D y lo que este sector representa para un país en relación a otros sectores. Brasil es el país que más esfuerzo realizó en el financiamiento de I+D con un 1,23% de su PBI en 2019. El resto de los países invirtió menos del 0,6% de su producto en I+D. En general, la inversión en I+D de la región acompañó un proceso de expansión económica en la mayor parte de los países de América Latina, pero, más allá de un incremento de su presencia en las agendas de política nacionales, no se ha registrado un cambio significativo en la prioridad que se le ha dado en términos de recursos económicos (OCTS, 2018).

Gráfico 9. Inversión en I+D con relación al PIB de países seleccionados, 2019 o último año disponible

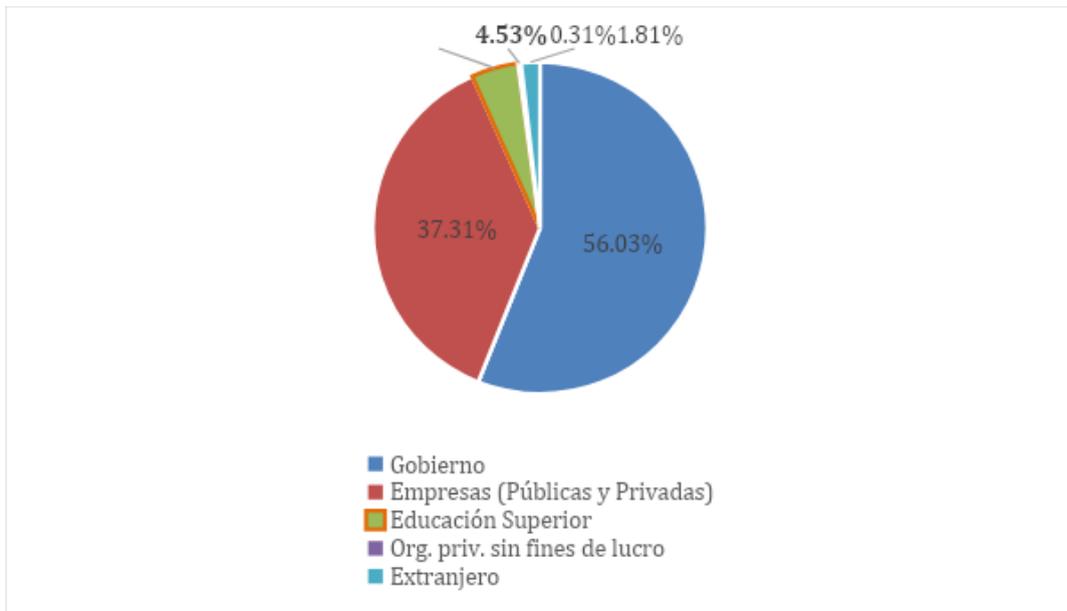


Fuente: RICYT

Como es sabido, diferentes son los sectores que financian el gasto destinado a la I+D, entre estos: gobierno, empresas, organizaciones privadas sin fines de lucro, extranjero y educación superior. Con relación a este último, en 2019 su participación en el financiamiento total fue solo del 4,5% mientras que fueron el gobierno y las empresas las que tuvieron mayor participación con un 56% y 37% respectivamente como se detalla en el Gráfico 10.

Esa participación menor de las instituciones de educación superior en el financiamiento se debe, en cierta medida, a una decisión metodológica. El Manual Frascati, norma utilizada por la mayoría de los países del mundo para construir indicadores de I+D, recomienda que los fondos que las universidades destinan a I+D provenientes de los fondos generales de funcionamiento otorgados por los gobiernos se computen como financiados por el sector gubernamental. Como consecuencia, el sector educación superior aparece con un volumen menor en estas estadísticas.

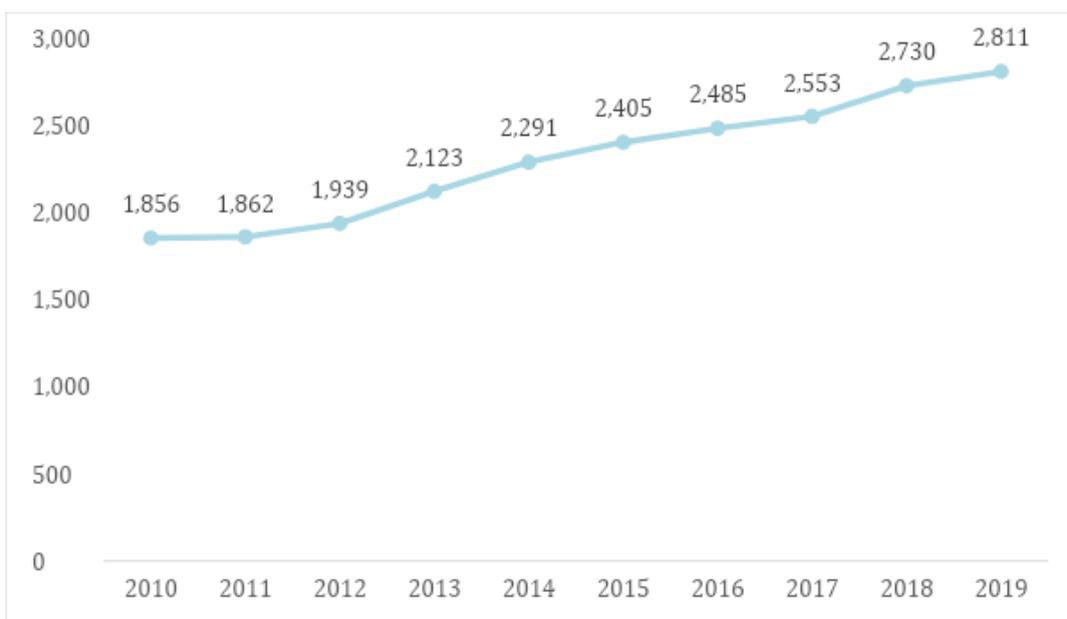
Gráfico 10. Gasto total de América Latina en I+D por sector de financiamiento, 2019



Fuente: RICYT

El gasto en I+D de la región financiado por la educación superior en millones de dólares PPC en el periodo 2010-2019, como se muestra en el Gráfico 11, fue constante, pasando de contar en 2010 con 1.856 millones a 2639.811 millones en 2019, esto significó un 52% de crecimiento.

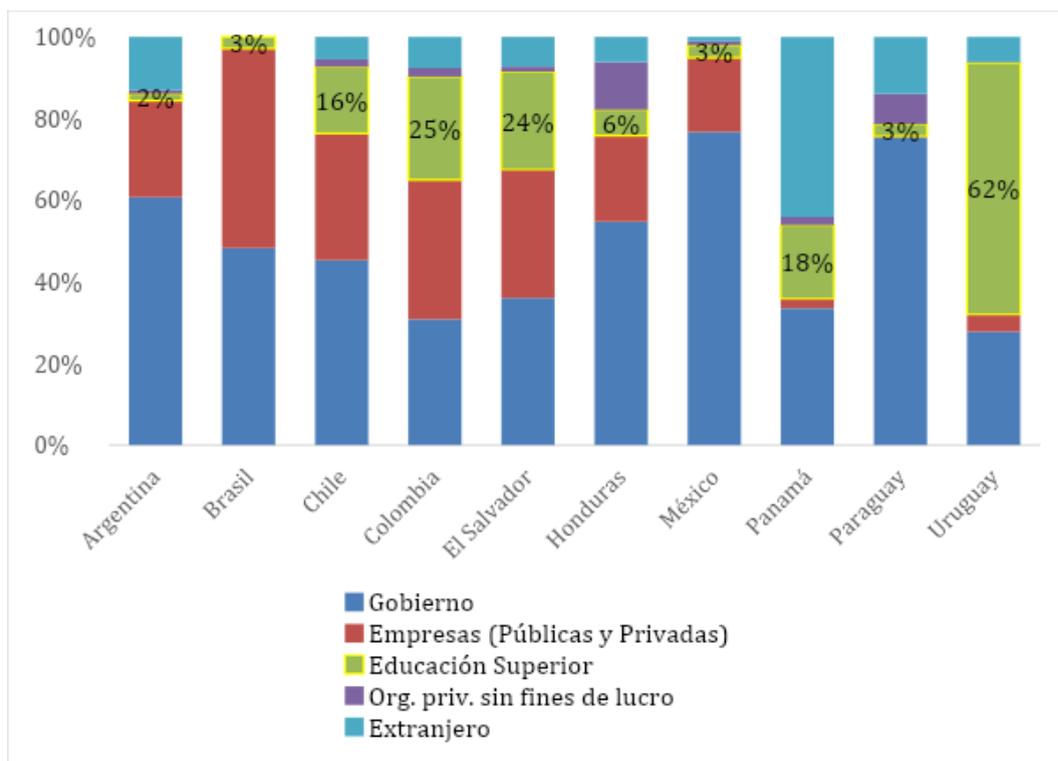
Gráfico 11. Gasto en I+D de América Latina financiado por el sector educación superior (millones PPC)



Fuente: RICYT

Al observar el comportamiento de los diferentes sectores por países seleccionados, Gráfico 12, es posible identificar que el sector de educación superior sólo es muy importante como financiador de la I+D en países como Uruguay (62%), mientras que en los demás países seleccionados de la región, su participación es limitada representando menos del 30% en países como El Salvador, Honduras, Colombia y Chile y mucho menos en Paraguay, México, Brasil y Argentina, donde representa menos del 5% con relación a los otros sectores.

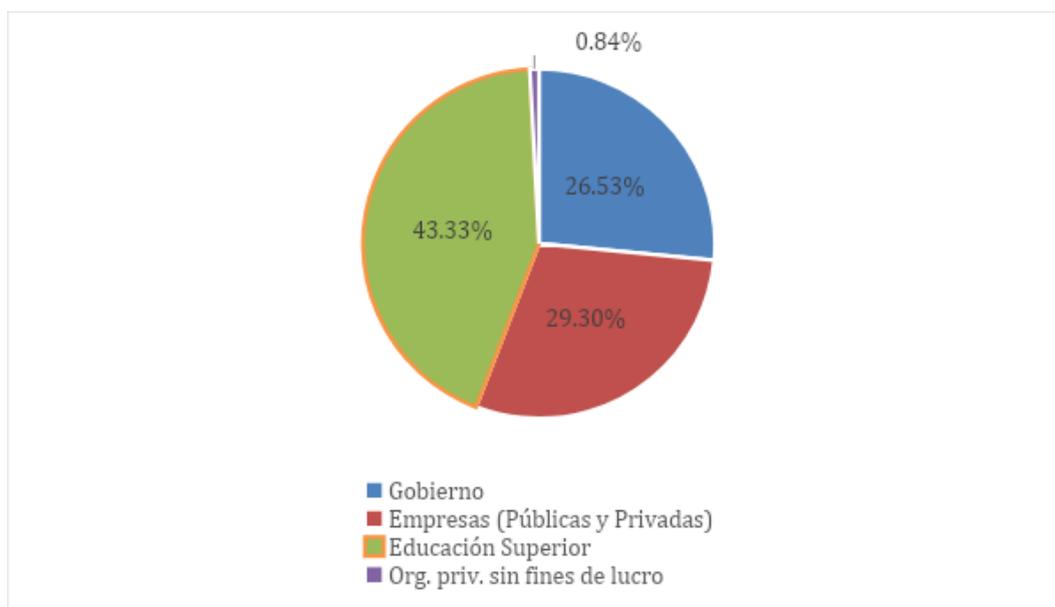
Gráfico 12. Gasto total del país en I+D por sector de financiamiento, 2019 o último año disponible



Fuente: Red INDICES

Mientras que la participación del sector de la educación superior es escasa en el financiamiento de la I+D, cuando se analiza el gasto total de América Latina por sector de ejecución, dicho sector pasa a ser el principal actor con un 43,3% para 2019, como se muestra en el Gráfico 13. Esto indicaría los recursos económicos con los que cuentan las instituciones de educación superior latinoamericanas para realizar investigación.

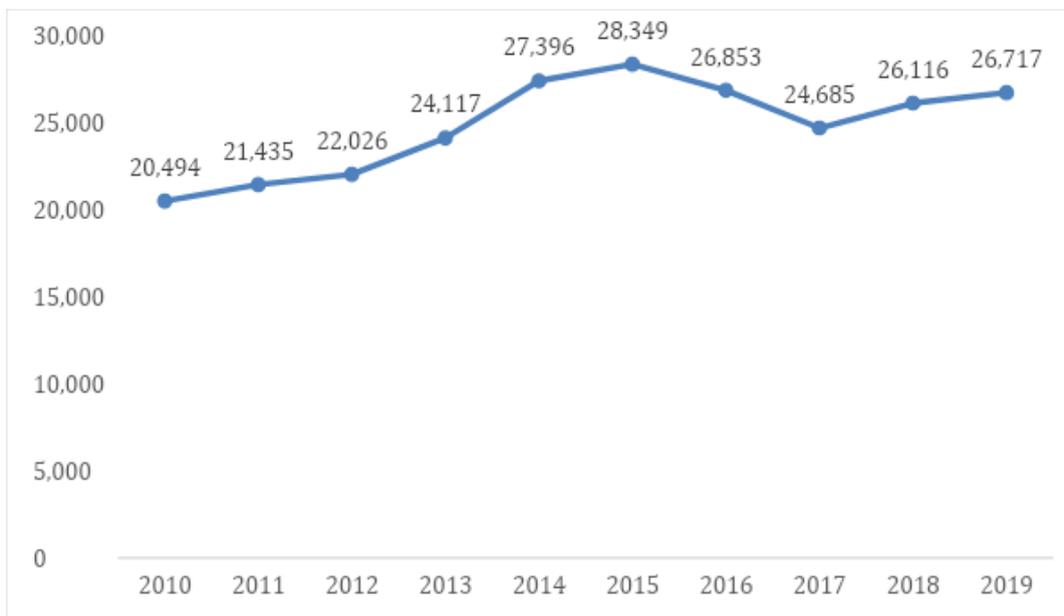
Gráfico 13. Gasto total de América Latina en I+D por sector de ejecución, 2019



Fuente: RICYT

La perspectiva del gasto ejecutado entre 2010 y 2019 por el sector educación superior, como se muestra en el Gráfico 14, da cuenta que, por el contrario de lo visto en el financiamiento, no hubo un crecimiento constante sino diversos cambios en este periodo. Entre 2010 y 2019 el crecimiento de este gasto fue de 20 mil millones PPC a 26 mil millones PPC, es decir, un 27%, pasando por tres años de restricción como ocurrió entre 2015 y 2017, lo cual coincide con lo visto en el gasto total en I+D de la región en estos mismos años.

