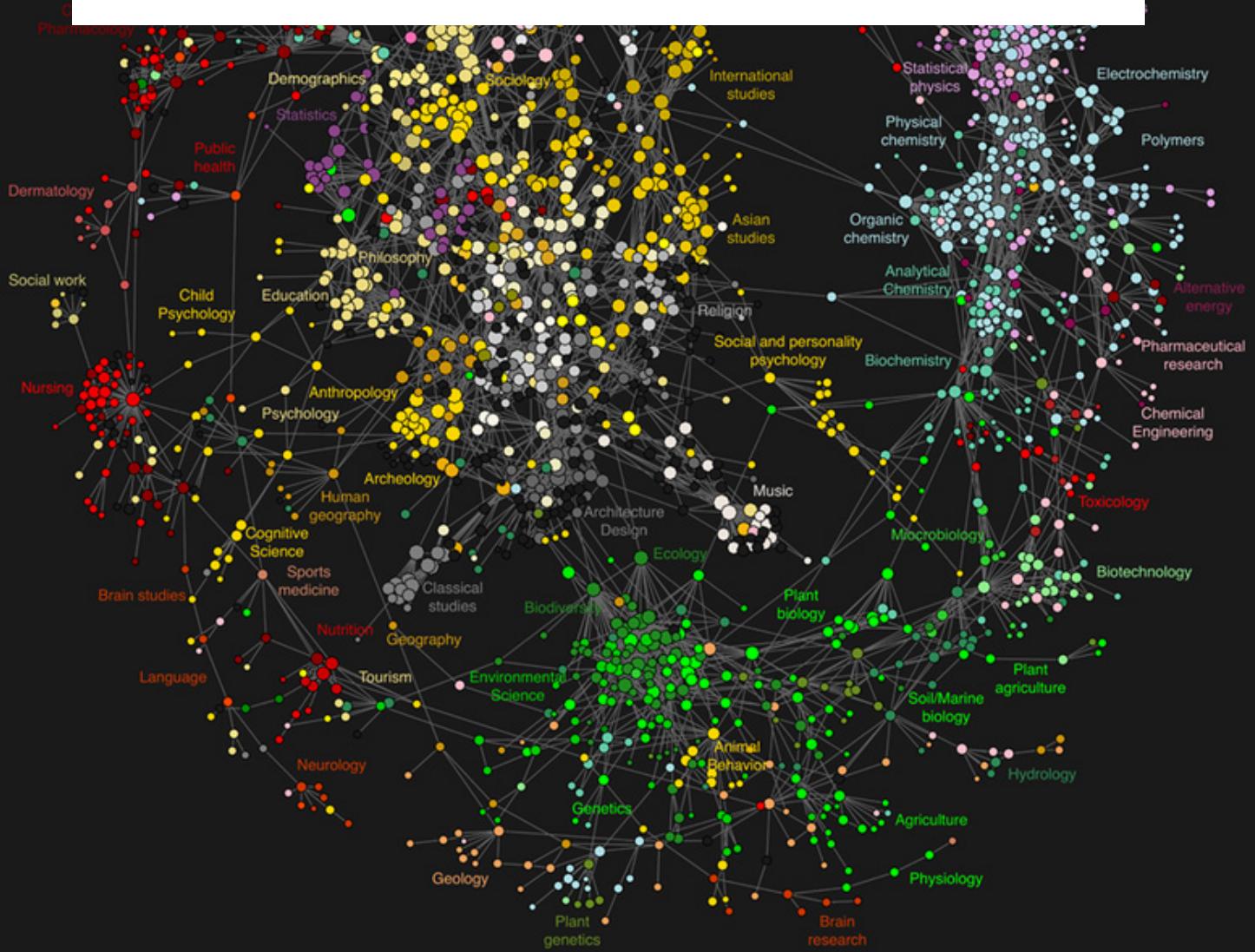


INVESTIGACIÓN UDD

RESEARCH UDD



INVESTIGACIÓN UDD RESEARCH UDD

Título de la Revista: "Investigación UDD - Research UDD"

Revista de Investigación de la Universidad del Desarrollo
9^a edición Mayo 2023

COMITÉ EDITORIAL

Sergio Hernández

Vicerrector de Investigación y Doctorados (VID).

Anne Bliss, PhD

Senior Instructor Emerita, Writing and Rhetoric, University of Colorado, Boulder.

José Antonio Muñoz

Profesor investigador, Centro de Investigación en Complejidad Social.

Denise Saint-Jean, PhD

Directora de Investigación y Doctorados.

TRADUCCIÓN INGLÉS

Alessio G. Severino

PRODUCCIÓN

Gillian Armstrong

Ximena Ballivian

Paola Massaro

Daniel Morales

Marcela Ortiz

Daniela Salas

Víctor Rocco

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Margarita Ballivian, Oficina de diseño UDD

COVER PICTURE

<https://www.wired.com/2009/03/mapofscience/>
Maps of science, built live on Twitch, every Wednesday @OpenAlex_org

FOTOGRAFÍA

Valentino Saldívar.

<http://www.udd.cl/investigacion>
www.doi.org/10.5261/rinv

CONTENIDOS CONTENTS

► 4 PRÓLOGO PROLOGUE

► 8 ARTÍCULOS ARTICLES

- 8 Georreferenciación de la producción científica chilena
Georeferencing of Chilean Scientific Production
Félix de Moya PhD, Gerardo Tibán PhD, Grupo SCImago
- 16 Integridad Ética del investigador
Ethical integrity of the researcher
Francisco Ceric, PhD
- 24 Investigación Responsable y Open Science: Beneficios e Implicaciones Éticas
Responsible Research and Open Science: Benefits and Ethical Implications
Juan Alberto Lecaros, PhD
- 32 Hacia un Learning Health System
Towards a Learning Health System
Maurizio Mattoli
- 38 Cuadernos de laboratorio digitales: Claves en la investigación científica y la Ciencia Abierta
Digital Lab Notebooks: Keys to Scientific Research and Open Science
Ricardo Armisen, PhD
- 48 Ética e Investigación Científica
Ethics and Scientific Research
Marcial Osorio, PhD
- 57 Hacer un PITCH (centrado en ciencia abierta)
Making Your Pitch (with a focus on Open Science)
Anne Bliss, PhD
- 64 Sistema de monitorización del Acceso Abierto en Chile
Open Access Monitoring System in Chile
José Antonio Muñoz, PhD y Víctor Rocco

► 82 PROYECTOS POSTDOCTORALES POSTDOCTORAL PROJECTS

- 84 Ciencia abierta e interdisciplina: Un ejemplo concreto en el campo de estudio del altruismo en humanos
Open science and interdiscipline: A concrete example in the field of study of altruism in humans
Oriana Figueroa, PhD
- 90 Caracterización de biopelículas desarrolladas por bacterias patógenas en heridas crónicas
Characterization of biofilms developed by pathogenic bacteria in chronic wounds
Sigde Mamani, PhD, María Belén Olivares, PhD y Paola Campodónico, PhD.
- 96 Hablemos de Cáncer: ¿Cuál es el rol de la genética en el cáncer no-hereditario?
Let's Talk Cancer: What is the role of genetics in non-hereditary cancer?
Rocío Retamales-Ortega, PhD
- 102 Anticuerpos neutralizantes contra SARS-CoV-2 en la población chilena
Neutralizing antibodies against SARS-CoV-2 in the Chilean population
Juan Hormáza, PhD

► 108 BREVES BRIEF NEWS

- 108 Proyectos Interdisciplinarios 2023
Interdisciplinary Projects 2023
- 114 Nuevos investigadores
New researchers
- 117 Libros, capítulos de libros y nuevas publicaciones
Books, book chapters and new publications

Prólogo: logros y desafíos en Ciencia Abierta

Este número de la Revista de Investigación lo dedicamos a Ciencia Abierta, para continuar con el compromiso de invertir en capacitación, educación, alfabetización digital y desarrollo de capacidades en ciencia abierta. La Revista que se presenta cumple el propósito de llegar a un público más transversal.

Las motivaciones para impulsar la ciencia abierta globalmente y establecer estándares internacionales han sido tres según lo explico el Dr. Lluis Anglada en una clase magistral en la UDD. La primera motivación fue económica-política, dado que garantiza más ciencia, crecimiento e innovación; la segunda motivación es social y ética o altruista, por transparencia y control (accountability), es decir, lo financiado con fondos públicos debe ser público. Y la tercera motivación es científica, se pueden reusar los datos (FAIR), encontrable, accesible, interoperable, y reusable, de este modo el trabajo colaborativo permite avanzar más rápido, acelerar la ciencia.