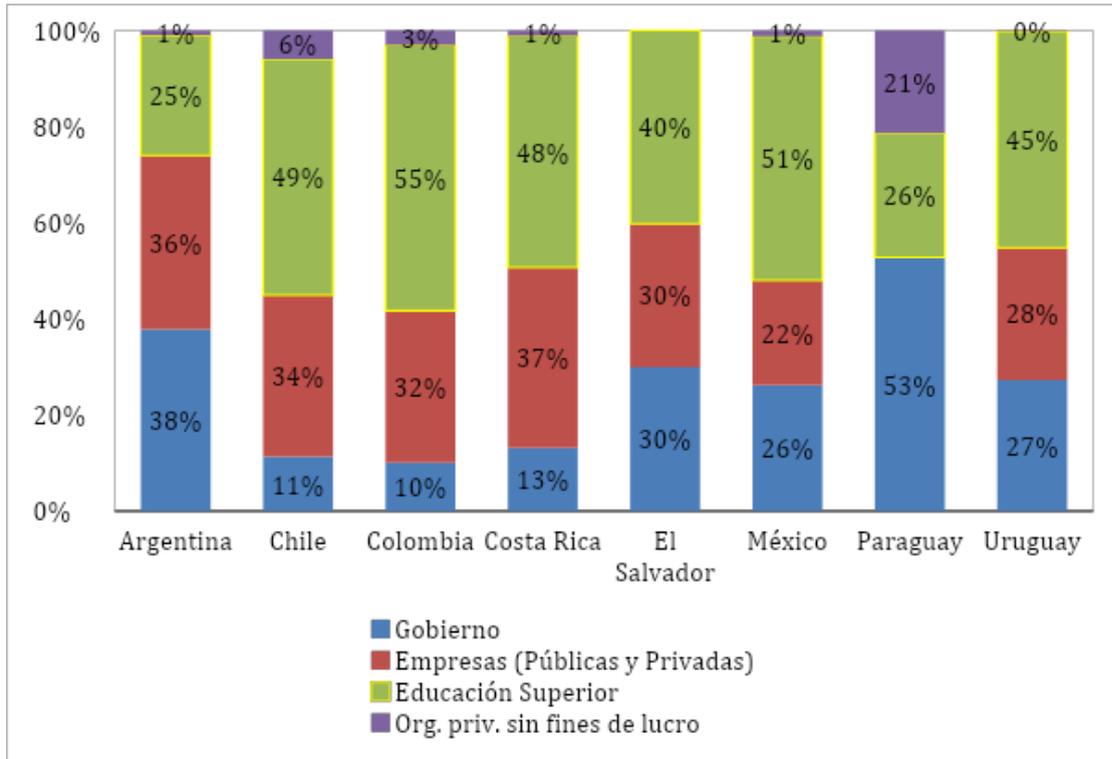
Gráfico 14. Gasto en I+D de América Latina ejecutado por el sector educación superior (millones PPC)



Fuente: RICYT

La distribución del gasto ejecutado por los sectores en los diferentes países seleccionados da cuenta que la educación superior aparece como el principal ejecutor, como se observa en el Gráfico 15. Así, en países como México (51%), Chile (49%), Costa Rica (48%) y Uruguay (45%), es un actor con importante participación. En el resto de países pasa a ser un actor secundario y por el contrario, son las empresas o el gobierno quienes más ejecutan dicho gasto.

Gráfico 15. Gasto total del país en I+D por sector de ejecución, 2019 o último año disponible



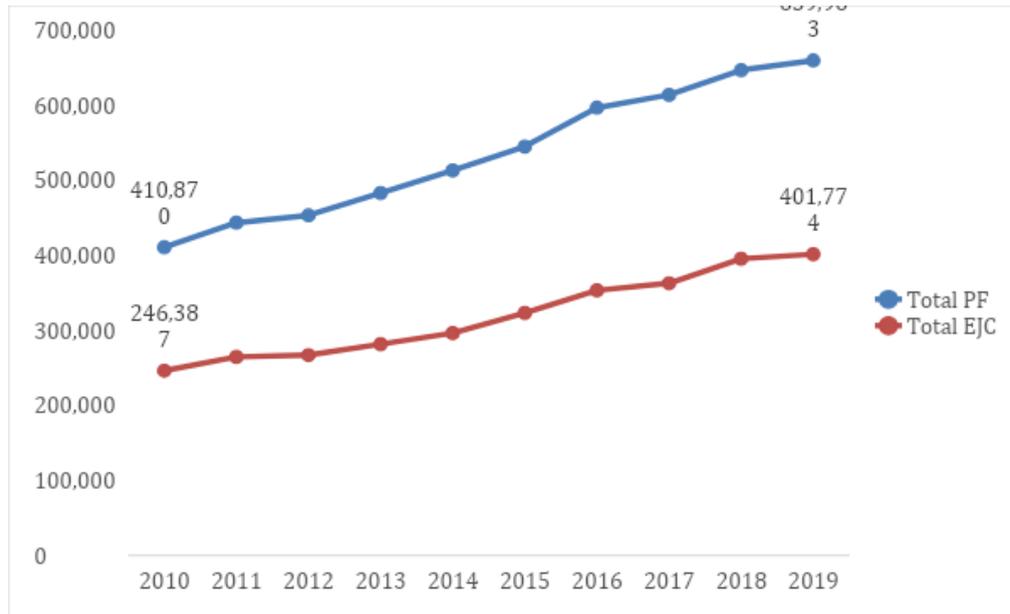
Fuente: Red INDICES

2.4.1 Recursos humanos en I+D

Como se ha mencionado, la medición de los recursos humanos dedicados a las actividades científicas y tecnológicas es fundamental para determinar las características de funcionamiento, promoción y desarrollo de los sistemas. En este caso, se tendrán en cuenta los investigadores totales, medidos por personas físicas (PF) y de acuerdo a la equivalencia de jornada completa (EJC), considerando el tiempo que estas personas dedican a la investigación. Para tener claridad sobre este tipo de medición, se considera que la “equivalencia a jornada completa” (EJC) consiste en la suma de las dedicaciones parciales a la investigación y la de “personas físicas”, da cuenta de forma más clara del potencial con que cuenta un país para las actividades de I+D, en la medida que las jornadas de trabajo pueden dar lugar a una medición estimativa mientras que la de las personas físicas hablan como tal de las personas que están participando en las actividades científicas, más allá de su tiempo de dedicación. No obstante, “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” (OCTS, 2018).

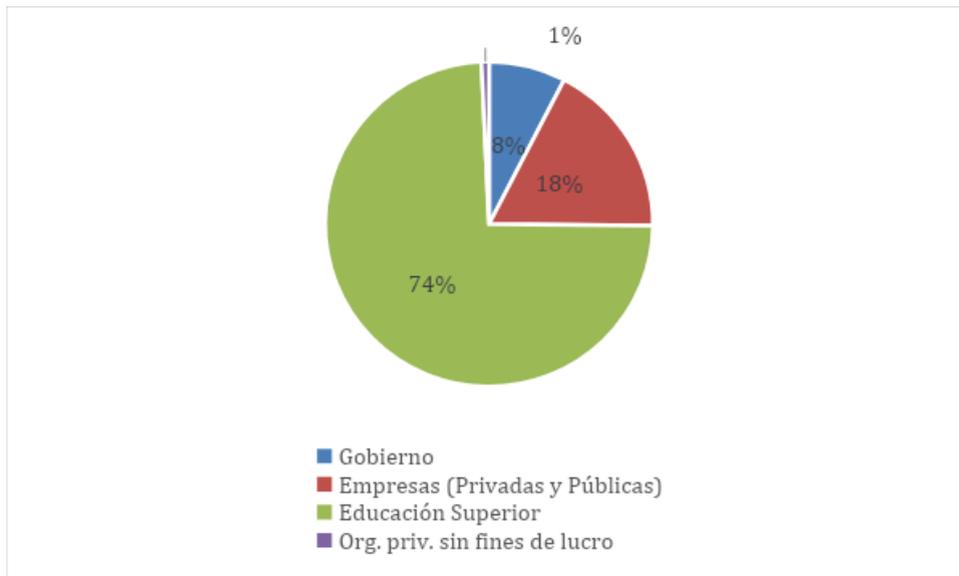
Gráfico 16. Investigadores de América Latina (PF y EJC)



Fuente: RICYT

Teniendo en cuenta dichas formas de medición, el Gráfico 16, presenta a las personas físicas y las equivalencias de jornada completa entre 2010 y 2019, demostrando que, en América Latina, las personas que se dedican a la investigación y ciencia lo hacen de manera parcial, considerando que en su mayoría se trata de docentes universitarios que reparten su tiempo con otras actividades como la docencia, la transferencia y la extensión (OCTS, 2018).

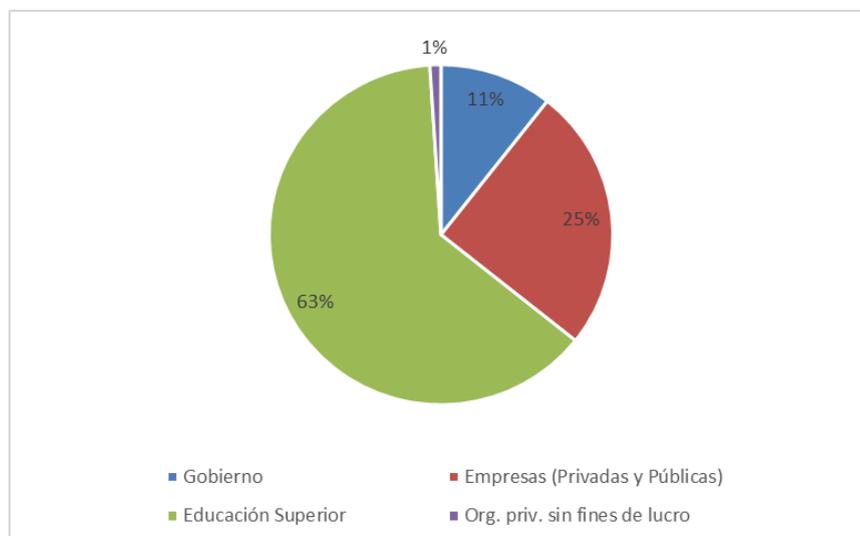
Gráfico 17. Investigadores de América Latina por sector de empleo (PF), 2019



Fuente: RICYT

Como se observa en los Gráficos 17 y 18, los investigadores de América Latina se distribuyeron en 2019 principalmente en el sector de la educación superior, seguido de las empresas, el gobierno y por último las organizaciones privadas sin fines de lucro. El número de investigadores según datos de la RICYT (2020) pasó de ser 410.870 en 2010 a 659.963 en 2019, medido en Personas Físicas y de 246.387 en 2010 a 401.774 en 2019 medidos en Equivalencia de Jornada Completa.

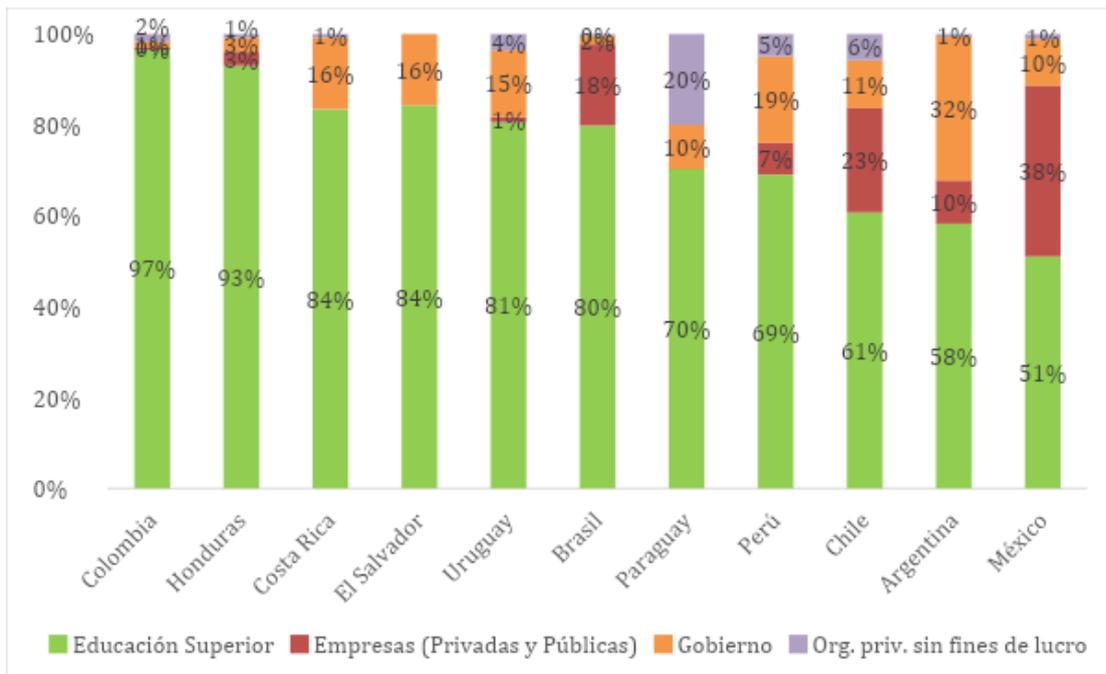
Gráfico 18. Investigadores totales de América Latina por sector de empleo (EJC), 2019



Fuente: RICYT

Esto reafirma que las universidades en la región y en su rol de producción científica sigue siendo clave para el sistema científico. Según el OCTS (2018), tres cuartas partes de los investigadores se encuentran radicados en las universidades, particularmente en las públicas. Este fenómeno, característico de América Latina expresa lo que en otros países del mundo (como los industrializados) no ocurre, como es la debilidad de las empresas. Asimismo, se puede observar que la inversión destinada a las actividades científicas y tecnológicas no se condice con la cantidad de recursos humanos destinado a dichas actividades. “Si se los considera en equivalencia a jornada completa (EJC), el 63% de ellos se encuentran radicados en universidades. Como referencia, un valor análogo en la Unión Europea es inferior al 40%” (Ibid., 2018).

Gráfico 19. Distribución de investigadores totales por sector de empleo (Personas Físicas), 2019 o último año disponible

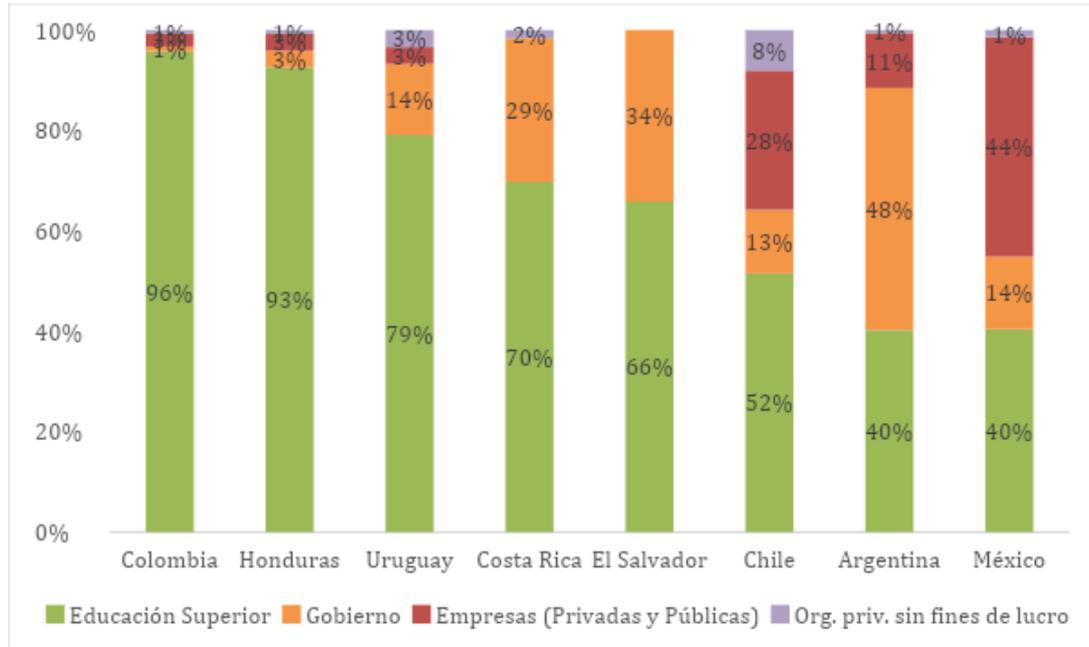


Fuente: Red INDICES

Al observar la dinámica de la distribución de los investigadores por país, se observa que en la mayoría de los países del Gráfico 19, el sector principal de empleo es el de la educación superior. Argentina es el país que presenta mayor participación del gobierno comparado con los demás países. Llama la atención que en Colombia y Brasil este sector – gobierno – aparezca de forma limitada. De otro lado, las empresas tienen una presencia importante en

algunos países como México, Chile y Brasil, teniendo en cuenta que sus sistemas pueden estar más diversificados que el resto y la investigación mayor presencia en este sector.