Ciencia Abierta es un cambio de paradigma, y avanza para dar mayor transparencia y desarrollo al conocimiento en formato abierto. La ciencia es colaboración. Este es el gran auge de la globalización de la ciencia, y el avance de la tecnología digital lo ha permitido: abierta, colaborativa y social. Se están desarrollando nuevas herramientas y metodologías de gestión para la ciencia abierta, desde acciones individuales hasta institucionales, los cuales buscan asegurar el libre acceso a la información, y también la fiabilidad y replicabilidad de los resultados científicos.

Dr. Marcial Osorio, presidente del Comité de Ética Científico, realiza un recuento histórico del desarrollo de la ciencia en el Siglo XX, en especial lo que involucra la participación de seres vivos, y como solo en 1947 el Código de Nuremberg establece reglas con objeto de cautelar valores y conductas. En Chile, los Comités de Ética Científicos (CEC) de las universidades e instituciones están encargadas de educar, asesorar y supervisar, dado que se debe considerar que no todo lo técnicamente posible es éticamente admisible. Mecanismos institucionales para la integridad científica: la mentoría, órganos de integridad y procedimientos en las universidades y su institucionalidad juegan un rol crucial en la forma en que enfrentan y evitan la aparición de conductas inapropiadas y malas prácticas dentro de los espacios de investigación.

El profesor Juan Alberto Lecaros, en su artículo, aborda los lineamientos éticos en investigación, explicando la importancia de tener consideraciones éticas y transparencia al momento de efectuar una investigación, ahondado en los principales desafíos hoy en investigación. La conducta ética y responsable en investigación es relevante tanto para la excelencia en investigación como para la confianza pública.

El profesor investigador y presidente del Comité de Ética Institucional en Investigación, Dr. Francisco Ceric analiza la relevancia de la integridad ética del investigador y detalla los principios que guían la forma profesional y responsable de hacer ciencia considerando las etapas del proceso de investigación, que van desde la planificación y el diseño del estudio hasta la divulgación de los resultados. Detallando los componentes para obtener aprobación del Comité de ética correspondiente.

El investigador Maurizio Mattoli del Centro de Informática Biomédica explica como la estandarización de datos es un proceso crítico. Los datos se deben llevar a un formato común que permita la

Prologue: achievements and Challenges in Open Science

The current issue of the Research Journal is dedicated to Open Science to continue with the commitment to invest in training, education, digital literacy, and capacity building in open science. The journal fulfills the purpose of reaching a more transversal audience.

The motivations to promote open science globally and establish international standards have been three, as explained the keynote speaker Dr. Lluis Anglada at UDD. The first motivation was economic-political since it guarantees more science, growth, and innovation; the second motivation is social and ethical or altruistic, for transparency and accountability, i.e., what is financed with public funds must be public. The third motivation is scientific, stating that data can be reused (FAIR), findable, accessible, interoperable, and reusable. Thus, collaborative work allows faster progress, accelerating science.

Open Science is a paradigm shift and advances to provide greater transparency and development of knowledge in an open format. Science is collaboration. This is the great boom in the globalization of science, and the advance of digital technology has enabled it: open, collaborative, and social. New management tools and methodologies are being developed for open science, from individual to institutional actions, which seek to ensure free access to information and the reliability and replicability of scientific results.

Dr. Marcial Osorio, president of the Scientific Ethics Committee, makes a historical account of the development of science in the 20th century, especially what involves the participation of living beings, and how only in 1947 the Nuremberg Code established rules in order to safeguard values and behaviors. In Chile, the Scientific Ethics Committees (CEC) of universities and institutions are in charge of educating, advising, and supervising since it must be considered that not everything technically possible is ethically admissible. Institutional mechanisms for scientific integrity: mentoring, integrity bodies, and procedures in universities and their institutions play a crucial role in how they face and avoid the appearance of inappropriate conduct and bad practices within research spaces.

Professor Juan Alberto Lecaros, in his article, addresses the ethical guidelines in research, explaining the importance of having ethical considerations and transparency when conducting research and delving into the main challenges in research today. Ethical and responsible research conduct is relevant for excellence in research and public confidence.

The research professor and president of the Institutional Research Ethics Committee, Dr. Francisco Ceric, analyzes the relevance of the ethical integrity of the researcher and details the principles that guide the professional and responsible way of doing science, considering the stages of the research process—these range from the planning and designing of the study to the dissemination of the results. The stages of the research process also detail the components that need approval from the corresponding Ethics Committee.

Researcher Maurizio Mattoli of the Center for Biomedical Informatics explains how data standardization is a critical process. Data must be brought into a standard format that enables collaborative research, large-scale analysis, and sharing tools and methodologies while ensuring a consistent semantic framework. The article addresses these challenges related to information security, particularly in the field of healthcare, due to its complexity.

investigación colaborativa, el análisis a gran escala y el intercambio de herramientas y metodologías asegurando un marco semántico consistente. En el artículo aborda estos desafíos relacionados con la seguridad de la información particularmente en el ámbito de la salud por su complejidad.

El investigador Ricardo Armisen explica la relevancia de los cuadernos de laboratorios digitales que se deben usar para la recolección de data. El cuaderno de investigación, provee a los revisores esencial información de cómo fue recolectada la data, donde fue almacenada y como fue analizada.

La Dra. Anne Bliss explica cómo se debe realizar una presentación científica, siguiendo el protocolo establecido en términos de estructura, metodología y tiempo requerido. En el artículo explica una variedad de maneras de atraer y mantener la atención del público, ya sea que el "pitch" se presente a evaluadores de proyectos o para presentaciones en congresos, a editores de revistas indexadas, o en un foro en línea de Ciencia Abierta.

Félix de Moya-Anegón y Gerardo Tibaná-Herrera, del SCImago Research Group demuestran en su artículo que la georreferenciación es una herramienta importante y útil en investigación. También ayuda a detectar las áreas geográficas en las que se concentra la investigación científica, lo que es útil para identificar capacidades, recursos, oportunidades de colaboración y establecer estrategias para el desarrollo científico.

La Universidad del Desarrollo, en el proyecto de InES de Ciencia Abierta, como lo plantea el profesor investigador José Antonio Muñoz y Víctor Rocco, establecen parámetros de comparación institucional de las universidades nacionales con el objetivo de disminuir las brechas de la ciencia abierta en la comunidad universitaria. Los indicadores que se proponen permitirán que la ciencia abierta sea una parte fundamental de la gestión de la información científica con sus bases operativas y procedimentales.

Estos aportes no pretenden ser conclusivos, por el contrario, se ofrecen como una invitación, para avanzar en la implementación de la Ciencia Abierta o Acceso Abierto (AA), la cual está recién en sus inicios en Chile. Liderado por ANID, paulatinamente se está incorporando en las universidades en diversas etapas. Sin embargo, para aumentar la investigación internacional e interdisciplinaria, el actual desafío es garantizar la interoperabilidad global y, al mismo tiempo, aceptar la diversidad de flujos de trabajo y sistemas de conocimiento.

La Dirección de Investigación y Doctorados (DID) realizó la primera versión del Diplomado Investigación Científica y Generación de Conocimiento Abierto durante el segundo semestre 2022, con la participación de destacados académicos internacionales y profesores investigadores de la UDD. Fue un logro realizar el Diplomado con una asistencia de un promedio de 240 académicos y personal universitario. Nuestro desafío ahora es mayor, como lo recomienda la UNESCO en su documento sobre Ciencia Abierta https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949_spa, es necesario compartir la creación del conocimiento científico, evaluación y comunicación más allá de la comunidad científica.



Denise Saint-Jean Matzen, PhD
Directora de Investigación y Doctorados

The researcher Ricardo Armisen explains the relevance of the digital laboratory notebooks that should be used for data collection. The research notebook provides reviewers with essential information on how the data was collected, where it was stored, and how it was analyzed.

Dr. Anne Bliss explains how a scientific presentation should be made, following the established protocol regarding structure, methodology, and time required. In the article, she explains various ways to attract and maintain the audience's attention, whether the pitch is presented to project evaluators or for presentations at conferences, to editors of indexed journals, or in an online Open Science forum.

Félix de Moya-Anegón and Gerardo Tibaná-Herrera, of the SCImago Research Group, demonstrate in their article that georeferencing is an essential and valuable tool in research. It also helps to detect the geographic areas where scientific research is concentrated, which helps identify capacities, resources, and collaboration opportunities, thereby establishing strategies for scientific development.

The Universidad del Desarrollo in the Open Science InES project, as proposed by research professor José Antonio Muñoz and Víctor Rocco, establishes parameters for institutional comparison of national universities to reduce the gaps in open science in the university community. The proposed indicators will allow open science to be a fundamental part of scientific information management with its operational and procedural bases.

These contributions are not intended to be conclusive. On the contrary, they are offered as an invitation to advance in implementing Open Science or Open Access (OA), which is just beginning in Chile. Led by ANID, it has gradually been incorporated into universities in various stages. However, to increase international and interdisciplinary research, the current challenge is to ensure global interoperability and, at the same time, to accept the diversity of workflows and knowledge systems.

The Office of Research and Doctoral Programs (DID) conducted the first version of the Diploma in Scientific Research and Open Knowledge Generation during the second semester of 2022, with the participation of leading international academics and research professors from UDD. It was an achievement to carry out the Diploma with an average attendance of 240 academics and university staff. The challenge now is more significant, as recommended by UNESCO in its document on Open Science https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949_spa, which articulates the necessity to share the creation of scientific knowledge, evaluation, and communication beyond the scientific community.

Georreferenciación de la producción científica chilena

Georeferencing of Chilean Scientific Production

Por:

Félix de Moya-Anegón PhD, SCImago Research Group
 Gerardo Tibaná-Herrera PhD, SCImago Research Group

La georreferenciación es un proceso ligado a la generación de mapas, que data de varios siglos atrás. Con el crecimiento de las ciudades, las poblaciones y el avance tecnológico, cada vez es más común utilizar la ubicación geográfica para realizar diferentes actividades, entre ellas, la investigación, donde es posible asignar una ubicación geográfica específica a una determinada investigación o publicación científica. En los últimos años se ha convertido en una herramienta de gran utilidad para el análisis de la producción científica al contribuir en la identificación de patrones y posibles brechas.

Esta técnica de posicionamiento espacial se ha utilizado en diferentes investigaciones y objetos de estudio, por ejemplo, para identificar la producción científica en nuevas áreas del conocimiento, como la Ciencia de los Alimentos, cuyo uso fue “ubicar los lugares de producción de las investigaciones en el espacio geográfico y proporciona visibilidad al flujo de conocimientos que se detecta por las actividades de colaboración interinstitucional. Desde este punto de vista, el mapa ofrece más detalles y precisa de forma más exacta, comparado con otros enfoques, la información bibliométrica derivada del análisis de actividades de producción, impacto de citación y redes de coautoría en la categoría temática”. (Guerrero-Bote et al., 2016).

En otras disciplinas, como los estudios urbanos, se ha utilizado la georreferenciación para ubicar los domicilios de jóvenes infractores de ley, estableciendo variables de orden contextual que puedan tener relación con el origen y mantención del comportamiento delictual y así elaborar proyectos de abordaje comunitario y reducción de brechas sociales (Sepúlveda & Sepúlveda, 2021). Por su parte, Méndez y otros, establecieron diferentes tipos de cohesión comunitaria (comunitarios, pertenecientes, extraños y forasteros) combinando datos de encuestas e información georreferenciada para determinar que las personas más prósperas y viviendo en mejores vecindarios reportan patrones más fuertes de cohesión (Méndez et al., 2021).

Georeferencing is a process linked to the generation of maps, which dates back several centuries. With the growth of cities, populations, and technological progress, it is increasingly common to use a geographic location for different activities, including research, where assigning a specific geographic location to a given research or scientific publication is possible. In recent years it has become a handy tool for analyzing scientific production by contributing to identifying patterns and possible gaps.

This spatial positioning technology has been used in other research and objects of study, for example, to identify scientific production in new areas of knowledge, such as Food Science, whose use was “to locate the places of research production in geographic space and provides visibility to the flow of knowledge detected by inter-institutional collaboration activities. From this point of view, the map offers more details and more accurately pinpoints, compared to other approaches, the bibliometric information derived from the analysis of production activities, citation impact, and co-authorship networks in the thematic category.” (Guerrero-Bote et al., 2016).

In other disciplines, such as urban studies, georeferencing has been used to locate the addresses of young offenders, establishing contextual variables related to the origin and maintenance of delinquent behavior and thus developing community approach projects and reducing social gaps (Sepúlveda & Sepúlveda, 2021). For their part, Méndez et al. established different types of community cohesion (community, belonging, strangers, and outsiders) by combining survey data and georeferenced information to determine that people who are more prosperous and live in better neighborhoods report stronger patterns of cohesion (Méndez et al., 2021).

In a regional analysis, Napadensky identified a shift in the tertiary functional axis of the Concepción Metropolitan Area towards the communes of Concepción and San Pedro de la Paz guided by environmental attributes, taking as input the spatial distribution of tertiary services (Napadensky Pastene, 2020).

En un análisis local, Napadensky identificó un cambio en el eje funcional terciario del Área Metropolitana de Concepción hacia las comunas de Concepción y San Pedro de la Paz guiado por atributos medioambientales, tomando como insumo la distribución espacial de servicios terciarios (Napadensky Pastene, 2020).

Estos estudios demuestran que la georreferenciación es una herramienta importante y útil en la investigación y el desarrollo en el país.

En el análisis de la producción científica chilena, uno de los principales beneficios de la georreferenciación es que permite realizar búsquedas más específicas y precisas, ya sea a nivel regional o nacional, comparar variables en diferentes contextos y darle identidad regional al objeto de estudio. También ayuda a detectar las áreas geográficas en las que se concentra la investigación científica, lo que puede ser útil para identificar capacidades, recursos, oportunidades de colaboración y establecer estrategias para el desarrollo científico. Las decisiones basadas en estos tipos de análisis se pueden orientar hacia el fomento de la transferencia de conocimientos y tecnologías, lo que puede tener un impacto positivo en la economía y el desarrollo del país.

Otros beneficios son:

- Facilitar el análisis de la distribución geográfica de la actividad científica y sus áreas temáticas.
- Identificar las zonas con mayor o menor concentración de recursos humanos, infraestructura y financiamiento para la investigación.
- Establecer vínculos entre los actores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación y sus pares internacionales.
- Promover la colaboración y la transferencia de conocimiento entre las regiones y el exterior.
- Apoyar la toma de decisiones y el diseño de políticas públicas para el desarrollo científico y tecnológico del país.

FUENTE DE INFORMACIÓN

Para analizar la producción científica chilena mediante las herramientas que provee la georreferenciación utilizaremos las 358 instituciones chilenas incluidas en el Ranking SCImago de Instituciones Iberoamericanas¹ en su edición 2023. La siguiente tabla muestra la distribución de instituciones chilenas de acuerdo con el sector.

SECTOR	Universidades	Gobierno	Salud	Empresa	Otras
INSTITUCIONES	91	47	106	35	79

¹Ranking SCImago de Instituciones Iberoamericanas. <https://www.scimagoiber.com>

These studies demonstrate that georeferencing is an essential and valuable tool in research and development in the country.

In the analysis of Chilean scientific production, one of the main benefits of georeferencing is that it allows more precise searches, whether at the regional or national level, to compare variables in different contexts and to give regional identity to the object of study. It also helps to detect the geographic areas in which scientific research is concentrated, which can help identify capabilities, resources, and opportunities for collaboration and establishing strategies for scientific development. Decisions based on these types of analysis can be oriented toward promoting the transfer of knowledge and technologies, which can positively impact the country's economy and development.