Gráfico 20. Distribución Investigadores totales por sector de empleo (EJC), 2019 o último año disponible



Fuente: Red INDICES

En cuanto a la distribución por sector de empleo medido en EJC, Gráfico 20, la educación superior en la mayoría de los países sigue siendo el sector predominante en el cual los investigadores desarrollan sus actividades, seguido por el gobierno que aparece con mayor presencia que las empresas en comparación con el gráfico anterior.

Todo lo anteriormente expuesto permite dar cuenta de la importancia que tiene para la región el rol de las universidades, sin embargo, el gasto destinado a la I+D de la educación superior no se relaciona con la cantidad de investigadores que participan en las actividades, demostrando que es poco lo que se invierte para la cantidad de personas que hacen ciencia.

Con el propósito de seguir ahondando en su actuación y los resultados de su trabajo, se hace necesario considerar otro tipo de indicadores que permitan dar cuenta de la producción científica y tecnológica que es llevada a cabo en estas instituciones.

3. Indicadores bibliométricos y de patentes para el análisis de la producción científica en la educación superior

Lo anteriormente expuesto sobre la definición conceptual y metodológica de los indicadores en educación superior y ciencia, junto a las diversas experiencias en su aplicación a nivel mundial y en la región, da cuenta de la importancia que tiene tanto para los especialistas en estos ámbitos, como para los usuarios de información, tener baterías de indicadores normalizadas, comparables y actualizadas. En la medida en que los temas de estudio generales tanto del ámbito científico como el educativo han sido tratados por medio de indicadores pertinentes, empieza a aparecer la necesidad de seguir abordando cruces en la información y vacíos, sobre todo de aquellos tópicos que no han podido ser abordados por falta de datos y de metodologías que puedan sumar a la recolección y sistematización de información.

Dentro de estos vacíos se encuentra lo referente a la unión entre el ámbito educativo y el científico en materia de medición de los resultados de la investigación, principalmente mediante publicaciones y patentes que se producen en la academia. Si bien, como se presentará a continuación, la bibliometría se ha desempeñado en ordenar y sugerir las mejores formas de abordar la medición de las publicaciones de los países, aún no existe una metodología para el cálculo de estos indicadores de manera sistemática para todos los países de la región y que pueda ser integrada a la batería de indicadores disponibles de producción científica llevada a cabo en las universidades y centros de enseñanza de la educación superior. Esto mismo ocurre con las patentes, como se verá en este capítulo.

3.1 Bibliometría

La bibliometría tiene por objeto el tratamiento y estudio de datos cuantitativos procedentes de las publicaciones científicas. Este campo de estudio puede definirse como la ciencia que estudia la naturaleza y curso de una disciplina (siempre que dé lugar a publicaciones) por medio del cómputo y análisis de distintas facetas de la comunicación escrita. Para lograr

esto, se utilizan indicadores bibliométricos, que son parámetros que logran informar sobre aspectos de la actividad científica como la producción, transmisión, consumo y repercusión de la información (De Granda, 2003).

Ya que se ha considerado que la ciencia es una fuerza motriz de la sociedad y la cuna de los avances del conocimiento del mundo, la evaluación de la investigación científica es crucial haciendo que la revisión realizada por colegas científicos, o "pares" se aplique para juzgar propuestas de investigación, nombramientos de personal de investigación y evaluación de desempeño de grupos o programas de investigación. Además de esta evaluación, de carácter generalmente cualitativa, es fundamental la evaluación cuantitativa. Los métodos bibliométricos son los que se utilizan para dicho fin, los cuales tienen múltiples y variados ámbitos de aplicación que van desde la ciencia de la información, la sociología y la historia de la ciencia hasta la evaluación de la investigación y la política científica (Van Raan, 2003; 2004; Gingras 2014).

Godin, Barker y Landry (1995) señalan que, desde sus inicios, la bibliometría se ha centrado en publicaciones académicas. Estas pueden tener su origen en las universidades y también en los demás sectores, como la industria y el gobierno, aunque para estos últimos, sobre todo la industria, se ha considerado que la publicación no tiene tanta relevancia como la presentación de un producto final o la producción de un artefacto. Por tal motivo, los autores señalan que la motivación tradicional del tecnólogo no es publicar, sino producir artefactos o procesos sin revelar material que pueda ser útil para sus compañeros y competidores, lo cual termina relacionándose más con la solicitud de una patente que con una publicación académica.

Para Barrere (2010), la medición de los resultados de las actividades científicas por medio de artículos y publicaciones requiere considerar el objeto de análisis de los indicadores bibliométricos, el cual es en sí, el sistema de publicación de la ciencia y su papel en los procesos de producción de conocimiento. Las revistas son el canal por el cual los investigadores hacen público su trabajo. De esta manera, dichas publicaciones dan cuenta del acervo de conocimiento disponible de un campo. Los indicadores bibliométricos son usados en el ámbito académico, para el análisis, evaluación, producción y difusión de actividades científicas y conocimiento. La validez de estos indicadores radica en el hecho de que las publicaciones sean representativas de los resultados de la investigación, luego de haber sido aprobadas por medio de mecanismos de evaluación y que permitan garantizar el

carácter acumulativo de la producción de conocimiento para favorecer, de acuerdo a la solidez y sistematicidad, el acervo de conocimiento certificado.

La investigación científica surge de un proceso que implica producción, basada en la formulación de temas de estudio que logren dar respuesta a ciertos interrogantes, sobre los cuales la comunidad científica ha venido trabajando o por descubrimientos realizados en ella. La investigación, llevada a cabo por científicos, investigadores y técnicos, genera datos que luego se interpretan y publican en forma de artículo. La publicación de dichos resultados se lleva a cabo en revistas que para los autores resultan pertinente, para lo cual se realiza una evaluación basada en comentarios y revisiones por pares (Barrere, 2010). La publicación puede darse por diversos intereses, tanto económica como simbólica, o de reconocimiento de la comunidad científica.

La revisión que sirve de filtro al ingreso del sistema de publicación se caracteriza por tres aspectos: paridad (es realizada por colegas de la misma condición), pluralidad (se demanda el dictamen de varios árbitros) y anonimato (la identidad del autor y de los árbitros se mantiene oculta en todo el proceso de evaluación) (Maltrás, 2003 en Albornoz, Barrere, Bageneta y Matas, 2008), De esta manera, los indicadores bibliométricos se caracterizan por ser expresiones de producción del conocimiento que responden a la necesidad de reconocimiento, lo cual impulsa a los científicos a publicar resultados, en tanto que el sistema de revisión por pares de las revistas científicas garantiza que los documentos que se contabilizan tienen calidad y originalidad científica.

No obstante, los indicadores bibliométricos presentan limitaciones en la medición de la producción científica, considerando la multiplicidad de aspectos que la construyen como son, actividades y tareas a nivel tecnológico, docente y social (Bordons, 1999). Con los indicadores bibliométricos principalmente se aborda la faceta científica, mientras que el resto de las actividades deben ser estudiadas por otro tipo de indicadores. Asimismo, todavía no existen bases bibliográficas con la capacidad de dar cuenta de la totalidad de la producción científica de un país y tienden generalmente a reflejar la corriente principal internacional de la ciencia (*mainstream*), en la medida que se suelen seleccionar revistas que son representativas para la comunidad científica, que generalmente se ubica en los países centrales. Esta selección repercute en que se prioricen ciertos temas, lo cual incide en que investigaciones de otras áreas de conocimiento queden subrepresentadas y autores no pertenecientes a estos países afectados por esta razón, como ocurre con los científicos

latinoamericanos (Barrere, Bageneta, Matas: 2008). Asimismo, autores como Van Raan (2003) consideraron que los análisis bibliométricos realizados en el nivel macro (por ejemplo, un país entero) arrojan, en el mejor de los casos, evaluaciones generales de los campos, como puede ser qué tan bueno es el desempeño de un país en física, química, psicología o inmunología, sin un desglose confiable del grupo o los programas de investigación individuales. Por lo tanto, sugerían que el rendimiento de la investigación debe analizarse sistemáticamente en el meso-nivel de las instituciones más grandes, como las universidades o partes importantes de las universidades, como facultades o institutos. Después de una evaluación general de estas instituciones más grandes, el análisis del rendimiento puede reducirse al nivel más importante: el nivel micro, es decir, el verdadero "espacio de trabajo" de la práctica de investigación: departamentos, grupos de investigación y programas dentro de las universidades y grandes institutos.

Como se verá más adelante, este tipo de análisis se cuestiona al poder llevar a cabo una sistematización de información a nivel nacional que permite detallar la dinámica a nivel macro de la producción científica en general de cada país, de las instituciones y de las personas que participan en el quehacer científico materializado en publicaciones. Esto sumaría entonces importancia a los análisis de corte nacional y regional en Latinoamérica.

3.2 Bases de datos de información científica

Existen distintas bases de datos a nivel internacional que recopilan publicaciones científicas, ya sean artículos, capítulos de libros, libros, entre otros. Cada una de estas bases, operada de acuerdo a ciertos objetivos y criterios de calidad académica, cuenta con colecciones principalmente de revistas científicas, de las cuales es posible conocer la información bibliográfica de los artículos. Las bases se caracterizan por ser en la mayoría de los casos multidisciplinarias o especializadas en ciertos campos de conocimiento. Se han establecido como un elemento clave para propiciar la diseminación del conocimiento, fomentando así la difusión de las propias revistas y de los autores. Por lo tanto se han convertido en un elemento esencial para incrementar el impacto medido de la actividad científica, la recuperación de información científica y la realización de estudios de carácter bibliométrico (Aliaga y Correa, 2010). Según Barrere (2010), las bases de datos internacionales, buscan cubrir la corriente principal de la ciencia internacional, dando cuenta de las publicaciones

que marcan la frontera científica anualmente, así como por series temporales de largo alcance. Sin embargo, la representatividad de estas bases como fuentes que dan cuenta de la actividad científica de los países en desarrollo han sido fuertemente criticadas, teniendo en cuenta las barreras temáticas, económicas e idiomáticas que dificultan la publicación de trabajos de científicos de dichos países.

Dentro de estas bases de datos, se encuentra la Web of Science (WoS) de Thomson Reuters, la cual se estableció desde su surgimiento en 1945, como una de las principales herramientas de tipo internacional y multidisciplinaria, disponible para el acceso a la literatura de ciencia, tecnología, biomedicina, sociología, entre otras áreas de estudio. La WoS cuenta con metadatos como el nombre de los autores, de la institución, ciudad, país, referencias y otros elementos que describen el contenido de los artículos.

Asimismo, se encuentra Scopus, una base de datos fundada por Elsevier S.L. en 2004 a la cual se le reconocen ventajas como la facilidad de navegación, la totalidad de artículos indexados en las bases MEDLINE, EMBASE y COMPEDEX, y la facilidad el acceso a documentos citados, páginas web y patentes entre otras (Granda-Orive et al, 2013).

En América Latina se encuentran las bases SCIELO y REDALYC, repositorios digitales de revistas que tienen por objetivo permitir el acceso a los textos completos de los artículos publicados en ellas (Miguel, 2011). La primera desarrollada en Brasil, tuvo su origen a fines de la década del 90 y se ha implementado en diversos países de la región. Funciona como un repositorio multidisciplinario en línea que ofrece acceso abierto a 399 revistas y más de 400 mil documentos. Por otro lado, la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Redalyc), desarrollada en 2003 en la Universidad Autónoma del Estado de México se ha convertido en un sistema de información científica de acceso abierto que incluye a todas las áreas de conocimiento de revistas de la región y de la península ibérica. En 2019 contó con 1310 revistas indexadas.

Algunos estudios que comparan a las bases de Scopus, WoS, PubMed y Google Scholar, afirman que el primero tiene ciertas ventajas bibliométricas que la segunda, cuando se analiza la cobertura de revistas y trabajos por temas de estudio particulares, así como el impacto (Granda-Orive et al, 2013; Lopez Illescas et al, 2008; Falagas et al, 2008). Esto puede deberse al criterio de selección de fuentes que contemplan ambas bases. WoS tiene como criterios que las revistas al menos publiquen tres números consecutivos al año, con

una respectiva revisión por pares; asimismo, se encuentra la entrada al JCR que se basa en el factor de impacto que selecciona a las revistas científicas de acuerdo a la importancia en el sistema de comunicación. Por su parte, Scopus tiene criterios menos estrictos por lo que el impacto de la citación es menos discriminativo (López Illescas et al, 2009 en Granda-Orive et al, 2013). Otros estudios han dado cuenta que además de que Scopus tiene un mayor número de publicaciones y revistas, existe una tendencia ascendente en ambas bases, dando cuenta de una correlación y un alto grado de solapamiento entre ambas bases de datos (Escalona et al, 2011 en Granda-Orive et al, 2013).

Del mismo modo, existe sesgo de estas bases hacia la literatura en lengua inglesa, lo cual termina incidiendo en la limitada participación y cobertura de revistas no angloparlantes, como ocurre en América Latina. Por esta razón, se sugirió que los indicadores aplicados en la región tuvieran en cuenta otras bases de datos que den cuenta del trabajo científico llevado a cabo en ella. Esto se manifiesta en la recopilación de información que llevan a cabo iniciativas tales como la RICYT (Barrere, 2010).

3.3 Patentes

Así como las publicaciones son vistas como resultados evidentes de la actividad científica, las patentes de invención pueden ser vistas de la misma manera, enfocadas sobre todo al desarrollo tecnológico en la medida que contienen información que permitiría colaborar con la medición de dicha actividad al tener un carácter de acceso público. Entre los diferentes indicadores que se pueden utilizar para evaluar la contribución de las universidades a la economía y desarrollo de su país, las patentes han sido particularmente interesantes para los académicos y demás agentes de gestión interesados en la materia, al suponer el impacto económico que puede determinarse fácilmente debido a la existencia de un mercado de inventos patentados (Bozeman, 2000 en Baldini, 2006).

Los documentos de patentes suelen encontrarse registrados en casi todos los países del mundo y en bases de datos internacionales (como la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual y el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT)), con información normalizada sobre su procedencia y contenido tecnológico, lo cual contribuye al análisis científico y de las empresas a nivel nacional e internacional.

Considerando dicha normalización, es posible llevar a cabo la construcción de indicadores que ya han sido objeto de trabajo de organizaciones como la OCDE, por medio de manuales estadísticos con recomendaciones metodológicas como el denominado “Manual de estadísticas de patentes de la OCDE”. En este documento se proporcionan directrices para el uso de datos de patentes como indicadores de la ciencia y la tecnología, así como recomendaciones para la recopilación e interpretación de los indicadores de patente. Con este se busca mostrar para qué pueden y para qué no pueden ser utilizadas las estadísticas de patentes, y cómo deben contabilizarse para obtener la mayor información acerca de las actividades de ciencia y tecnología, al tiempo que se reduzca el ruido estadístico y el sesgo. Asimismo, presenta una descripción de cómo los datos de patentes pueden ser utilizados para analizar temas relacionados con el cambio técnico y la actividad de patentes, como los vínculos entre industria-ciencia, las estrategias de las empresas a la hora de patentar, la internacionalización de la investigación e indicadores del valor de las patentes (OCDE, 2010).

Entre otras de las cuestiones que plantea este manual se encuentra el análisis de las solicitudes de patentes como de las otorgadas, de las de residentes y no residentes, de las empresas locales y del exterior teniendo en cuenta que no existe una correlación entre uno y otro que pueda ser vista cada año, considerando los procesos de patentamiento por país y campo tecnológico. A partir de esto es posible realizar análisis como la actividad productiva y tecnológica local, así como el interés que tienen las empresas extranjeras por participar de los mercados locales. Del mismo modo, este tipo de información permite comprender la proyección de las empresas por proteger sus desarrollos e invenciones en el exterior y comercializar en estos (Barrere, 2010).