Other benefits are:

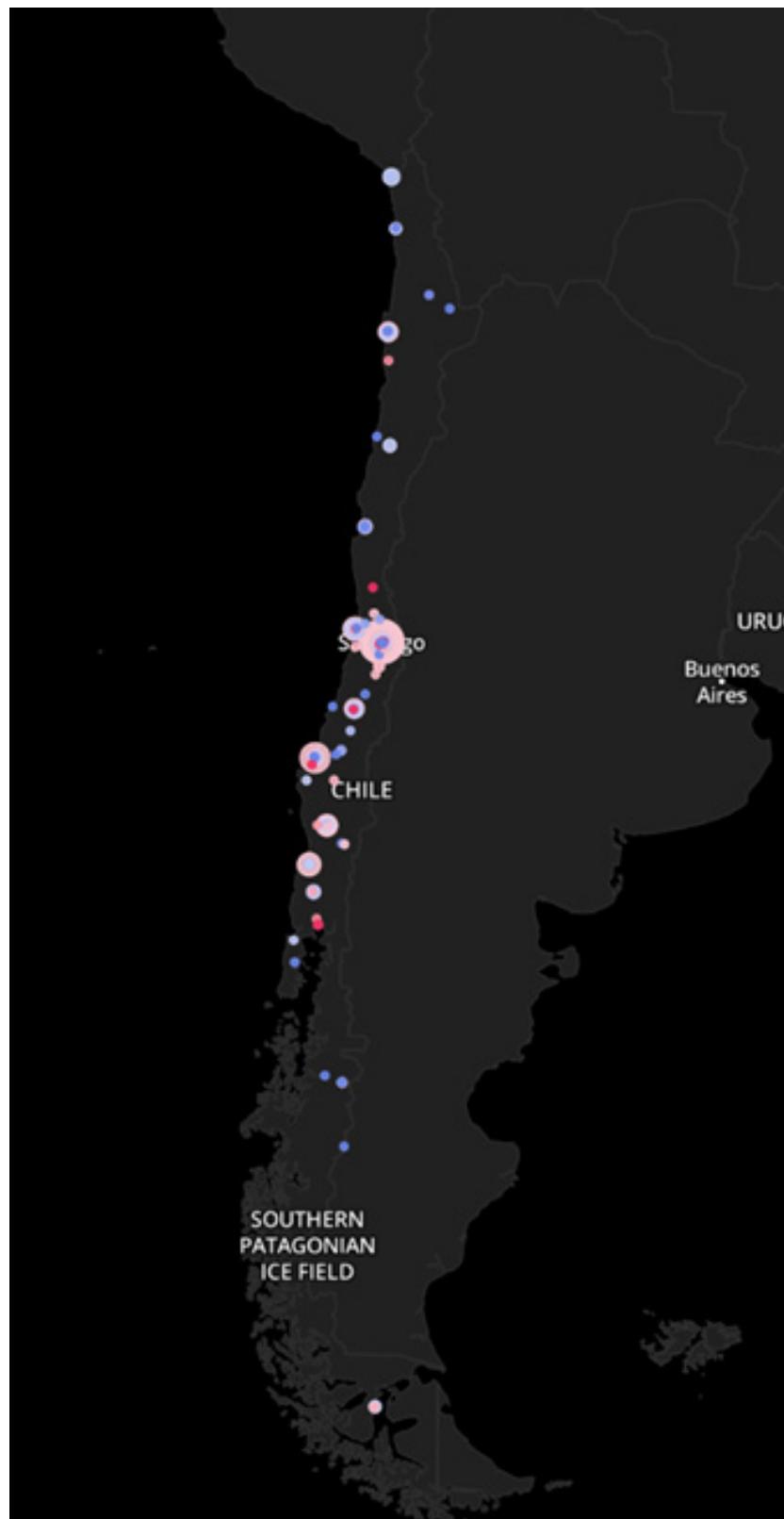
- *Facilitating the analysis of the geographic distribution of scientific activity and its thematic areas.*
- *Identify areas with greater or lesser human resources concentration, infrastructure, and research funding.*
- *Establish links between the actors of the national science, technology, and innovation system and their international peers.*
- *Promote collaboration and transfer knowledge between the regions and abroad.*
- *Support decision-making and the design of public policies for the scientific and technological development of the country.*

SOURCE OF INFORMATION

The 358 Chilean institutions included in the SCImago Ranking of Ibero-American Institutions 2023 edition will be used to analyze Chilean scientific production using the tools provided by georeferencing. The following table shows the distribution of Chilean institutions according to the sector.

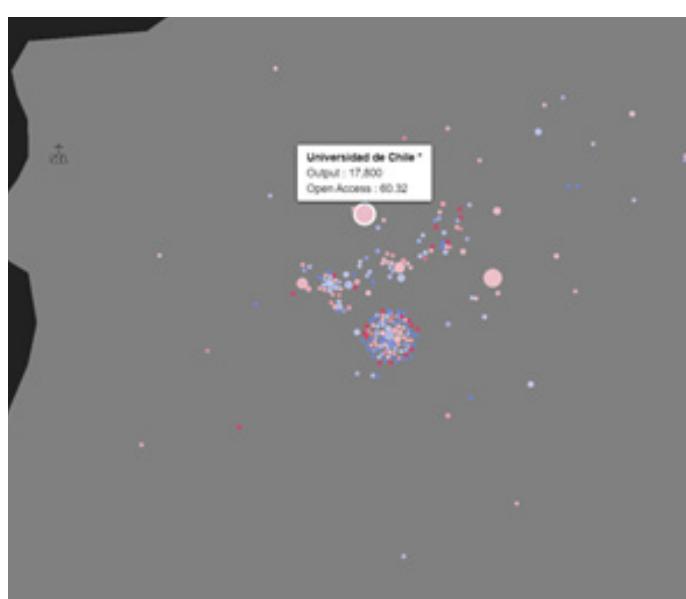
GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF INSTITUTIONS CONTRIBUTING TO CHILEAN SCIENTIFIC PRODUCTION

Using georeferencing, it is possible to spatially locate the Chilean institutions that have made at least one scientific publication in journals indexed by the Scopus database from 2017-2021. The first map aims to visualize the total of 358 institutions. Due to the country's geography, it is difficult to



◀ MAP 1.
Georeferencing of Chilean institutions in SIRIber 2023.

▼ MAP 2.
Georeferencing of institutions in the Santiago Metropolitan Area.



▼ MAP 3.
Georeferencing of institutions in Valparaíso.



Distribución geográfica de las instituciones que contribuyen a la producción científica chilena

Gracias a la georreferenciación podemos ubicar espacialmente las instituciones chilenas que han realizado al menos una publicación científica en revistas indexadas por la base de datos Scopus en el periodo 2017-2021. El primer mapa pretende visualizar el total de las 358 instituciones. Debido a la geografía propia del país, es difícil identificar todas, por ello, desarrollamos una potente herramienta de visualización que permite detectar las instituciones a medida que se realiza el acercamiento a puntos específicos. Los mapas 2 y 3 ofrecen una vista más detallada de las instituciones concentradas en el Área Metropolitana de Santiago y en Valparaíso, respectivamente. Estas herramientas sin duda brindan mayores elementos para realizar análisis más acertados, pertinentes y así, facilitar la toma de decisiones y la elaboración de políticas públicas para el fortalecimiento de la ciencia nacional.

El tamaño del círculo corresponde a la producción científica de la institución acumulada en el periodo de tiempo y el color al porcentaje de dicha producción que se ha publicado en acceso abierto.

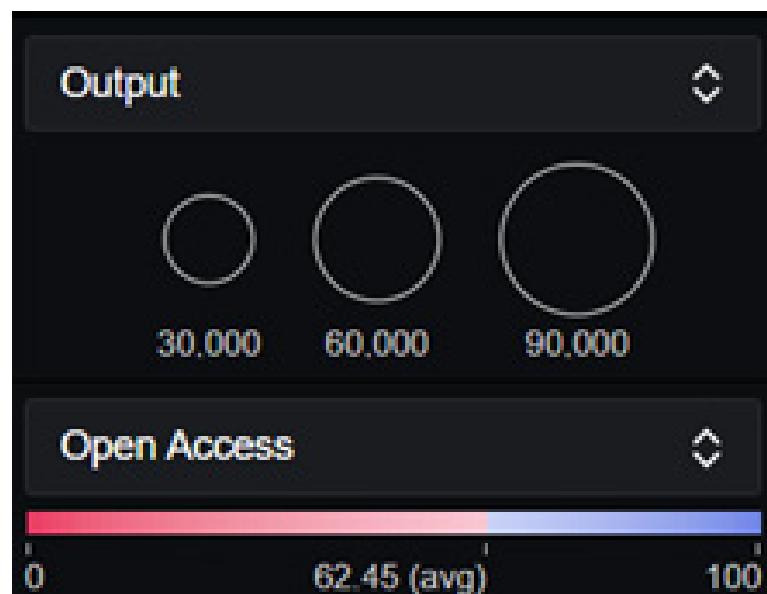
Para profundizar el análisis mediante la comparación en contexto, hemos generado el mapa 4 que consolida los indicadores de cada institución a nivel región. Mediante esta técnica podemos asignar el círculo al centro geográfico de la región y así evitar el solapamiento de los elementos que se presentan a nivel institucional.

Con estos elementos, podemos orientar el análisis regional de la producción científica chilena con la ayuda de otras visualizaciones.

COMPARACIÓN REGIONAL DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA CHILENA

Se han tomado las 15 regiones que cuentan con instituciones activas en su producción científica. La figura 1 muestra las regiones en orden geográfico (norte-sur) y comparando su capacidad para la producción de conocimiento científico y de patentes. Una sencilla inspección permite iden-

identify all of them. Therefore, a powerful visualization tool was developed to detect the institutions when zooming in on specific points. Maps 2 and 3 offer a more detailed view of the institutions in the Santiago Metropolitan Area and Valparaíso. These tools undoubtedly provide greater elements for more accurate and pertinent analyses and thus facilitate decision-making and the development of public policies to strengthen national science.



The size of the circle corresponds to the scientific production of the institution accumulated in a period of time, and the color corresponds to the percentage of this production that has been published in open access.

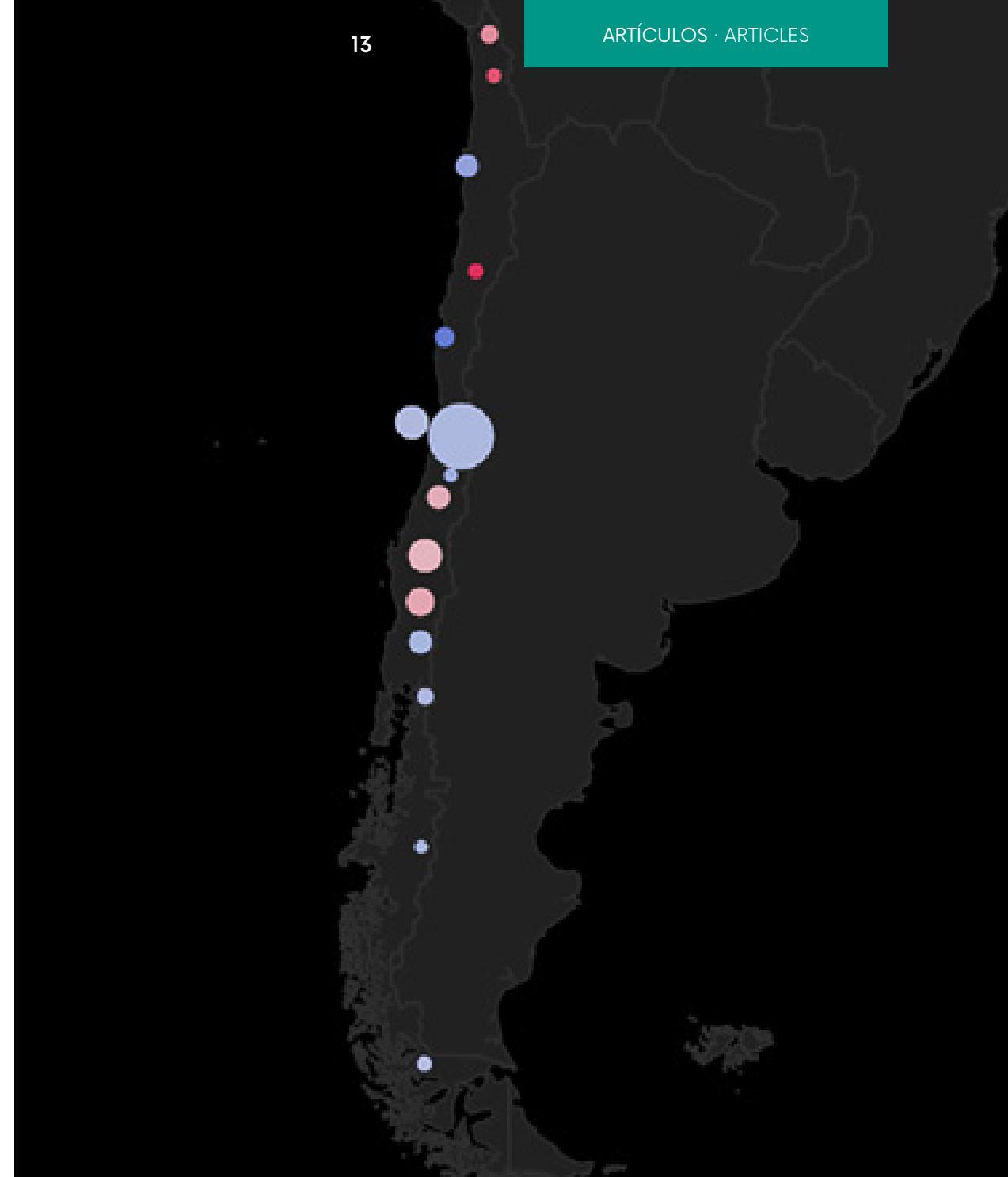
To deepen the analysis through comparison in context, Map 4 was generated, which consolidates the indicators for each institution at the regional level. Through this technique, the circle can be assigned to the region's geographic center and thus avoid overlapping the elements presented at the institutional level.

With these elements, the regional analysis of Chilean scientific production can be oriented with the help of other visualizations.

REGIONAL COMPARISON OF CHILEAN SCIENTIFIC PRODUCTION

The 15 regions with active institutions in scientific production have been taken. Figure 1 shows the regions in geographical order (north-south) and compares their capacity to produce scientific knowledge and patents. A simple inspection allows

MAP 4 ►
Chilean scientific production is grouped by region.



tificar al menos dos aspectos: el primero, la concentración productiva en el centro del país frente a niveles bajos en el norte y en el sur; y el segundo, una alta correlación entre las capacidades científicas (output) y de innovación (patents), marcada principalmente en la zona central del país, desde las regiones Valparaíso hasta La Araucanía. Es claro entonces, el fuerte vínculo entre la producción científica y la innovación, donde a mayor capacidad científica se aumentan también las posibilidades de generar productos de innovación. La gráfica permite ver que donde hay producción científica, hay innovación, más no de la manera contraria.

identifying at least two aspects: first, the productive concentration in the center of the country compared to low levels in the north and south; and second, a high correlation between scientific capacities (output) and innovation (patents), marked mainly in the central area of the country, from the regions of Valparaíso to La Araucanía. It is clear, then, the vital link between scientific production and innovation, where the more significant the scientific capacity, the greater the possibilities of generating innovative products. The graph shows there is innovation where there is scientific production, but not in the opposite way.

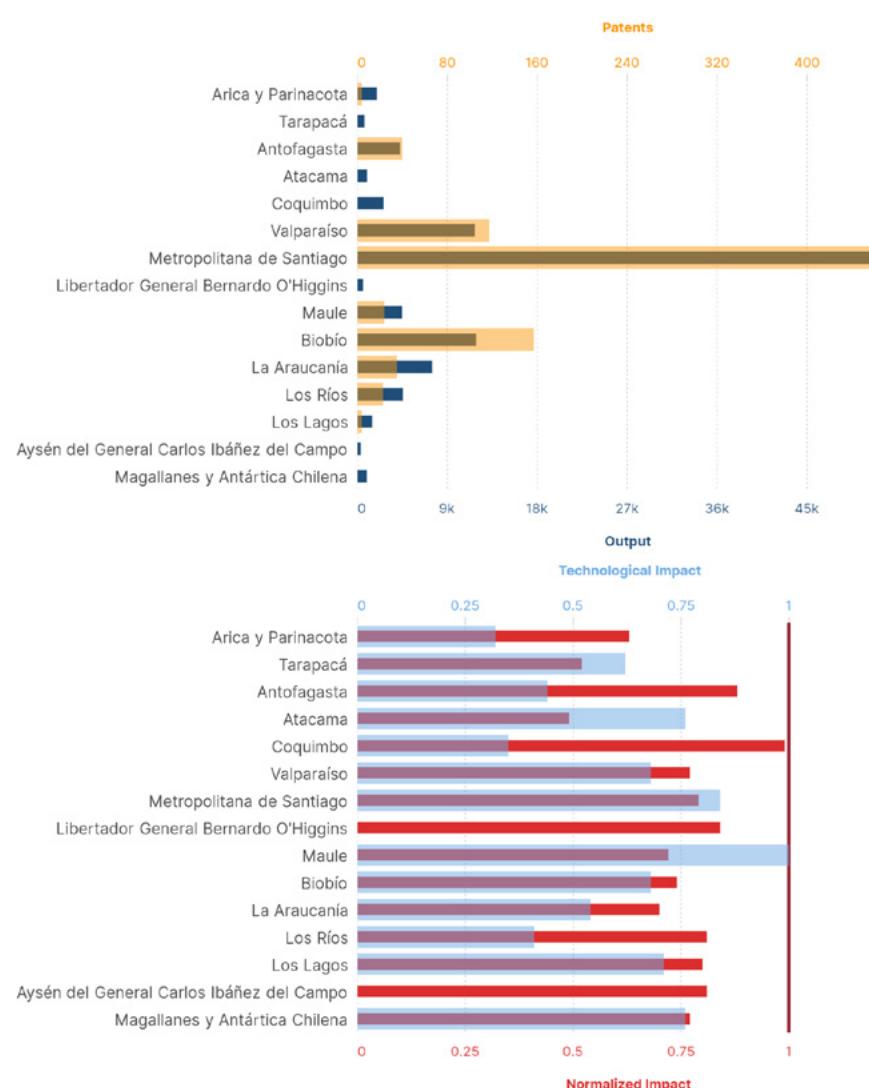


FIG 1.
Regional comparison of scientific productivity (output) and patents. Source: SCImago Iber 2023. Prepared with SCImago Graphica².