Cuando se analiza quiénes son los solicitantes de patentes, es posible identificar a las universidades. Es sabido que las instituciones de educación superior participan en el sistema científico y tecnológico de una manera activa, siendo los principales centros de generación de investigación y su vínculo con las empresas se ha ido estrechando constantemente en los últimos años (Godin y Gingras, 2000; Martin, 2012; Etzkowitz y Leydesdorff, 1997, 1998, 2000). Al conocer el estado de las patentes académicas permite comprender la situación del estado de la investigación universitaria y de la producción tecnológica llevada a cabo en ellas, teniendo en cuenta que la investigación aplicada es difundida en los documentos de patente, junto con sus características y descripción detallada de resultados de la práctica tecnológica implementada por inventores, volviéndose de esta manera un medio de difusión de los resultados de la investigación

universitaria, de seguridad legal de uso de las invenciones, constituyendo el reflejo de los resultados de I+D de inventores académicos y del estado científico y tecnológico desde el cual se están desarrollando. Así, las patentes son un instrumento para analizar la investigación básica y aplicada con participación de universidades, que refleja la investigación técnica de carácter novedoso de diversos campos de conocimiento aplicables a la industria (González-Albo Manglano y Zulueta García, 2007)

Considerando que a partir de la Ley Bayh-Dole (1980) de los Estados Unidos y legislaciones similares en otros países, las universidades tienen el derecho a patentar sobre la base de fondos del gobierno, estas comenzaron a tener una participación activa en el dominio de las patentes. De esta manera, las universidades pueden estar entre los cesionarios de patentes y los nombres de los inventores figurar como personas físicas. Con este tipo de implementaciones, además de obtener datos cuantitativos de las patentes a nivel país, es posible conocer otro tipo de datos como el estado y los tipos de las colaboraciones entre la universidad y las empresas, los campos tecnológicos en los que más y menos participan las instituciones de educación superior, entre otros aspectos de la producción de desarrollo y cambio científico y tecnológico (Pavitt, 1998; Leydesdorff, 2004).

En este orden de ideas, los indicadores bibliométricos pensados para y desde las universidades son fundamentales y si bien, es complejo lograr su producción y sistematización por los problemas mencionados anteriormente, sobre todo lo que tiene que ver con las firmas de los autores y sus afiliaciones, se podrían consolidar metodologías que logren normalizar la información y obtenerla no fuera dificultoso. De esta manera, contar con más información general a nivel país, a nivel institucional y específicos sobre las actividades científicas y tecnológicas de quienes investigan y publican. Asimismo, de quienes presentan otro tipo de capacidades a nivel de desarrollo tecnológico y logran plasmar el conocimiento generado en patentes.

3.4 Normalización de las firmas de autor e institución

Tal como se mencionó anteriormente, las bases de datos científicas son fundamentales para el trabajo bibliométrico en cuanto recopilan grandes volúmenes de información que permiten conocer las dinámicas de publicación de los científicos a nivel personal, con pares, por instituciones, por países, entre otros. Asimismo, es posible conocer el número de veces

que se cita el trabajo de un autor o un artículo y con esta información identificar redes de autores, citas y revistas; no obstante uno de los principales problemas que presenta este tipo de análisis es el de la inconsistencia en los registros, principalmente en los nombres de los autores y las instituciones a las que pertenecen, lo cual lleva a que se pierda información y se interfiera en el acceso a los documentos (Sobrido Prieto y González-Gutián, 2011).

Así, la falta de uniformidad en las firmas, propia de la manera individual en la que cada autor o autora registra su nombre, o la sistematización que realizan las bases de datos sobre esta información genera cálculos distorsionados. La proliferación de artículos y la necesidad de publicar en revistas internacionales ha hecho que existan algunas dificultades en la medida que las principales bases de datos internacionales son creadas en países angloparlantes, con lógicas particulares y que no coinciden por ejemplo con las lógicas de las firmas y la metadata de autores y autoras hispanohablantes o de otras lenguas. Así se han generado errores que afectan la calidad y eficacia de los procesos de codificación de la información (Aliaga y Correa, 2011).

Dentro de los principales problemas de la no normalización de las firmas es que la escritura de los nombres e instituciones distorsiona la medición por la posible aparición de homónimos o de nombres similares o en la clasificación incorrecta de los nombres dentro de las bases de datos académicas (Perilla-Rodríguez y Pérez-Acosta, 2016).

Literatura que ha abordado el tema (Costas y Bordons, 2007; Ruiz-Pérez, López-Cózar y Jiménez-Contreras, 2002 en Aliaga y Correa, 2011; Sobrido Prieto y González-Gutián, 2011; Sobrido Prieto, Gutiérrez Couto y González Gutián, 2016), ha hecho mención a la injerencia que tiene esta distorsión de bibliometría en aspectos como el cálculo de impacto de la obra - por ejemplo con el índice H- de autores y autoras- que no es posible localizar en las bases de datos.

Frente a esta situación se han venido sugiriendo algunas metodologías que permiten la normalización de las firmas, perfiles de investigadores y los Digital Author Identifier y de esta manera evitar confusión y error en la clasificación en las bases de datos, así como ampliar el conocimiento del trabajo investigador, las coautorías, redes y dinámicas de la investigación (Sobrido Prieto et al, 2016).

Entre estas se encuentra la iniciativa IraLIS³ (*International Registry of Authors-Links to Identify Scientists*), caracterizado por ser un sistema de estandarización de las firmas de los autores científicos que busca concientizarlos sobre la importancia de la firma para ser citados correctamente y recuperar toda la bibliografía a lo largo de su carrera profesional. Del mismo modo redactar criterios de firma normalizada para ser indexado correctamente y distinguirse de otros autores con nombres iguales. Además, producir una base de datos con todas las variantes de firma utilizadas por cada autor y realizar búsquedas bibliográficas automáticas usando las variantes de firma.

Otros proyectos han seguido esta línea de establecer mecanismos de identificación de los autores y sus trabajos científicos publicados por medio de códigos alfanuméricos y de esta manera eliminar problemas relacionados con las firmas. Se les conoce como *Digital Author Identifier (DAIs)* (identificador digital de autor por sus siglas en inglés) y pueden encontrarse en las propias bases de datos científicas, como en Scopus con *Scopus Author Identifier* (identificador de autor) y *Author Profile* (perfil del autor) y en Thomson Reuters con RESEARCH ID., o fuera de las bases de datos como ocurre con la iniciativa ORCID (*Open Researcher and Contribution*). Esta última, de acceso gratuito y no solo para cuyos trabajos se encuentran indexados en las grandes bases de datos, permite que cada autor o autora amplíe su información y registros, creando una especie de curriculum vitae. Con ORCID se logra una identificación normalizada tanto del autor como de la institución donde trabajan, así como las referencias de sus publicaciones, entre otros datos (Sobrido Prieto et al, 2016).

Sin embargo, este tipo de iniciativas tampoco quedan exentas a inconvenientes como que un autor o autora tengan más de un registro identificador o que la automatización que realizan las bases de datos no termine de normalizar los nombres de las personas o de las instituciones, sobre todo en Hispanoamérica.

A continuación, se presentará una descripción del trabajo llevado a cabo en esta tesis para la elaboración de una metodología que logre recoger la producción científica y tecnológica generada por las universidades, específicamente en su participación en las firmas de artículos indexados en Scopus y de solicitudes de patentes en WIPO.

³ <https://www.iralis.org/>

4. Desarrollo de una metodología para el cálculo de indicadores bibliométrico y de patentes para la educación superior

Con el objetivo de desarrollar un conjunto de indicadores que den cuenta de la producción científica y tecnológica, medida a través de publicaciones y patentes, en esta tesis se desarrolla una metodología para el cálculo de esos indicadores para los distintos países de América Latina. Se busca así dar cobertura a un espacio informativo vacante en los sistemas de información comparativos actualmente disponibles.

En este capítulo se presentan los aspectos metodológicos utilizados en la elaboración de estos indicadores, considerando la caracterización de la investigación y el tipo de datos estudiados. Asimismo, se describen las fuentes de información seleccionadas por medio del estudio bibliométrico que permitió el desarrollo de una estrategia de búsqueda, recopilación y sistematización de los indicadores "publicaciones científicas con participación de instituciones de educación superior", "cantidad de artículos en educación superior por cantidad de investigadores en educación superior" y "patentes solicitadas por instituciones de educación superior", todos indicadores planteados originalmente en el Manual de Lima, pero aún no disponibles.

4.1 Descripción de la investigación

En la primera etapa fue realizada la búsqueda y recopilación de información bibliográfica de referencia sobre producción científica y tecnológica en la educación superior. Se tuvieron en cuenta algunas referencias a nivel mundial, pero se profundizó en lo relacionado con América Latina. La segunda etapa, surgió a partir de la búsqueda de información antes mencionada, que permitió dar paso a la construcción de los criterios con los cuáles se llevaría a cabo la búsqueda en las bases de datos científicas y en particular se tuvo en cuenta el trabajo de recolección dirigido a universidades de la región llevado a cabo por la RICYT (OCTS, 2018).

Así, se aplicó una búsqueda similar a la llevada a cabo por la red, que consideró las bases de Scopus para identificar las publicaciones de las universidades de América Latina considerando el volumen de información y la cantidad de revistas indexadas que contiene la base y en el caso de las patentes, se optó por la base del convenio PCT de la OMPI, ya que

garantiza una mejor comparabilidad entre países más que la utilización de datos provenientes de cada oficina local de propiedad intelectual.

En particular, se desarrollaron criterios de búsqueda para recuperar todos los documentos firmados por al menos una universidad en Scopus entre 2010 hasta 2019. Esto mismo fue aplicado para la solicitud de patentes, donde se tuvo en cuenta el total de solicitudes por país y determinando las universidades que aparecían como firmantes en el mismo periodo.

En la siguiente tabla, se presenta una síntesis de las diversas etapas de elaboración llevadas a cabo en esta tesis para la construcción de la metodología de recolección de información sobre producción científica con participación de las universidades en América Latina.

Tabla 1. Etapas de elaboración de la tesis

Etapas de la investigación	Descripción	Técnica de análisis
Definición de criterios de búsqueda	Se identificaron las bases de datos de obtención de la información. Scopus para publicaciones, WIPO para patentes PCT de América Latina. Describir el proceso de selección de información de cada una de las bases.	Cualitativo
	Fueron determinados los criterios de búsqueda en cada base y para cada país desde 2010 – 2019.	Cualitativo
Recolección de datos	Teniendo en cuenta los criterios de búsqueda elegidos, se aplicó a las bases antes mencionadas. Se obtuvieron los resultados.	Cuantitativo

Cálculo de indicadores de producción científica y tecnológica	De acuerdo a los indicadores del Manual de Lima, sistematizar la información recolectada sobre producción científica (publicaciones) y tecnológica (patentes) en la educación superior en América Latina.	Cuantitativo
	Analizar la información	Cualitativo-cuantitativo

4.2 Diseño de la estrategia de búsqueda en bases de datos de publicaciones y patentes

Para diseñar la estrategia de búsqueda de las publicaciones en Scopus, fue necesario contar con un listado de instituciones universitarias por país, para conocer sus nombres y poder definir algoritmos de búsqueda generales. Para obtener este listado, se tomó como referencia el listado de instituciones latinoamericanas que aparecían en los rankings de universidades QS⁴ y Scimago Instituciones⁵.

Posteriormente, como aproximación inicial, se llevó a cabo una revisión general de las publicaciones con el término “universidad” en el campo de instituciones de los autores. Con los resultados que arrojó esta búsqueda, y tomando como guía el listado antes confeccionado en base a listados provenientes de rankings se identificaron diversas formas en las que una misma universidad puede aparecer como institución de afiliación en los artículos firmados por sus investigadores. Por ejemplo, para la Universidad de Buenos Aires se observaron firmas como Universidad de Buenos Aires, Univ. de Buenos Aires, University of Buenos Aires, entre otras. También se probó con el término UNIV y se le agregó un asterisco, es decir UNIV*, como carácter comodín. Un carácter comodín es un carácter que representa cualquier otro carácter o cadena de caracteres. Así se logra resolver diferencias

⁴ <https://www.topuniversities.com/qs-world-university-rankings>

⁵ <https://www.scimagoir.com/>

⁶ La búsqueda en ambas bases fue realizada en el año 2017.

de firma como “Univesidad de Buenos Aires”, “Univ. de Buenos Aires” y “Univesity of Buenos Aires”, dado que todas estas variantes coinciden con la búsqueda UNIV*.

Se verificó para todos los países de Latinoamérica si efectivamente esta era la mejor forma de obtener la información y si bien, en términos generales se confirmó que era el término que más abarcaba a las universidades, hacía falta tener en cuenta otros términos para completar la estrategia de búsqueda ya que, como se observaba en los rankings, existen instituciones de algunos países que participan con gran volumen de publicaciones indexadas como es el caso de los institutos politécnicos en México. Por ejemplo, para este caso, la estrategia de búsqueda incluyó el término "instituto polit*".

Para otros casos concretos también fue necesario refinar los términos de búsqueda. Es el caso de la Universidad de la República de Uruguay, en la cual se observó que las firmas de los artículos incluían la sigla UDELAR o también en México con la sigla UNAM, perteneciente a la Universidad Autónoma de México. En otros países como Ecuador, el término Escuela arrojaba resultados importantes, por lo cual fue necesario incluirla atribuyéndole Escuela polit* o Escuela tec* para diferenciarlas de otro tipo de instituciones que no fueran propias de la educación superior (ver Tabla 3).

Una estrategia de este tipo puede incurrir en dos tipos de errores. Los errores de Tipo 1, que consisten en recuperar un caso que no debería estar incluido en la búsqueda. Los errores de Tipo 2, que consisten en no recuperar un caso que debería haber sido recuperado.