Una segunda parte, obligatoria en el ámbito bibliométrico, es analizar el impacto de la producción científica, tanto en el campo científico como en la innovación. La figura 2 detalla los indicadores Normalized Impact (NI) y Technological Impact (TI) para cada una de las regiones. El valor del indicador NI se muestra normalizado con respecto al mundo, en donde el valor 1 corresponde al promedio mundial de impacto científico³. Estos indicadores hacen que las diferencias entre las regiones no sean muy marcadas, al no ser dependientes del tamaño de las instituciones. Se puede observar cómo las dos regiones con mayor NI no son las mismas que las con mayor producción científica. En este caso, las regiones Coquimbo y Antofagasta lideran este indicador. Por otra parte, la región Maule tiene el TI más alto del país, aunque en su producción científica ocupe el 6to lugar.

A second part, mandatory in the bibliometric field, is to analyze the impact of scientific production, both in the scientific field and innovation. Figure 2 shows each region's Normalized Impact (NI) and Technological Impact (TI) indicators. The value of the NI indicator is normalized to the world, where value 1 corresponds to the world average of scientific impact. These indicators mean that the differences between the regions are not very marked since they do not depend on the size of the institutions. It can be seen that the two regions with the highest NI are not the same as those with the highest scientific production. In this case, the Coquimbo and Antofagasta regions lead this indicator. On the other hand, the Maule region has the highest TI in the country, although its scientific production is in 6th place.

² <https://graphica.app>

³ <https://www.scimagoiber.com/docs.php#indicators>

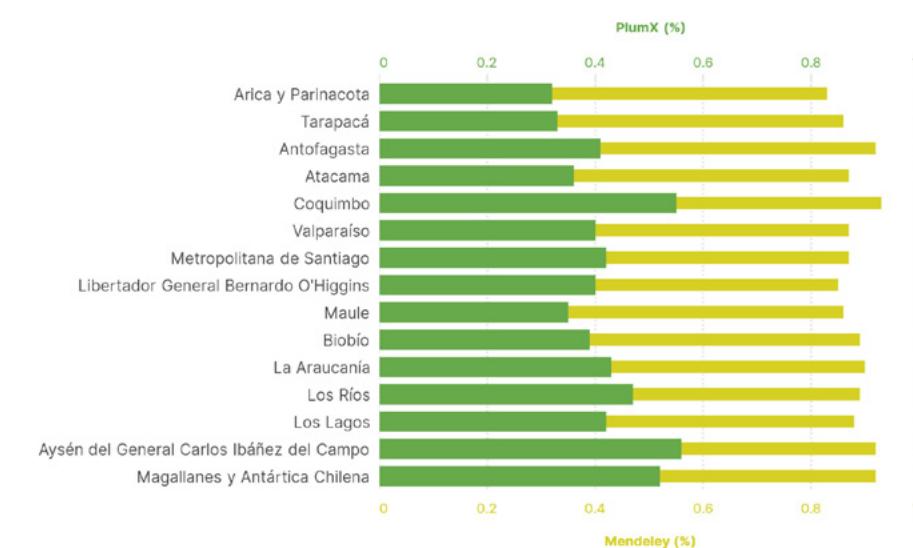


FIG 3.
Regional comparison of scientific visibility. Source: SCImago Iber 2023. Prepared with SCImago Graphica.

Finalmente, analizamos otra dimensión de la producción científica: su visibilidad. Este aspecto se traduce en el SCImagoIber como el impacto que obtienen los productos científicos como fruto de su exposición en redes sociales (PlumX) y agregadores de contenido (Mendeley), lo que no se puede comparar con el NI o el TI, pero sí como una referencia del interés que despierta en la sociedad la producción científica de una región. En la figura 3 se muestra la comparación de estos indicadores para cada una de las regiones chilenas.

Se observa una notable disparidad, a pesar de que ambos dependen de acciones directas que pueda realizar el autor y/o la institución. Hay un mayor porcentaje de documentos con lectores en Mendeley y vuelven a aparecer las regiones Coquimbo y Antofagasta liderando este indicador. En cuanto al indicador PlumX, la región Coquimbo y las regiones más al sur obtienen los mejores resultados, pero evidencia una clara necesidad de considerar la visibilidad como una estrategia tanto de posicionamiento institucional y de la regional, como habilitadora para obtener mejores niveles de impacto científico.

En resumen, la georreferenciación tiene una doble función: ubicar en el espacio objetos de estudio brindándoles características de contexto -en este caso las instituciones en relación con su producción científica- y por otro lado, abre la puerta para realizar nuevos análisis gracias a sus mismos atributos geográficos, como por la posibilidad de generar agrupaciones por otros atributos de interés, como en este caso lo hicimos con las regiones chilenas.

Finally, another dimension of scientific production was analyzed: its visibility. This aspect is translated in SCImagoIber as the impact obtained by scientific products as a result of their exposure in social networks (PlumX) and content aggregators (Mendeley), which cannot be compared with NI or TI, but as a reference of the interest aroused in society by the scientific production of a region. Figure 3 compares these indicators for each of the Chilean regions.

A notable disparity is observed, even though both depend on direct actions that the author and the institution may take. There is a higher percentage of documents with readers in Mendeley, and the regions of Coquimbo and Antofagasta once again lead this indicator. Regarding the PlumX indicator, the Coquimbo and the southernmost regions obtain the best results. However, this shows a clear need to consider visibility as a strategy both for institutional and regional positioning and as an enabler to obtaining better levels of scientific impact.

In summary, georeferencing has a double function. First, it can locate objects of study in space by providing them with contextual characteristics, which in this case, are the institutions in relation to their scientific production. Second, it opens the door to carry out new analyses thanks to their geographical attributes and the possibility of generating aggregations by other attributes of interest, as in this case, it was done with the Chilean regions.

Integridad ética del investigador

Ethical integrity of the researcher

Por:

Francisco Ceric PhD, Presidente Comité de Ética Institucional en Investigación

La integridad ética del investigador es la práctica de una serie de principios que guían la forma profesional y responsable de hacer ciencia. Esta considera todas las etapas del proceso de investigación, que va desde la planificación y el diseño del estudio, hasta la divulgación de los resultados.

The ethical integrity of the researcher is the practice of a series of principles that guide the professional and responsible way of doing science. It considers all stages of the research process, from the planning and design of the study to the dissemination of the results.

1

PRINCIPIOS DE INTEGRIDAD ÉTICA

En el ámbito científico, el profesionalismo y responsabilidad es fundamental en la práctica de la investigación, y se construye en base en una serie de aspectos como los mencionado en la Declaración de Singapur. Estos se pueden agrupar en tres dimensiones básicas; la honestidad, la responsabilidad, la cortesía profesional. La correcta aplicación estos principios básicos, es la base fundamental para la confianza y la credibilidad de la investigación.

I.- DE LA HONESTIDAD

El principio de honestidad refiere a la actitud de ser veraz y transparente en todas las fases implicadas en la investigación, como la formulación de un proyecto hasta la divulgación de los resultados. El investigador debe ser transparente en explicitar cualquier conflicto de intereses, reconocimiento al trabajo de otros o fuente de financiamiento desde el comienzo de un proyecto. La honestidad implica que el investigador no oculte información relevante, ni manipule de ninguna manera los datos obtenidos para ajustarlos a sus objetivos de investigación (falsificación). Además, es su deber reconocer cualquier error o inexactitud que se descubra en los datos o en los resultados de la investigación, incluso si esto resulta en el retractor de la publicación de un artículo científico.

Un investigador honesto trabaja con transparencia y responsabilidad, y se asegura de que sus resultados sean precisos, confiables y con especial cuidado en que sean replicables. Esto último, es esencial en la investigación actual, ya que permite a otros investigadores validar y construir sobre los hallazgos originales, y así aumentar la confiabilidad, para aportar en la construcción de conocimiento riguroso y transparente.

Este principio aplica en la presentación o interpretación de datos obtenidos, donde se debe ser claro y preciso en la comunicación de los resultados de la investigación, incluyendo cualquier información relevante que pueda ser necesaria para entender a cabalidad los resultados.

II.- DE LA RESPONSABILIDAD

El principio de la responsabilidad implica una serie de factores de diferentes complejidades. Uno de los más básicos es la idoneidad del investigador, que refiere a la capacidad y competencia del investigador para llevar a cabo una investigación

PRINCIPLES OF ETHICAL INTEGRITY

In the scientific field, professionalism and responsibility are fundamental in research and built on several aspects, such as those mentioned in the Singapore Declaration. These can be grouped into three fundamental dimensions: honesty, responsibility, and professional courtesy. The correct application of these basic principles is the fundamental basis for the trust and credibility of the research.

I. HONESTY

The principle of honesty refers to the attitude of being truthful and transparent in all phases involved in the research, such as the formulation of a project until the disclosure of the results. The researcher should be transparent in making explicit any conflict of interest, acknowledgment of the work of others, or source of funding from the beginning of a project. Honesty implies that the researcher does not hide relevant information nor manipulate in any way the data obtained to adjust them to his/her research objectives (falsification). Furthermore, it is his or her duty to acknowledge any errors or inaccuracies discovered in the data or research results, even if this results in the retraction of the publication of a scientific article.

An honest researcher works with transparency, accountability, and ensures that his or her results are accurate, reliable, and special care that they are replicable. The latter is essential in current research, as it allows other researchers to validate and build on the original findings, thus increasing reliability and contributing to constructing rigorous and transparent knowledge.

This principle applies to the presentation or interpretation of data obtained, where it is necessary to be clear and precise in communicating research results, including any relevant information necessary to understand the results fully.

II. LIABILITY

The principle of accountability involves several factors of varying complexities. One of the most basic is the suitability of the researcher, which refers to the capacity and competence of the researcher to investigate in a practical, ethically correct, and rigorous manner. The researcher must have the

de manera efectiva, éticamente correcta y rigurosa. El investigador debe tener la formación, la experiencia y los conocimientos necesarios en el área de investigación a trabajar, dominar las técnicas y metodologías requeridas para llevar a cabo un proyecto de investigación. La idoneidad del investigador se puede certificar por medio de un comité de ética, que evalúa en detalle las habilidades mencionadas anteriormente.

El punto de idoneidad es crítico en la formación de nuevos investigadores, donde adquieren las competencias necesarias para una práctica rigurosa de la ciencia. De este punto es importante mencionar, que es obligación del investigador que todo proyecto de investigación sea sometido a un proceso de revisión o certificación ética, cumpliendo con normas que van desde el manejo de información de fuentes secundarias hasta planes de manejo animal o de muestras biológicas. En cualquier estudio que se involucre información individual de seres humanos debe existir un protocolo validado y certificado que explique en detalle como se va a ejecutar un proyecto de investigación. Si se va a considerar la participación directa de sujetos humanos, el investigador es responsable de asegurarse que estos reciban toda la información necesaria para tomar la decisión autónoma de participar, sin presión externa alguna. Así mismo una vez recogidos los datos de los participantes, el investigador es el custodio responsable del resguardo de los datos, su confidencialidad y de quien tiene acceso a estos. El resguardo también involucra las fases posteriores, como la divulgación, guardado e incluso la destrucción de las bases de datos.

Otro factor es el valor y validez de la investigación. El valor se relaciona a que toda investigación debe ser formulada para tributar a la formación de nuevos conocimientos, debe estar focalizada a abordar y resolver problemas socialmente relevantes, contribuir a formulación de políticas y prácticas e incluso debe considerar potencialmente como contribuir al desarrollo económico, teniendo como finalidad mejorar la calidad de vida de las personas. Por otro lado, respecto a la validez, el investigador debe asegurar que los resultados obtenidos sean precisos, confiables y representativos de la realidad que se está investigando. Esto se relaciona directamente con la capacidad de un proyecto de investigación para medir lo que se supone que debe medir de manera precisa y correcta. Si un producto de investigación falta en este factor, los resultados obtenidos no pueden ser considerados confiables ni representativos. La validez es fundamental para la credibilidad y la confiabilidad de la investigación y para garantizar

necessary training, experience, and knowledge in the research area to be worked on and master the techniques and methodologies required to carry out a research project. An ethics committee can certify the researcher's suitability, which evaluates the skills mentioned above in detail.

The point of suitability is critical in training new researchers, where they acquire the necessary competencies for a rigorous practice of science. From this point, it is essential to mention that it is the obligation of the researcher that every research project is submitted to an ethical review or certification process, complying with standards ranging from the handling of information from secondary sources to animal or biological sample management plans. A validated and certified protocol must explain how a research project will be carried out in any study involving individual human subjects. If the direct participation of human subjects is to be considered, the investigator is responsible for ensuring they receive all the information necessary to make an autonomous decision to participate without any external pressure. Likewise, once the data is collected from the participants, the researcher is the custodian responsible for the safekeeping of the data, their confidentiality, and who has access to them. The safekeeping also involves subsequent phases, such as disclosure, storage, and even destruction of the databases.

Another factor is the value and validity of the research. The value is related to the fact that all research should be formulated to contribute to the formation of new knowledge, should be focused on addressing and solving socially relevant problems, contribute to the formulation of policies and practices, and should even consider potentially contributing to economic development, to improve people's quality of life. On the other hand, regarding the validity, the researcher must ensure that the results obtained are accurate, reliable, and representative of the reality under investigation. This is directly related to the ability of a research project to measure what it is supposed to measure accurately and correctly. The results cannot be considered reliable or representative if a research product lacks this factor. Validity is critical to the credibility and trustworthiness of the research and ensuring that the conclusions and recommendations are valuable and accurate.

An investigator is also responsible for the safety of a study, which considers the protection of the rights, privacy, and welfare of study participants, as

que las conclusiones y las recomendaciones que se derivan de ella sean útiles y precisas.

Un investigador también es responsable de la seguridad de un estudio, que considera la protección de los derechos, la privacidad y el bienestar de los participantes del estudio, así como la minimización de los riesgos asociados con la investigación. Se deben tomar todas las medidas posibles para minimizar los riesgos asociados con la investigación y proteger la seguridad y el bienestar de los participantes. Esto implica, por ejemplo, garantizar que los procedimientos utilizados sean seguros y que los participantes no estén expuestos a ningún riesgo innecesario.

III.- DE LA CORTESÍA PROFESIONAL

Este es quizás, el principio menos popular de la integridad ética de un investigador, pero tiene una serie de connotaciones. Por ejemplo, un investigador que lidera un equipo de trabajo, debe mantener buenas relaciones laborales en su grupo. Lo anterior se logra en un clima de respeto mutuo, que implica una serie de aspectos a cuidar, que van desde la forma de comunicarse con otros, la cual debe ser de manera clara y respetuosa entre colegas u otros colaboradores, hasta por ejemplo el reconocimiento del trabajo de otros, con la correcta atribución y/o reconocimiento explícito. Este último tema es crítico a nivel de productividad científica y que presenta los ejemplos más clásicos a no seguir en ciencia, como fue el caso de Rosalind Franklin con su aporte al descubrimiento de la estructura del ADN, donde su autoría fue minimizada e incluso invisibilizada. En específico, todo colaborador debe ser reconocido como autor cuando ha realizado una contribución significativa e intelectualmente sustancial al estudio. Otra forma de lo anterior, es también reconociendo las autorías originales, esto es citando correctamente cuando se utilizan hallazgos o material de otros. Relacionado al caso de Franklin y de las autorías, todos autores tienen la obligación de revisar y aprobar las versiones finales de cualquier producto de investigación que los involucre.