Para detectar la magnitud de los errores de Tipo 1 en los datos recuperados, se tomó una muestra significativa de casos aleatorios por país y se analizaron manualmente. Para detectar errores de Tipo 2, se tomaron casos aleatorios del total de la producción científica de cada país (no recuperada en la estrategia de búsqueda) y así detectar casos que debieron ser incluidos en los datos recuperados. Este proceso se realizó iterativamente en varios ciclos, hasta alcanzar la estrategia definitiva que se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Siglas seleccionadas por país para publicaciones científicas en Scopus

País	Estrategia de búsqueda
Argentina	Univ*
Bolivia	Univ*
	UMSA
	Herb*
Brasil	Univ*
	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
	INSPER Instituto de Ensino e Pesquisa
Chile	Univ*
Colombia	Univ*
Costa Rica	Univ*
	UCR
	ULACIT
	Instituto Tecnol*
	INCAE
Cuba	Univ*
	ENSAP
	Escuela Nacional
Ecuador	Univ*
	Escuela Sup*
	Escuela Polit*
El Salvador	Univ*
Guatemala	Univ*
	Escuela
México	Univ*
	Instituto Polit*
	Instituto Tecnol*
	UNAM
	CINVESTAV
	ITESM
	IPN

Nicaragua	Univ*
	INCAE
Panamá	Univ*
Paraguay	Univ*
Perú	Univ*
	CIP
República Dominicana	Univ*
	UNIBE
	INTEC
	Instituto Tecnol*
	Colegio
Uruguay	Univ*
	UDELAR
	Facultad *
Venezuela	Univ*
América Latina	(country Argentina and (affiliation Univ*)) or (country Bolivia and (affiliation Univ* or affiliation UMSA* or affiliation Herb*)) or (country Brazil and (affiliation Univ* or affiliation Instituto tecnológico de aeronáutica* or affiliation INSPER Instituto de Ensino e Pesquisa)) or (country Chile and (affiliation Univ*)) or (country Colombia and (affiliation Univ*)) or (country Costa Rica and (affiliation Univ* or affiliation UCR* or affiliation ULACIT* or affiliation Instituto Tecnol*)) or (country Cuba and (affiliation Univ* or affiliation ENSAP* or affiliation Escuela Nacional*)) or (country Ecuador and (affiliation Univ* or affiliation Escuela Superior* or affiliation Escuela Polit*)) or (country El Salvador and (affiliation Univ*)) or (country Guatemala and (affiliation Univ* or affiliation Escuela*)) or (country Mexico and (affiliation Univ* or affiliation Instituto Polit* or affiliation Instituto Tecnol* or affiliation UNAM* or affiliation CINVESTAV* or affiliation ITESM* or affiliation IPN*)) or (country Nicaragua and (affiliation Univ* or affiliation INCAE*)) or (country Panama and (affiliation Univ*)) or (country Paraguay and (affiliation Univ*)) or (country Peru and

	(affiliation Univ* or affiliation CIP*) or (country Portugal and (affiliation Univ*)) or (country Republica Dominicana and (affiliation Univ* or affiliation UNIBE* or affiliation INTEC* or affiliation Instituto Tecnol* or affiliation Colegio*)) or (country Uruguay and (affiliation Univ* or affiliation UDELAR* or affiliation Facultad*)) or (country Venezuela and (affiliation Univ*))
--	--

Elaboración propia

Tabla 3. Instituciones presentes en las firmas de las publicaciones por país en Scopus

México	Instituto politécnico, IPN
	Instituto tecnológico
Bolivia	Instituto Boliviano de Biología de Altura, Facultad de Medicina, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia
	Herbario Nacional de Bolivia, UMSA
Perú	Centro Internacional de la Papa, Lima
Uruguay	UDELAR
Costa Rica	UCR
	ULACIT
Rep. Dominicana	Instituto Tecnológico de Santo Domingo
	UNIBE
Honduras	Escuela Agrícola Panamericana

Elaboración propia

Por otro lado, el diseño de la estrategia de búsqueda de las patentes solicitadas con participación de universidades en la región publicadas en la base de datos de WIPO, tuvo en cuenta el procedimiento construido para las publicaciones antes mencionado. Tal cual como se vio en las firmas de artículos, fue necesario incluir en esta estrategia otras siglas que

podrían abarcar a todas las instituciones de la educación superior que aparecen en los documentos de solicitud de patentes PCT desde 2010 hasta 2019.

Así, bajo el código de búsqueda: AADC:AR AND DP:2016 AND PA:univ* (país, año y término), se verificó que UNIV*, al igual que en las publicaciones, funcionaba para recolectar gran parte de la información. Sin embargo, al revisar país por país si efectivamente la búsqueda estaba bien realizada, aparecieron algunos errores.

Uno de ellos, además de que se dejaban de lado otras instituciones que participan activamente en la solicitud de patentes como son los institutos politécnicos y técnicos en países como México, así como el problema de la firma no unificada de las instituciones y la presencia de siglas como “UNICAMP” para la Universidad de Campinas en Brasil, es que el término UNIV* puede arrojar información sobre una solicitud realizada por una universidad no latinoamericana y una persona, institución o empresa de la región. Así que, considerando que la cantidad de solicitudes, que como se observa en el Anexo 7, es limitada para los países de la región, se verificó documento por documento para detectar si efectivamente la búsqueda estaba arrojando los resultados esperados.

De esta manera se determinó que para las patentes latinoamericanas solicitadas en las que participan universidades e instituciones de educación superior de América Latina, la mejor estrategia de búsqueda es la que presenta la tabla 4. En este caso se presenta el ejemplo del código empleado para rastrear las patentes de 2016, de cada país, la región y el mundo.

Tabla 4. Estrategia para búsqueda de patentes con participación de universidades latinoamericanas en WIPO. Ejemplo para el año 2016.

País	Sintaxis Búsqueda Universidad Superior en WIPO
Argentina	AADC:AR AND DP:2016 AND PA:univ*
Bolivia	AADC:BO AND DP:2016 AND PA:univ*
Brasil	AADC:BR AND DP:2016 AND PA:univ* AADC:BR AND DP:2016 AND PA:univ* UNICAMP
Chile	AADC:CL AND DP:2016 AND PA:univ*

Colombia	AADC:CO AND DP:2016 AND PA:univ*
Costa Rica	AADC:CR AND PA:"univ**"
Cuba	AADC:CU AND DP:2016 AND PA:univ*
Ecuador	AADC:EC AND DP:2016 AND PA:univ*
El Salvador	AADC:SV AND DP:2016 AND PA:univ*
Guatemala	AADC:GT AND DP:2016 AND PA:univ*
Honduras	AADC:HN AND DP:2016 AND PA:univ*
México	AADC:MX AND DP:2016 AND (PA:univ* OR PA:"instituto tec*" OR PA:"instituto poli**")
Nicaragua	AADC:NI AND DP:2016 AND PA:univ*
Panamá	AADC:PA AND DP:2016 AND PA:univ*
Paraguay	AADC:PY AND DP:2016 AND PA:univ*
Perú	AADC:PE AND DP:2016 AND PA:univ*
Puerto Rico	AADC:PR AND DP:2016 AND PA:univ*
Rep. Dominicana	AADC:DO AND DP:2016 AND PA:univ*
Uruguay	AADC:UY AND DP:2016 AND PA:univ*
Venezuela	AADC:VE AND DP:2016 AND PA:univ*
América Latina	((applicants.country:ar or applicants.country:bo or applicants.country:co or applicants.country:cr or applicants.country:cu or applicants.country:cl or applicants.country:pr or applicants.country:ec or applicants.country:sv or applicants.country:gt or applicants.country:ni or applicants.country:pa or applicants.country:uy or applicants.country:py or applicants.country:pe or applicants.country:ve or applicants.country:hn or applicants.country:do) and applicants.name: univ*) or (applicants.country: mx and (applicants.name: UNIV* or applicants.name: ITESM* or applicants.name: IPN* or applicants.name: inst tec*)) or (applicants.country: br and (applicants.name: UNIV* or applicants.name: UNICAMP*))

Mundo	(applicants.name: INST* and applicants.name: TECH*) or applicants.name:UNIV* or applicants.name: College*
-------	---

Elaboración propia

4.3 Indicadores seleccionados del Manual de Lima

La aplicación de estas estrategias de búsqueda permitió construir una serie de indicadores destinados a mediar las actividades de I+D en la educación superior ya planteados en el Manual de Lima, pero que aún no estaban disponibles al momento de su publicación:

- **Publicaciones científicas con participación de instituciones de educación superior**, cuya definición indica que hace referencia a la cantidad de documentos publicados en revistas indexadas en una determinada base de datos en los que participan instituciones de educación superior de un país determinado. Dentro de la justificación de su utilización se plantea que este indicador ofrece información comparable a nivel regional y mundial sobre los resultados de la investigación en las instituciones de educación superior y puede ofrecer detalles sobre áreas temáticas específicas y sobre patrones de colaboración en la realización de actividades de I+D.

El método de cálculo propuesto y que se toma como referencia para esta tesis es: la sumatoria de los documentos indexados en una base de datos determinada, en los que firman instituciones de un país determinado, publicados en un año determinado. Se utilizará el método de cuenta por enteros, por lo que se asignará un artículo completo a cada uno de los firmantes.

- **Cantidad de artículos en educación superior por cantidad de investigadores en educación superior**, establecido como la “cantidad de documentos publicados en revistas indexadas en una determinada base de datos en los que participan instituciones de educación superior de un país determinado en relación con la cantidad de investigadores activos en ellas”. Con este indicador se espera facilitar la comparación de la productividad en I+D de las instituciones de educación superior, normalizando su producción científica en relación con la cantidad de investigadores activos en ellas.

Como método del cálculo se considera la sumatoria de los artículos registrados por instituciones de educación superior de un país en un año determinado, sobre la cantidad de investigadores activos en el sector educación superior en el mismo año.

- **Patentes solicitadas por instituciones de educación superior**, que sería la “cantidad de patentes, en las que participan instituciones de educación superior, solicitadas en una determinada oficina de patentes”. Este indicador puede aportar información sobre el desarrollo tecnológico que complementa los datos de producción científica construidos a partir de publicaciones científicas y es relevante en la medida en que el patentamiento aparece como un objetivo en la gestión de muchas universidades iberoamericanas.

Como método de cálculo se establece la sumatoria de los documentos de solicitud de patentes registrados en una base de datos determinada, en los que firman instituciones de educación superior de un país determinado, publicados en un año determinado.

-

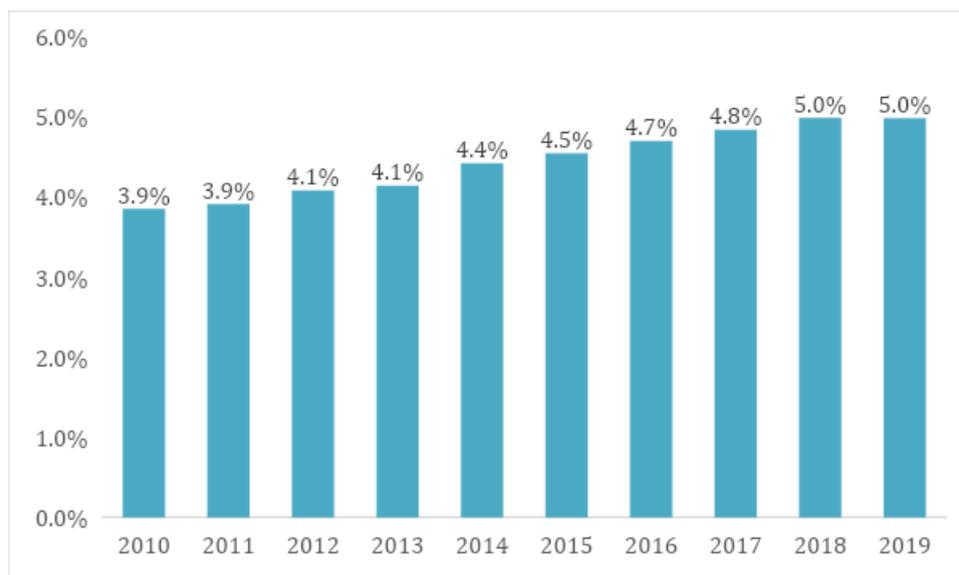
5. Resultados de la aplicación de la estrategia de búsqueda

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de las estrategias propuestas en el capítulo 3 para la construcción de un conjunto de indicadores alineados con la propuesta del Manual de Lima. Estos datos ofrecen un interesante panorama de la investigación en la educación superior, que permite complementar adecuadamente los datos ya disponibles sobre dimensiones como estudiantes, personal, financiamiento de la educación superior en América Latina.

5.1 Publicaciones

Teniendo en cuenta la cantidad de artículos publicados en Scopus entre 2010 y 2019, la participación de América Latina en la producción científica mundial aumentó anualmente como se observa en el Gráfico 21, pasando de contar con 90.475 artículos en el año 2010, a 157.525 artículos en 2019, representando un 81% de crecimiento en este periodo. Sin embargo, como se muestra en el gráfico, la participación de la región sólo representa el 5% en el último año a nivel mundial.

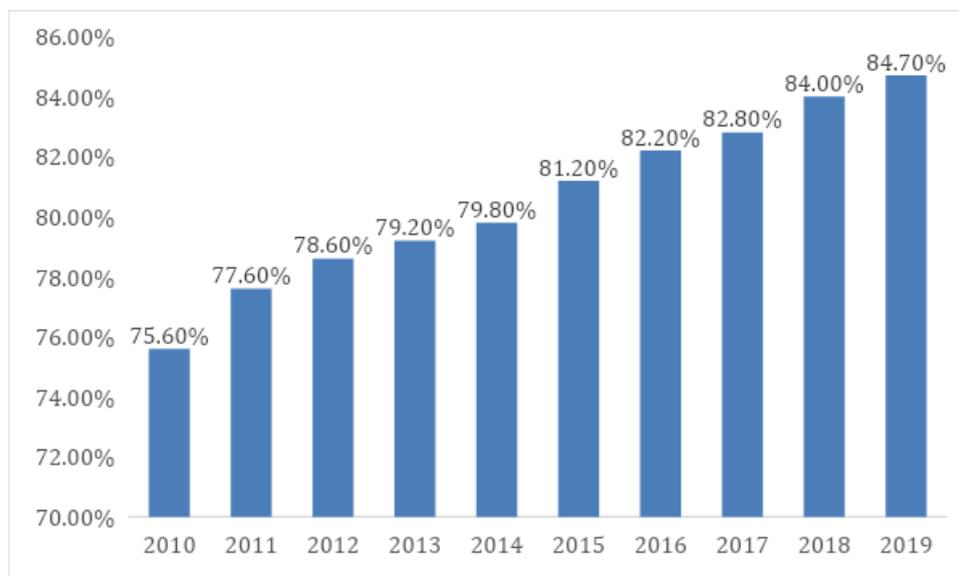
Gráfico 21. Participación de América Latina en relación a la producción mundial registrada en Scopus



Fuente: Elaboración propia en base a Scopus

Al observar la situación de las publicaciones en América Latina registradas en Scopus, Gráfico 22, se identifica que, del total, entre el 70 y 80 por ciento fueron registradas por autores pertenecientes a universidades de la región en el periodo 2010 - 2019. De un total de 68.400 artículos indexados en revistas en 2010, se pasó en 2019 a un total de 133.500 artículos, lo que da cuenta de un crecimiento de 95% en publicaciones. Esto puede deberse a la creciente transformación que están teniendo las universidades en materia de investigación, que conduce no sólo a que se especialice la planta docente, como se vio en apartados anteriores, sino también, que se obtengan resultados del trabajo investigativo y se cumplan cada vez más los requerimientos técnicos para publicar.

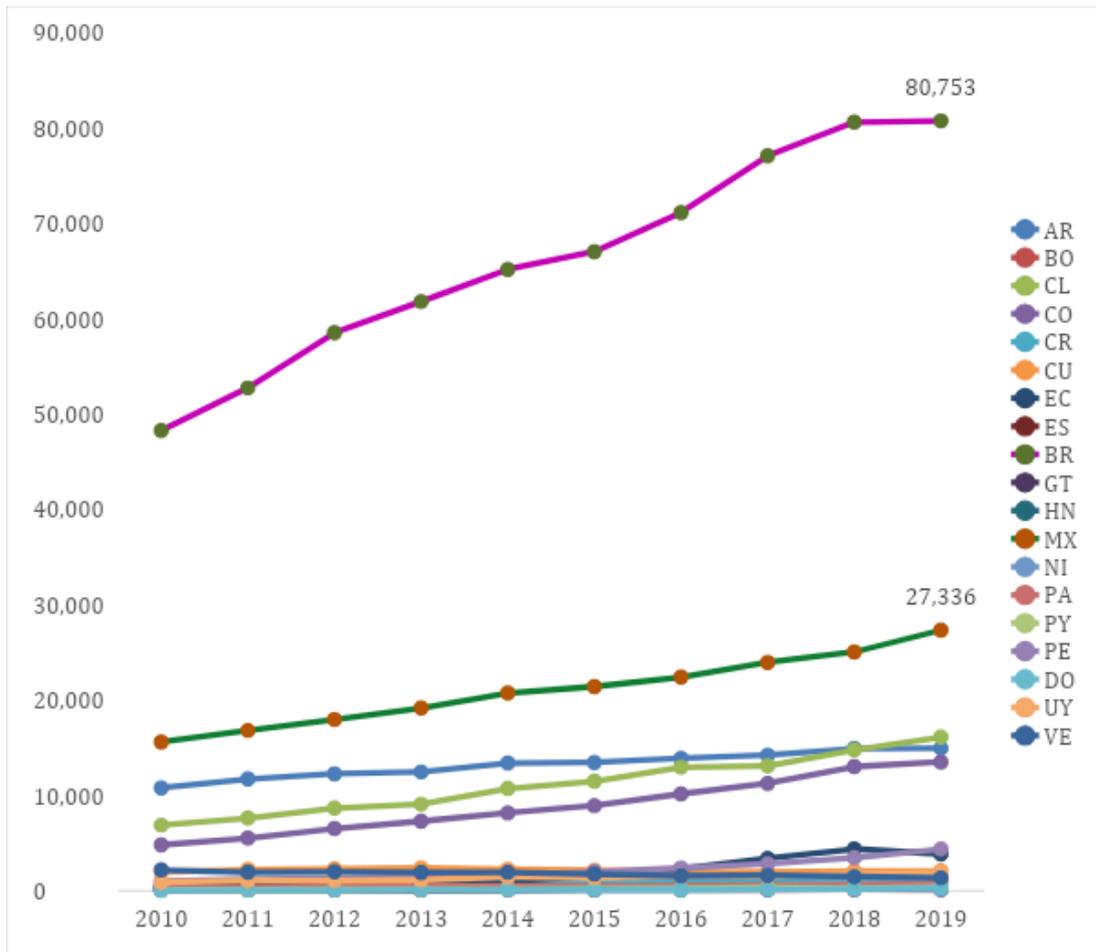
Gráfico 22. Total de publicaciones con participación de universidades en América Latina



Fuente: Elaboración propia en base a Scopus

A nivel país, el Gráfico 23, da cuenta que Brasil es el que presenta mayor cantidad de artículos, pasando de contar en 2010 con 48.516 a 80.753 en 2019. Entre este y México, que es el segundo país que más publica en la región, se observa una diferencia de cerca de 50 mil artículos el último año, considerando que este país contó con 27.336 publicaciones en Scopus. Por su parte, Argentina, Chile y Colombia siguen a México en cantidad de artículos con poco más de 10.000. El resto de los países de la región presenta una cantidad reducida de publicaciones, separándolos de los ya mencionados (ver Anexo 2).

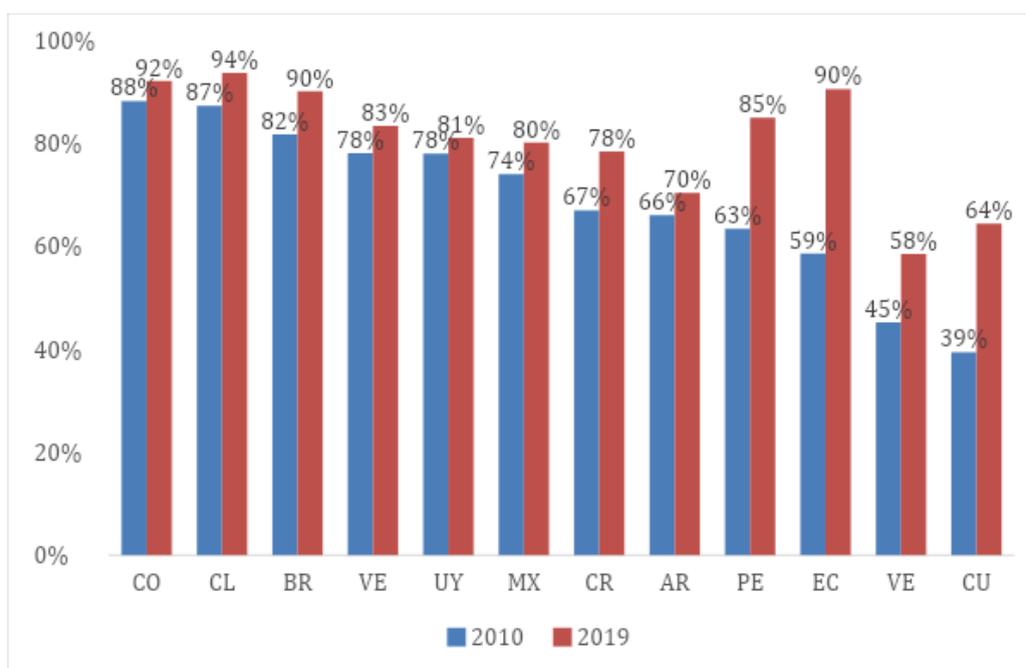
Gráfico 23. Publicaciones en Scopus por país



Fuente: elaboración propia en base a Scopus

De acuerdo al OCTS (2018), las 20 universidades latinoamericanas que más participación tuvieron en Scopus entre 2010 y 2015 fueron las brasileñas (10), argentinas (3), chilenas (3), mexicanas (2) y colombianas (2). Esto podría dar cuenta de la distribución observada en el Gráfico 24, donde justamente son estos países los que mayor cantidad de publicaciones presentan a nivel regional.

Gráfico 24. Participación de universidades en la producción científica por país



Fuente: elaboración propia en base a Scopus

Este gráfico expone el porcentaje de artículos científicos firmados por autores pertenecientes a universidades. Se muestran algunos países de la región para 2010 y 2019. Los países latinoamericanos observados se seleccionaron considerando que son los que cuentan con una mayor presencia de publicaciones a nivel regional (más de mil artículos para 2019).

En términos generales, se destaca que, en todos los países la participación de las universidades en la publicación de publicaciones indexadas presenta más del 50% del total y particularmente, Chile, Colombia y Brasil son los que mayor porcentaje de publicaciones universitarias presentan con un 90% del total, reafirmando que son autores pertenecientes a estas instituciones quienes más producen y publican. Asimismo, se observa un aumento en la cantidad de estas publicaciones en ambos años comparados. Esto se puede relacionar con el hecho de que en estos países los investigadores se ubican en las universidades como el principal sector de desarrollo de actividades como se vio en el análisis de los investigadores “Investigadores totales del país por sector de empleo (EJC)”.

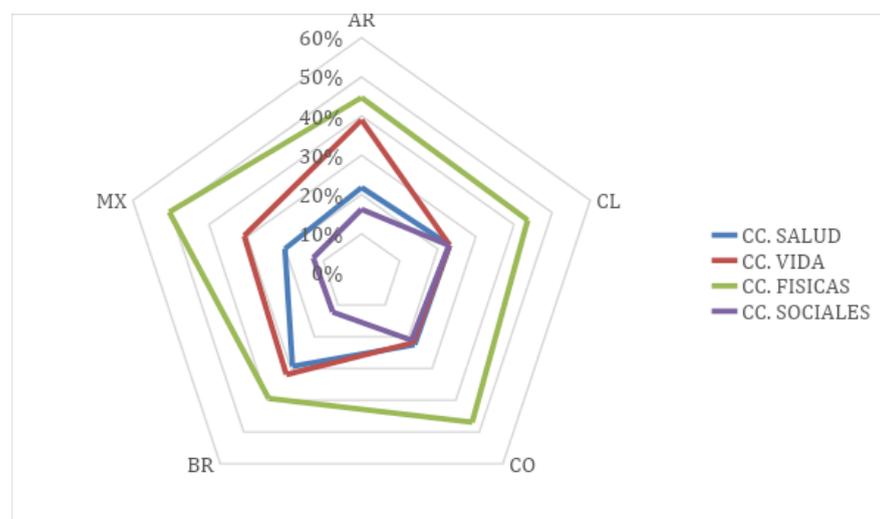
Vale la pena resaltar que, a nivel latinoamericano, Argentina y México son países con cantidades significativas de investigadores (EJC), 54.904 y 41.745 respectivamente (datos de RICYT para 2019). Sin embargo, el hecho de que el sector de empleo donde desarrollan sus

actividades se distribuya entre el gobierno, como son los consejos de investigación para el caso argentino y también en el sector empresas, para el caso mexicano, repercute en que la producción no sea mayoritariamente de las universidades. “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” (OCTS, 2018)

Del mismo modo, llama la atención el caso ecuatoriano, que pasó de contar en 2010 con 257 artículos firmados por autores de universidades a 3.487 en el año 2019. Esto coincide con la reforma educativa llevada a cabo en dicho país, donde se optó por fortalecer no sólo la rama formativa de las universidades sino también la investigación (Rivera García, Espinosa Manfugás, Valdés Bencomo, 2017).

Con respecto a los perfiles disciplinares, tanto las publicaciones totales como aquellas con participación de universidades de algunos países seleccionados para 2019, tienen la misma tendencia. Como se observa en el Gráfico 25, las ciencias físicas son las que mayor representación tuvieron mientras que las ciencias sociales fueron las de menor aparición. En casi todos estos países dicha tendencia de especialización es similar (respondiendo a las características de composición temática de las colecciones de revistas que indexa), salvo por el caso de Colombia, donde aparecen las publicaciones en ciencias de la salud por encima de las de ciencias de la vida (anexo 4).

Gráfico 25. Perfiles disciplinares de las publicaciones con participación de universidades en 2019

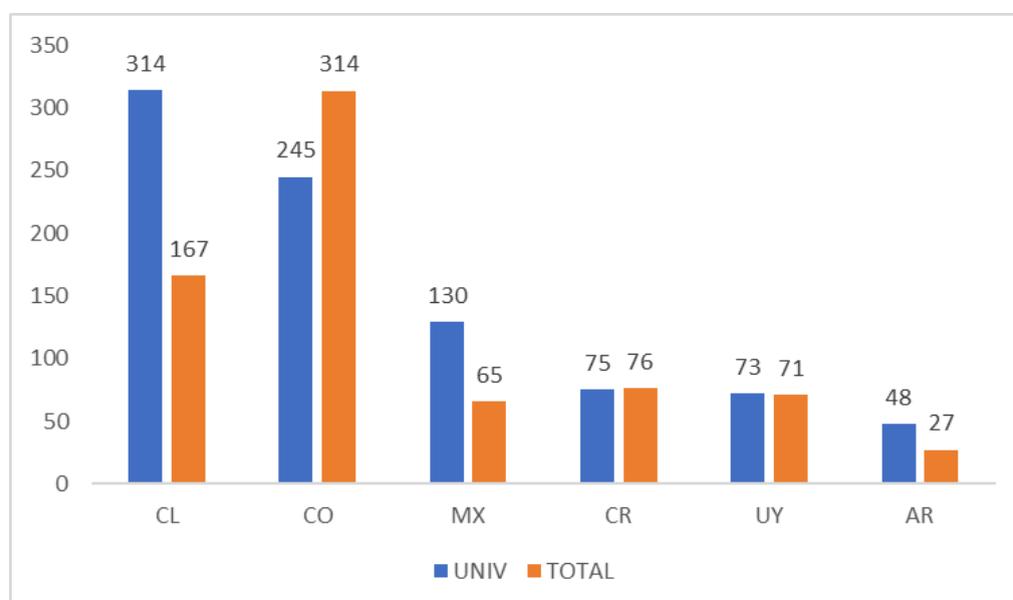


Fuente: Elaboración propia en base a Scopus

Particularmente, en México se observa que la producción de artículos con firmas de universidades pertenecientes a las ciencias físicas acumuló 50% del total de artículos en Scopus, de ciencias de la vida un 31%, mientras que de ciencias de la salud y de ciencias sociales un 20% y 13% respectivamente. En Argentina la producción de artículos de ciencias físicas acumuló 45%, de ciencias de la vida 39%, mientras que las ciencias de la salud un 22% y las ciencias sociales 16%. Chile sigue una tendencia similar a la de Argentina, contando con un porcentaje similar para las ciencias físicas, 44%, mientras que, para las demás áreas, el porcentaje de cada una fue del 23%. Por su lado, Brasil presenta un perfil diversificado, donde los porcentajes de las áreas, salvo la de ciencias sociales, son similares. Del área de ciencias físicas presentó un volumen de producción de 39%, ciencias de la vida un 32% y ciencias de la salud con un 29%, mientras que de ciencias sociales un 12%.

En cuanto a las publicaciones indexadas en Scopus cada 100 investigadores, en el Gráfico 26 se muestra cómo las personas que investigan en las universidades chilenas y mexicanas publican mucho más que en relación a los otros sectores. En el resto de los países la relación es bastante similar y solo en el caso de Colombia esta tendencia varía, siendo mayor la productividad de quienes investigan en otros sectores.

Gráfico 26. Publicaciones Totales en Scopus y con participación de universidades cada 100 investigadores en educación superior (EJC) en 2019 o último año disponible



Fuente: Elaboración propia en base a Scopus

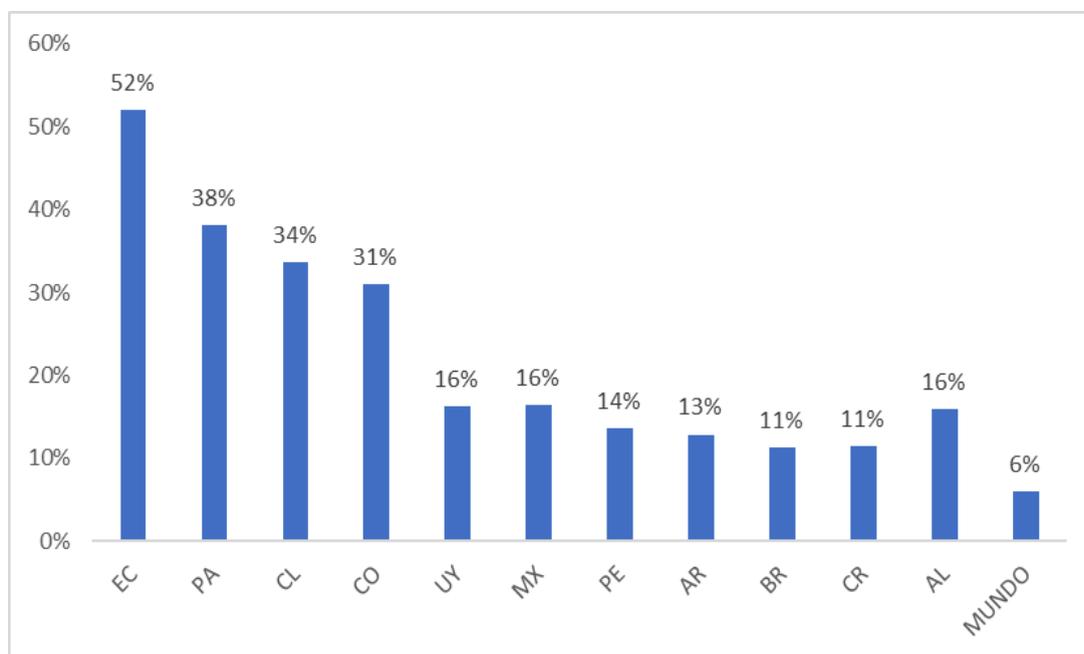
5.2 Patentes

Al analizar la producción de conocimiento tecnológico, representada en la solicitud y otorgamiento de patentes, es posible observar el rezago de América Latina nivel mundial. Teniendo en cuenta las patentes solicitadas en el Convenio PCT de la OMPI por los países de la región entre 2010-2019, no se evidencian cambios significativos, contando en el primer año con 1.192 solicitudes y en el segundo año con 1.759. En esos mismos años, en el mundo fueron solicitadas 151.898 patentes y 246.636 en 2019, lo cual deja entrever que la participación de la región en este tipo de convenios es marginal, representando un 0,8% en ambos años.

La dinámica particular de los países indica que solo Argentina, Brasil, Colombia, Chile y México son los que mayor participación tienen en la solicitud de patentes (Anexo 6). En total durante el periodo 2010-2019, Argentina presentó 560 solicitudes, Brasil 6.442, Colombia 893, Chile 1.439 y México 2.681 de las 13.719 solicitadas bajo la titularidad de latinoamericanos. Frente al total mundial, entre 2010 y 2019, América Latina participó del 0,7% de la producción tecnológica y de los países mencionados, Argentina aportó un 0,03%, Brasil 0,32%, Colombia 0,04%, Chile 0,07% y México 0,13% de patentes.

Con respecto al total de las solicitudes de patentes entre 2010-2019 realizada por universidades, fueron las brasileñas las que más participaron con un acumulado de 725 solicitudes, seguidas por las mexicanas con un total de 440, las chilenas con 483, las colombianas con 276 y por último y con bastante diferencia con respecto a las anteriores, las argentinas con un total de 72 solicitudes en el periodo mencionado. Esto significó que en países como Ecuador el 52% de las solicitudes provinieron de universidades, en Panamá el 38%, en Chile el 34% y en Colombia el 31% de las solicitudes. Los demás países de la región tuvieron una participación más limitada de las universidades, con menos del 20% como se presenta en el Gráfico 27. A nivel regional este porcentaje fue del 16% y a nivel mundial el 6%.

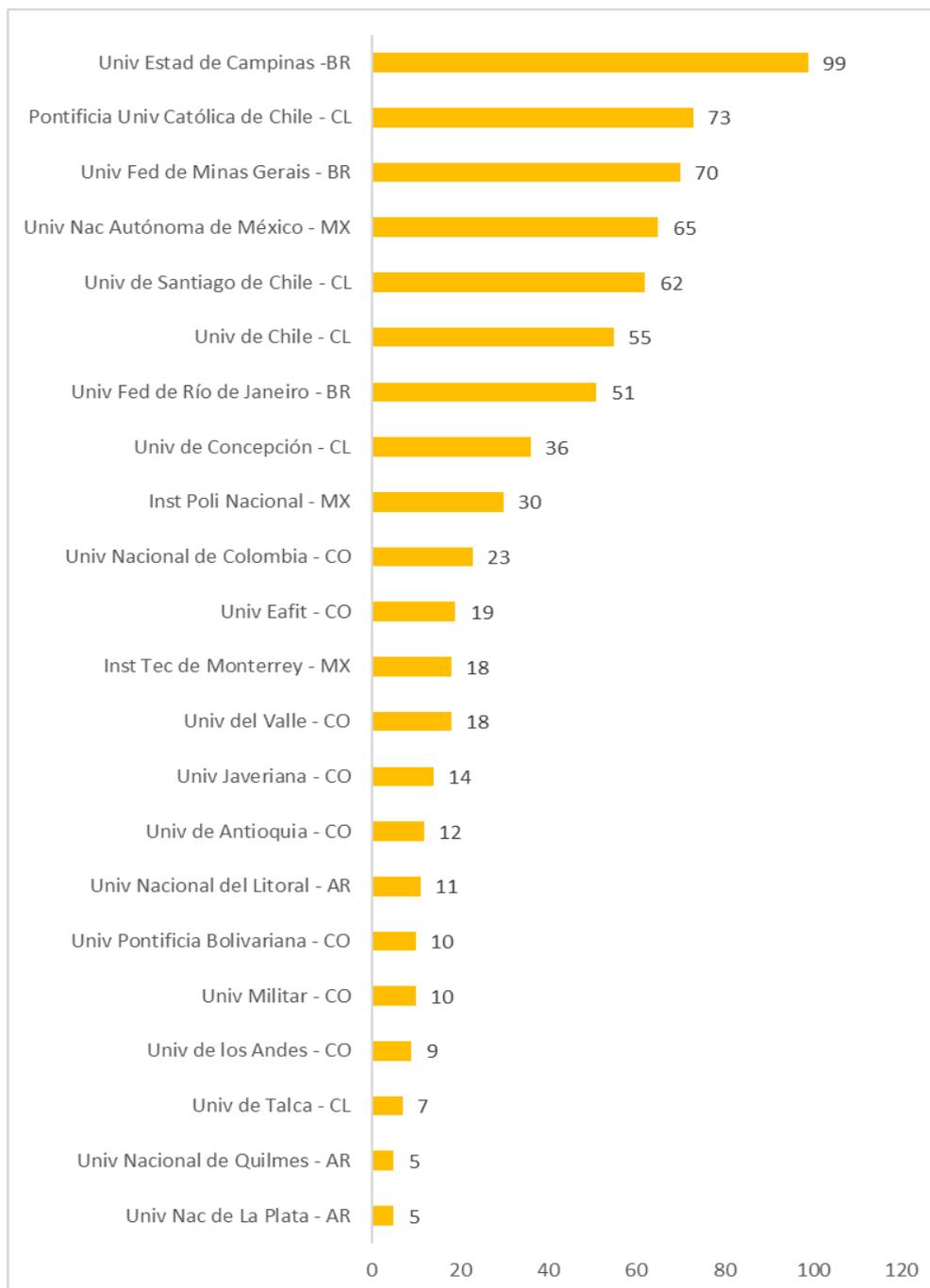
Gráfico 27. Participación de las universidades en la titularidad de patentes sobre el total del país, 2019



Fuente: Elaboración propia en base a datos de WIPO

El Gráfico 28, presenta la cantidad de solicitudes realizadas por las universidades que participaron con más de 10 solicitudes entre 2010 y 2019. Como se muestra, la Universidad de Campinas (BR), la Universidad Católica de Chile (CL), la Universidad de Minas Gerais (BR) y la UNAM (MX) fueron las que más participaron en el patentamiento regional. Al final de la tabla y con una cantidad menor de patentes se encuentran casi todas las universidades colombianas que solicitaron en el periodo, así como las universidades argentinas.

Gráfico 28. Patentes PCT por universidad (2010-2019)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de WIPO

6. Reflexiones finales

Esta tesis de maestría construyó una metodología para la sistematización de la información estadística referida a las capacidades científicas propias de las universidades de América Latina, especialmente en sus resultados codificados en publicaciones y patentes. De esta manera, los resultados de esta investigación aportan al conocimiento sobre las actividades de ciencia y tecnología en la educación superior.

En primer lugar, esta tesis se centró en la importancia de la participación de las universidades en la producción científica y tecnológica de los países de América Latina. Tal como se planteó en los capítulos 1 y 2, las universidades aparecen como motores de integración de diversos fenómenos que ocurren no sólo intra muros sino también en su vinculación con el entorno socioeconómico. Las universidades se han constituido como elementos fundamentales del sistema, no solo de la formación de recursos humanos altamente calificados sino también de generación de capacidades de producción a nivel científico y tecnológico. La cobertura de la educación superior se expande anualmente, generando con ello no sólo que más estudiantes puedan ingresar a los niveles de formación y especialización que ofrecen las universidades, sino también que logren egresar e insertarse en el mundo laboral como se pudo constatar en los indicadores sobre matrícula y graduación desde 2010 hasta 2019.

Si bien, para que este tipo de dinámica se mantenga es necesario contar con recursos humanos y económicos específicos que logren responder a las demandas como la formación y la investigación, en América Latina se observa que la inversión en el sector acompaña el crecimiento de la matrícula y por ende su dinámica también es de expansión. Aunque, al detallar este análisis país por país, es evidente la marcada heterogeneidad regional que también puede verse en lo que cada uno de estos invierte para este nivel de la educación en relación a su PBI, demostrando que son pocos países los que superan el 2%. No obstante, el 1,3% que se destina del PBI regional a la educación superior en 2019, no se aleja del promedio del gasto público destinado a este nivel de educación en los países de la OCDE, que en este representó un 1,2% (OCDE, 2022).

Vale la pena resaltar que este tipo de apoyo a la educación superior se ha visto sobre todo representada en la expansión de la matrícula en los niveles de grado (pregrados,

licenciaturas), más no en la especialización. La diferencia del apoyo se refleja en el hecho de que las maestrías y sobre todo los doctorados presentan un gran rezago en toda la región, siendo los doctorados solo el 1% del total de la matrícula latinoamericana. Esto también acompaña el fenómeno de la escasa participación de los estudiantes en las áreas STEM así como la limitada presencia de mujeres en estas áreas de conocimiento, lo cual incide no sólo en la dinámica académica sino también a nivel socio productivo y que se ilustra con los insuficientes recursos humanos en algunos sectores científicos y económicos y cuellos de botella en otros.

Con relación a las actividades científicas y tecnológicas en las universidades, el 63% de los investigadores (EJC) latinoamericanos llevaron a cabo sus tareas en el sector de la educación superior durante 2019. Por lo tanto, es en este sector donde surge el conocimiento que luego es posible proponer en la interacción con otros actores clave como el gobierno, las empresas, la sociedad civil, entre otros.

En base a la afirmación anterior, esta tesis responde a la pregunta siguiente: ¿cómo es posible conocer la participación de las universidades en la producción científica de la región dado el vacío existente en la bibliometría y los manuales metodológicos conocidos en este campo? El esfuerzo llevado a cabo por el Manual de Lima para que los países puedan proporcionar información comparable sobre la educación superior, efectivamente cumple su objetivo y por tal razón es posible conocer las dinámicas generales de este nivel de la educación en un orden regional. Por tanto, no sólo se puede construir un análisis de los principales indicadores de la educación superior como la matrícula, graduación, personal académico, con sus diversas desagregaciones (sexo, sector de gestión, campo de conocimiento), sino también en lo referido a las actividades científicas y tecnológicas llevadas a cabo por las universidades. Por tal razón, ahora es posible contar con información actualizada sobre la inversión en I+D financiada y ejecutada en la educación superior, los investigadores que trabajan específicamente en este sector (personas físicas y EJC), su producción medida en publicaciones y patentes, así como los campos disciplinares en los que se especializan los investigadores.

Frente a la pregunta sobre cuál es el volumen de la intersección ciencia, tecnología y educación superior en América Latina, en esta tesis se demuestra que la manera de conocer esta información es llevando a cabo una metodología particular que caracterice efectivamente lo que ocurre en cada país en ciertas bases de datos elegidas, como se

presenta en los capítulos ##. De esta manera, la estrategia de búsqueda insiste en que la recopilación de información aborde toda o la mayor cantidad de artículos y publicaciones de las instituciones de la educación superior que participan activamente en la actividad científica.

Con la búsqueda hecha, basada en los indicadores "publicaciones científicas con participación de instituciones de educación superior" y "patentes solicitadas por instituciones de educación superior", se construyó una base de datos cuya sistematización y análisis permite afirmar lo siguiente:

- Este trabajo presenta evidencia que verifica que efectivamente, la participación de autores latinoamericanos con afiliación universitaria representó en 2019 más del 80% de publicaciones en una de las principales bases de datos de revistas indexadas. Demostrando así que es en estas instituciones de la educación superior donde se está produciendo conocimiento científico en la región. Asimismo, la producción científica de las universidades está concentrada principalmente en cinco países, esto quiere decir que el 97% del total de artículos en Scopus provienen de países como Brasil, México, Argentina, Chile y Colombia. Las universidades del resto de la región participan de manera limitada en el total latinoamericano.
- Es interesante notar, como se presentó en el Gráfico 24, que observando la dinámica país por país para 2019, en Chile, Colombia y Brasil casi el 90% de artículos en Scopus presentan firmas con afiliación universitaria, mientras que, en el caso de Argentina, Venezuela y Cuba, este porcentaje disminuye a 70% y menos. Esto quiere decir que en estos países si bien el peso de las universidades es importante, otras instituciones como los Consejos Nacionales también participan activamente de la producción científica. En este orden, Chile y Colombia fueron los países que mejor productividad tuvieron en la región dicho año, considerando que tuvieron 314 y 245 artículos por cada 100 investigadores EJC, respectivamente.
- De acuerdo a los perfiles disciplinares identificados en las publicaciones indexadas para 2019, los países seleccionados tienen una tendencia a participar principalmente en el área de las ciencias físicas y de manera más limitada en las ciencias sociales.

- La sistematización de información referida a capacidades tecnológicas de las universidades, principalmente en su participación en la solicitud de patentes en el convenio PCT, da cuenta de que, en casi todos los países de la región, estas representan menos del 50% de las firmas, salvo en Ecuador (52%) y a nivel regional, solo llega a ser el 17% del total. Las universidades brasileñas, chilenas y mexicanas son las que mayor presencia tienen en este aspecto, como se vio en el Gráfico 28, y estas son justamente reconocidas por su carácter investigador e innovador.

La última pregunta que guía esta tesis se cuestiona sobre la relevancia de esta información para la toma de decisión política en la materia. Para responder a esta pregunta se puede considerar principalmente que el fortalecimiento de los sistemas de información estadística de manera a que esta información sea comparable y actualizada es fundamental para determinar planes, programas y proyectos a corto, mediano y largo plazo y de esta manera conocer su alcance y limitaciones. Por este motivo es tan importante para la educación superior de la región contar con una metodología que realice el esfuerzo de ordenar y ofrecer la información para obtener un panorama de la dinámica científica de este nivel de formación.

Del mismo modo, otros sistemas de información, como el que recoge los datos en particular de quienes realizan actividades científicas y tecnológicas, podrían fomentarse para que los datos que allí se recopilan y almacenan cuenten con la mayor cantidad de metadatos sobre perfiles y la producción que se realiza en determinadas áreas del conocimiento. Esto podría colaborar en gran manera a revertir el problema de la falta de normalización de las firmas y ampliar el conocimiento sobre quién produce, cómo lo hace, en vinculación con quién, cuál es su afiliación, entre otros aspectos que aún hoy siguen presentando falencias.

Si se considera en particular el aporte al estado del arte que realiza esta tesis a la bibliometría, es posible realizar cruces en la información para enriquecer el seguimiento de las actividades en este ámbito, sobre los resultados de las investigaciones y el impacto que tienen en la comunidad científica. Con la generación y sistematización de indicadores de este tipo, pueden establecerse como una relevante fuente de información para realizar análisis no solo de carácter cuantitativo, sino profundizando con otras metodologías cualitativas que permitan entrever el porqué de ciertos fenómenos en el ámbito de la producción científica y tecnológica.

Anexo estadístico

Anexo 1. Total de publicaciones en Scopus por país

Publicac. totales	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
AR	10.791	11.722	12.262	12.466	13.394	13.459	13.889	14.216	14.916	14.950
BO	239	255	237	286	310	329	337	310	389	413
CL	6.887	7.620	8.672	9.085	10.720	11.484	12.953	13.103	14.781	16.111
CO	4.815	5.519	6.514	7.291	8.171	8.933	10.155	11.256	13.016	13.509
CR	588	636	682	691	854	841	945	1.098	1.189	1.316
CU	1.991	2.226	2.281	2.379	2.236	2.165	1.978	1.964	2.061	2.078
EC	439	474	608	723	984	1.538	2.296	3.388	4.380	3.856
ES	109	107	109	92	123	142	153	121	144	121
BR	48.270	52.747	58.533	61.808	65.177	67.039	71.139	77.082	80.615	80.753
GT	147	143	214	229	215	280	271	322	296	352
HN	70	74	85	84	85	107	100	149	188	241
MX	15.607	16.814	17.962	19.164	20.739	21.418	22.409	23.961	25.045	27.336
NI	88	106	112	99	110	116	130	145	151	151
PA	352	365	470	477	484	511	528	590	632	774

PY	96	120	139	155	166	226	247	324	268	408
PE	1.011	1.202	1.294	1.479	1.641	1.983	2.382	2.835	3.463	4.375
DO	56	80	83	125	119	140	137	176	191	285
UY	901	1.077	1.081	1.142	1.450	1.367	1.569	1.560	1.777	1.923
VE	2.183	1.944	1.982	1.917	1.929	1.750	1.571	1.631	1.487	1.356

Anexo 2. Total de publicaciones de universidades en Scopus

Pub. universidades	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
AR	7121	7857	8292	8406	8956	9050	9506	9882	10416	10509
BO	132	149	151	176	200	208	215	194	252	296
BR	39391	44124	49493	52840	56212	58722	62677	68105	71464	72667
CL	6004	6832	7813	8184	9669	10535	11865	12119	13571	15077
CO	4243	4941	5794	6468	7342	8053	9199	10112	11879	12427
CR	393	420	486	486	626	594	706	816	879	1031
CU	784	985	1048	1092	1037	1085	1008	1105	1299	1337
RD	20	36	35	55	40	72	62	82	104	173
EC	257	303	421	515	766	1260	2015	3014	3996	3487
SV	57	50	51	39	68	64	64	56	90	60
GT	64	57	109	107	105	151	141	177	146	147
HN	41	48	47	47	54	67	76	105	142	199
MX	11534	12707	13655	14644	15709	16433	17432	18890	19788	21878
NI	42	52	61	42	50	55	65	61	78	76
PA	159	168	234	228	245	269	253	307	316	452
PY	60	76	83	100	106	145	189	222	185	295
PE	640	778	897	1001	1144	1433	1841	2194	2813	3711
UY	702	863	866	929	1153	1057	1292	1282	1435	1557
VE	1702	1500	1588	1506	1436	1385	1238	1290	1196	1129

Anexo 3. Porcentaje de publicaciones de universidades en Scopus en 2019 para países seleccionados

País	2010	2019
CO	88%	92%
CL	87%	94%
BR	82%	90%
VE	78%	83%
UY	78%	81%
MX	74%	80%
CR	67%	78%
AR	66%	70%
PE	63%	85%
EC	59%	90%
VE	45%	58%
CU	39%	64%

Anexo 4. Perfiles disciplinares de las publicaciones con participación de universidades en 2019

TOTAL	AR	CL	CO	BR	MX	% sobre el total	AR	CL	CO	BR	MX
CC. SALUD	3668	3703	2989	23212	6014	CC. SALUD	25%	23%	22%	29%	27%
CC. VIDA	5177	3635	2903	24367	7641	CC. VIDA	35%	23%	21%	30%	35%
CC. FISICAS	5647	6996	6036	30716	11960	CC. FISICAS	38%	43%	45%	38%	55%
CC. SOCIALES	2028	3596	2755	9758	3234	CC. SOCIALES	14%	22%	20%	12%	15%

UNIV	AR	CL	CO	BR	MX	% sobre el total univ.	AR	CL	CO	BR	MX
CC. SALUD	2293	3489	2803	21303	4395	CC. SALUD	22%	23%	23%	29%	20%
CC. VIDA	4101	3485	2721	23200	6734	CC. VIDA	39%	23%	22%	32%	31%
CC. FISICAS	4701	6573	5836	28654	11035	CC. FISICAS	45%	44%	47%	39%	50%
CC. SOCIALES	1711	3460	2630	8888	2771	CC. SOCIALES	16%	23%	21%	12%	13%

Anexo 5. Publicaciones en Scopus con participación de universidades cada 100 investigadores en educación superior para países seleccionados

País	Invest. (EJC) en Edu. Superior	Total invest. (EJC)	Total invest. (EJC) Universitarias	Total Pub. Universitarias	Pub. universitarias cada 100 investigadores (EJC) Edu. Superior	Pub. Totales	Pub. cada 100 invest. (EJC)
AR	40,21%	54.904	22077	10509	48	14950	27
CL	49,59%	9.671	4796	15077	314	16111	167
CO	95,72%	4.305	4121	10112	245	13509	314
CR	69,74%	1.725	1203	904	75	1316	76
MX	40,45%	41.745	16886	21878	130	27336	65
UY	79,06%	2.713	2145	1557	73	1923	71

Anexo 6. Total de patentes PCT por país

País	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
AR	70	62	69	69	47	36	50	57	48	52
BO	1	1	1	0	2	0	0	0	0	1
BR	658	591	685	710	665	567	604	587	674	701
CO	62	71	67	74	105	79	89	115	111	120
CR	9	11	17	4	15	8	11	9	15	6
CU	10	9	10	10	9	5	1	7	5	10
CL	81	109	139	134	116	158	166	173	176	187
EC	5	6	8	9	2	4	9	6	21	5
SV	5	0	1	1	2	2	0	2	0	3
GT	8	1	2	3	1	0	3	0	4	1
NI	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0
PA	9	7	11	22	9	18	7	59	152	47
UY	13	8	10	10	9	11	6	14	8	16
PY	0	3	1	0	0	1	0	0	0	0
PE	12	10	11	12	15	20	25	20	31	42
VE	8	8	10	5	6	0	4	31	43	1
MX	254	271	282	229	245	288	262	306	286	258
HN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DO	8	3	7	8	7	1	6	6	11	10
PR	7	20	27	18	26	21	46	117	221	308
AL	1192	1166	1345	1298	1271	1210	1277	1457	1744	1759
MUNDO	151.898	163.670	178.212	192.633	210.609	200.928	210.454	223.571	237.375	246.636

Nota: Datos recopilados en enero de 2020

Anexo 7. Total de patentes PCT con participación de universidades

País	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	TOTAL UNIV	TOTAL PAIS	UNIV/ PAÍS
AR	6	4	6	8	10	7	11	8	6	6	72	560	13%
BO	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	33%
BR	51	55	75	102	89	57	83	79	72	62	725	6442	11%
CO	11	12	12	13	36	23	39	44	56	30	276	893	31%
CR	1	1	6	1	2	0	0	0	1	0	12	105	11%
CU	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	6	76	8%
CL	22	17	37	38	29	46	72	66	60	96	483	1439	34%
EC	1	1	0	0	0	2	1	3	15	16	39	75	52%
SV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0%
GT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0%
NI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0%
PA	0	0	0	0	1	0	0	52	66	11	130	341	38%
UY	2	1	3	1	1	2	0	0	3	4	17	105	16%
PY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0%
PE	2	1	0	3	2	5	3	3	3	5	27	198	14%
VE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	0%
MX	39	42	47	38	55	66	46	52	46	9	440	2681	16%
HN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
DO	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	4	67	6%
PR		1					2	1	0	0	0	811	0%
AL	133	137	186	204	223	207	255	305	320	214	2184	13719	16%
MUN DO	8606	9587	10634	10930	11647	11821	12783	14224	15343	14292	119867	2.015.986	6%

Referencias bibliográficas

Albornoz, M., Barrere, R., Bageneta, M., Matas, L. (2007). Indicadores bibliométricos como herramienta para la evaluación institucional. Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica CAICYT-CONICET. Recuperado de: <https://aaeap.org.ar/wp-content/uploads/2018/02/Albornoz-Barrere-Bageneta-Matas.pdf>

Albornoz, M., Barrere, R., Sokil, J. (2017). Las universidades lideran la I+D en América Latina. En RICYT, El Estado de La Ciencia 2017, 31-44. Recuperado de: [EL ESTADO 2017 completo \(ricyt.org\)](http://ricyt.org)

Albornoz, M., Osorio, L. (2018). Rankings de universidades: calidad global y contextos locales. Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad, 13(37), 13-51. Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-00132018000100003&lng=es&tlng=es.

Albornoz, M., Barrere, R., Osorio, L. (2018). Dossier Información comparable sobre educación superior: el caso del Manual de Lima y la Red INDICES. Propuesta Educativa Número 49 – Año 27 – Jun. 2018 – Vol.1 – Págs. 48 a 56. Recuperado de: <http://propuestaeducativa.flacso.org.ar/wp-content/uploads/2019/11/Propuesta-Educativa-49-dossier-Albornozyotros.pdf>

Aliaga, F. M., Correa, A. D. (2011). Tendencias en la normalización de nombres de autores en publicaciones científicas. *Relieve*. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa, 17(1), 1-10.

Arnaudo, M., Ibáñez, M., Morresi, S. (2019). Financiamiento y eficiencia de la Educación Superior en Argentina: estudio de caso de las Universidades Nacionales. *Propuesta Educativa*, vol. 2, núm. 52, pp. 139-150

Baldini, N. (2006). University patenting and licensing activity: a review of the literature. En *Research Evaluation*, Volume 15, Issue 3, December 2006, Pages 197–207, Recuperado de: <https://doi.org/10.3152/147154406781775878>

Barre, R. (1997). La producción de indicadores para la política de investigación e innovación: organización y contexto institucional. En Jaramillo, H. y Albornoz, M., EL UNIVERSO DE LA MEDICIÓN. La perspectiva de la ciencia y la tecnología. Editorial Tercer Mundo. Bogotá.

Barrere, R. M. (2010). Información científica, tecnológica y de innovación. Producción, dinámicas y actores. (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina Disponible en RIDAA-UNQ. Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes. <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/196>

Bordons, M. (1999). Evaluación de la actividad científica a través de indicadores bibliométricos. Rev Esp Cardiol. 1999; 52: 790-800

Bordons, M., Morillo, F., Moreno, L., Aparicio, J., y González-Albo, B. (2020). La actividad científica del CSIC a través de indicadores bibliométricos. Recuperado de: <https://digital.csic.es/handle/10261/225260>

Costas, R., Bordons, M. (2007). Una visión crítica del índice h: algunas consideraciones derivadas de su aplicación práctica. Profesional de la información, 16(5), 427-432.

González-Albo Manglano, B., Zulueta García, M. (2007): Patentes domésticas de universidades españolas: análisis bibliométrico. Revista española de documentación científica. 30, 1, enero-marzo, 61-90, ISSN 0210-0614.

Granda-Orive, J.I. (2003). Algunas reflexiones y consideraciones sobre el factor de impacto. Arch Bronconeumol, 39(9):409-17

Granda-Orive, J.I., Alonso-Arroyo, A., García-Río, F., Solano-Reina, S., Jiménez-Ruiz, C., Aleixandre-Benavent R. (2013). Ciertas ventajas de Scopus sobre Web of Science en un análisis bibliométrico sobre tabaquismo. Revista Española de Documentación Científica 36(2), abril-junio, e011. Recuperado de: <http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/793/933>

Emiliozzi, S. (2012). Políticas en Ciencia y Tecnología y Universidad en Argentina. Análisis sobre la formación e inserción de los recursos humanos calificados. VII Jornadas de

Sociología de la UNLP. Departamento de Sociología de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, La Plata.

Estévez García, J., Pérez García, M. (2007). Sistema de indicadores para el diagnóstico y seguimiento de la educación superior en México. ANUIES, México.

Etzkowitz, H. (1998). The norms of entrepreneurial science: cognitive effects of the new university–industry linkages. *Research Policy*, 27, 823–833.

Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29, 109–123

Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. (1997). *Universities and the Global Knowledge Economy: A Triple Helix of University-Industry-Government Relations*. London: Cassell Academic.

Falagas, M. E., Pitsouni, E. I., Malietzis, G. A., & Pappas, G. (2008). Comparison of PubMed, Scopus, web of science, and Google scholar: strengths and weaknesses. *The FASEB journal*, 22(2), 338-342.

Freeman, C. (1982). Recent developments in science and technology indicators: a review.

Fresán Orozco, M (2007). Prólogo. En Estévez García, J., Pérez García, M. (2007). Sistema de indicadores para el diagnóstico y seguimiento de la educación superior en México. ANUIES, México.

García de Fanelli, A. (2000). *Los indicadores en las políticas de reforma universitaria argentina: balance de la situación actual y perspectivas futuras*. Buenos Aires. AR; Ministerio de Cultura y Educación.

García de Fanelli, A. (2014). Rendimiento académico y abandono universitario: Modelos, resultados y alcances de la producción académica en la Argentina. *Revista Argentina de Educación Superior -RAES-*. Año 6, Número 8, junio.

García de Fanelli, A., Adrogué, C. (2019). Equidad en el acceso y la graduación en la

Educación Superior: Reflexiones desde el Cono Sur. Archivos Analíticos de Políticas Educativas, 27(96). <https://doi.org/10.14507/epaa.27.3843>

Godin, B., Gingras, Y. (2000). The place of universities in the system of knowledge production. *Research Policy* (29), 273–278. Recuperado de: [The place of universities in the system of knowledge production - ScienceDirect](#)

Godin, B., Barker, B., Landry, M. (1995). Besides academic publications: which sectors compete, or are there competitors?. *Scientometrics*, 33, 3–12.

Godin, B. (2004). The Who, What, Why and How of S&T Measurement. Project on the History and Sociology of S&T Statistics. Canadian Science and Innovation Indicators Consortium (CSIIC). Working Paper No. 26.

Instituto de Estadística de la UNESCO (UIS).(2013). Clasificación Internacional Normalizada de la Educación CINE 2011. Canadá.

Instituto de Estadística de la UNESCO (UIS). (2014). Campos de educación y capacitación 2013 de la CINE (ISCED-F 2013). Canadá.

Ibáñez, J. (2019). Estadísticas internacionales de educación. En Índice. Número 73. Abril. Recuperado de: <http://www.revistaindice.com/numero73/p25.pdf>

Leydesdorff, L., Etzkowitz, H., 1998. The Triple Helix as a model for innovation studies. *Science and Public Policy* 25 3 , Ž . 195–203.

Leydesdorff, L. (2004). The university–industry knowledge relationship: Analyzing patents and the science base of technologies. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 55(11), 991-1001.

López-Illescas, C., de Moya-Anegón, F., Moed, F. (2008). Coverage and citation impact of oncological journals in the Web of Science and Scopus, *Journal of Informetrics*, Volume 2, Issue 4, Pages 304-316, ISSN 1751-1577. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2008.08.001>

Martin, B. (2012). Are universities and university research under threat? Towards an evolutionary model of university speciation. *Cambridge Journal of Economics*, 36, 543–565.

Miguel, S. (2011). Revistas y producción científica de América Latina y el Caribe: su visibilidad en SciELO, RedALyC y SCOPUS. *Revista Interamericana de Bibliotecología*. Vol.34 no.2 Medellín July/Dec.

Morduchowicz, A. (2006). Los indicadores educativos y las dimensiones que los integran. UNESCO, IIEP.

Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad -OCTS-. (2018). Las universidades pilares de la ciencia y la tecnología en América Latina. Recuperado de: [Las universidades pilares de la ciencia y la tecnología en América Latina.pdf \(oei.int\)](#)

OCDE. (2015). Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. Publicado por acuerdo con la OCDE, París (Francia).
Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239012-en>

Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2017). Manual Iberoamericano de Indicadores de Educación Superior: Manual de Lima- 1 ed.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Pascual Barrio, B. (2006). Calidad, equidad e indicadores en el sistema educativo español. *Pulso*, 29, 43-58.

Pavitt, K. (1998) Do patents reflect the useful research output of universities? En *Research Evaluation*, Volume 7, Issue 2, Pages 105–111. Recuperado de: <https://doi.org/10.1093/rev/7.2.105>

Pérez, C. (2004). Estadísticas internacionales de educación. *Revista INDICE*. 8, 10-11.

Pérez Rasetti, C. (2010). La cuestión de los indicadores de Educación Superior en Iberoamérica. Estado de la cuestión y análisis de los casos más relevantes. Documento de trabajo para la Organización de Estados Iberoamericanos.

Perilla-Rodríguez, L. M., Pérez-Acosta, A. M. (2016). Normalización de las firmas de autor y de institución: de los nombres a los ID. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 34(3), 437-439.

RICYT. (1999). Principales indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 1990-1997, Buenos Aires.

RICYT. (2021). Principales indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2021. Buenos Aires.

Rivera García, C. G., Espinosa Manfugás, J. M., & Valdés Bencomo, Y. D. (2017). Scientific research at Ecuadorean universities: A priority of the education in force. *Revista Cubana de Educación Superior*, 36(2), 113-125.

Sobrido Prieto, M., Guitián, C. G. (2011). La variabilidad de firmas de los artículos científicos. *Galicia Clínica*, 72(4), 165-167.

Sobrido Prieto, M., Gutiérrez Couto, U., González Guitián, C. (2016). De la normalización de la firma científica a la identificación digital del autor. *Index de Enfermería*, 25(1-2), 56-59.

Van Raan, A. F. J. (2003). The use of bibliometric analysis in research performance assessment and monitoring of interdisciplinary scientific developments. *Technikfolgenabschätzung en Theorie und Praxis* Nr. 1, 12.

Van Raan, A. F. J. (2004). Measuring Science. *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*, 19–50. doi:10.1007/1-4020-2755-9_2