Si bien, se pueden detallar más principios o agruparlos de maneras diferentes, los anteriormente explicado se alinean con los valores universales de la ética de la investigación contenidos en la declaración más ampliamente adoptada por organizaciones y publicaciones científicas en todo el mundo, la declaración Singapur. En Chile, como un marco ético de referencia, todos los investigadores FONDECYT deben adscribir explícitamente a esta declaración, que incluye los principios fundamentales de honestidad, transparencia, objetividad, la responsabilidad, confidencialidad, el respeto a los derechos de los participantes en la investigación y la divulgación completa y precisa de los resultados. Además, se enfatiza la importancia de la colaboración y el intercambio de conocimientos entre los investigadores, así como la necesidad de establecer medidas efectivas de prevención y detección de conductas inapropiadas o fraudulentas.

well as the minimization of risks associated with the research. All possible measures should be taken to minimize the risks associated with the research and protect the participants' safety and well-being. This involves, for example, ensuring that the procedures used are safe and that participants are not exposed to any unnecessary risks.

III. PROFESSIONAL COURTESY

This is perhaps the least popular principle of a researcher's ethical integrity, but it has a number of connotations. For example, a researcher who leads a work team must maintain good working relationships within his or her group. This is achieved in a climate of mutual respect, which implies a series of aspects to be taken care of, ranging from the way of communicating with others, which should be clear and respectful among colleagues or other collaborators, to, for example, the recognition of the work of others, with the correct attribution and explicit recognition. This last issue is critical at the level of scientific productivity and presents the most classic examples not to follow in science, as was the case of Rosalind Franklin with her contribution to the discovery of the structure of DNA, where her authorship was minimized and even made invisible. Specifically, all collaborators should be recognized as authors when they have made a significant and intellectually substantial contribution to the study. Another way of doing this is to acknowledge original authorship, that is, to properly cite when using the findings or material of others. Related to Franklin's case and authorship, all authors must review and approve the final versions of any research product involving them.

Although more principles can be detailed or grouped differently, those explained above align with the universal values of research ethics in the declaration most widely adopted by scientific organizations and publications worldwide, the Singapore Declaration. In Chile, as an ethical framework of reference, all FONDECYT researchers must explicitly adhere to this declaration, which includes the fundamental principles of honesty, transparency, objectivity, accountability, confidentiality, respect for the rights of research participants, and complete and accurate disclosure of results. In addition, the importance of collaboration and knowledge sharing among researchers is emphasized, as well as the need to establish practical measures to prevent and detect inappropriate or fraudulent conduct.

INVESTIGACIÓN EN SERES HUMANOS

La ética de la investigación en seres humanos se apoya en tres principios básicos, base de todas las reglas o pautas que la regulan. Estos principios son; respeto por las personas, beneficencia y justicia. Estos principios universales trascienden los límites geográficos, culturales, económicos, legales y políticos.

El respeto por las personas refiere al deber de los investigadores de tratar a los participantes y sujetos de estudio con consideración, dignidad y respeto en todas las etapas de la investigación. Este principio se basa en el reconocimiento de la autonomía y la libertad de los participantes para tomar decisiones informadas sobre su participación en la investigación. Esto implica que los investigadores deben obtener el consentimiento informado explícito de los participantes antes de incluirlos en el estudio, y que los participantes deben ser libres para retirarse en cualquier momento sin consecuencia alguna ni tener que dar explicaciones por esto. Los investigadores deben proteger la privacidad y la confidencialidad de los participantes, asegurando que la información que se recolecta se mantenga en anonimato.

El principio de beneficencia se relaciona con hacer el bien, siendo obligación de los investigadores de maximizar los beneficios y minimizar los riesgos para los participantes de la investigación. En el contexto de la investigación científica, el principio de beneficencia implica que los investigadores deben tomar medidas para proteger la salud, el bienestar y los derechos de los participantes. Esto incluye asegurarse de que los participantes estén informados de los posibles riesgos y beneficios de la investigación y expliciten a través de un documento formal su consentimiento de participar.

El principio de justicia básicamente identifica lo bueno y lo correcto, buscando maximizar el beneficio que puede generar la investigación en las personas. Dependiendo del tipo de grupo humano en estudio, se debe de considerar de manera justa los beneficios y riesgos específicos, en relación a sus diferencias culturales, sociales y de género de los participantes, evitando cualquier forma de discriminación o estigmatización. La finalidad última de la investigación científica debe ser el bien común, y no el beneficio de algunos.

RESEARCH ON HUMAN BEINGS

The ethics of research on human beings is based on three basic principles, which are the basis of all the rules or guidelines that regulate it. These principles are respect for persons, beneficence, and justice. These universal principles transcend geographical, cultural, economic, legal, and political boundaries.

Respect for persons refers to the duty of researchers to treat participants and study subjects with consideration, dignity, and respect at all stages of the research. This principle is based on recognizing the autonomy and freedom of participants to make informed decisions about their participation in research. This implies that researchers should obtain explicit informed consent from participants before including them in the study and participants should be free to withdraw at any time without consequence or explanation. Researchers should protect the privacy and confidentiality of participants, ensuring that the information collected is kept anonymous.

The principle of beneficence relates to doing good, with researchers having an obligation to maximize the benefits and minimize the risks to research participants. In scientific research, the principle of beneficence implies that researchers should take measures to protect participants' health, welfare, and rights. This includes ensuring that participants are informed of the potential risks and benefits of the research and make explicit through a formal document their consent to participate.

The principle of justice identifies what is good and right, seeking to maximize the benefit that research can generate in people. Depending on the type of human group under study, the specific benefits and risks should be considered fairly in relation to the cultural, social, and gender differences of the participants, avoiding any form of discrimination or stigmatization. The ultimate goal of scientific research should be the common good and not the benefit of some.

UNA INVESTIGACIÓN ÉTICAMENTE CORRECTA

Una investigación es éticamente correcta cuando se lleva a cabo con el respeto y la protección de los

derechos de los participantes y evita cualquier forma de conflicto de intereses, discriminación o daño. Los requerimientos de la investigación responden a valores y principios que son reconocidos universalmente, tales como la autonomía, la no maleficencia, la beneficencia y la justicia. Estos valores son fundamentales en la ética de la investigación y son reconocidos internacionalmente, como la Declaración de Helsinki y las directrices éticas de la UNESCO, entre otras.

Toda investigación debe contar con protocolos que guíen la investigación. Un protocolo de investigación es un conjunto de pautas y procedimientos que se establecen antes de llevar a cabo un estudio o una investigación. Estas pautas suelen incluir información sobre el diseño del estudio, los objetivos de la investigación, las poblaciones que se van a estudiar, los métodos de recolección de datos, los criterios de inclusión y exclusión de los participantes, los procedimientos éticos y de seguridad, y los análisis estadísticos a utilizar. El objetivo de un protocolo de investigación es asegurar que la investigación se realice de manera sistemática y rigurosa, y que se obtengan resultados precisos y confiables. También ayuda a garantizar que se respeten los derechos y la seguridad de los participantes en el estudio y que se sigan las normas éticas y legales aplicables. Un protocolo se utiliza como una guía para los investigadores durante todo el proceso de investigación, desde la recopilación de datos hasta el análisis de los resultados, siendo también fundamental en cuanto a la replicabilidad y validez del estudio.

Como ejercicio profesional de la investigación, los investigadores son los responsables de generar y resguardar protocolos, lo cuales son la base de la buena gestión de un proyecto de investigación.

Es fundamental que cualquier investigación respete las regulaciones legales y las pautas éticas establecidas por los comités de ética correspondientes. Esto significa que los investigadores deben seguir todas las leyes, reglamentos y políticas que se aplican a su investigación, así como las pautas éticas que se han desarrollado para proteger los derechos y el bienestar de los participantes del estudio. Las regulaciones legales pueden variar según el país y la disciplina, pero a menudo incluyen requisitos para obtener el consentimiento informado de los participantes, proteger la privacidad y la confidencialidad de los datos de los participantes, y garantizar que se lleve a cabo la investigación

3—

ETHICALLY SOUND RESEARCH

Research is ethically correct when it is carried out with respect and protection of the rights of the participants and avoids any form of conflict of interest, discrimination, or harm. The requirements of research respond to values and principles that are universally recognized, such as autonomy, nonmaleficence, beneficence, and justice. These values are fundamental in research ethics and are internationally recognized, such as the Declaration of Helsinki and the UNESCO ethical guidelines.

All research must have protocols to guide the research. A research protocol is a set of guidelines and procedures established before conducting a study or research. These guidelines usually include information on study design, research objectives, populations to be studied, data collection methods, participant inclusion, and exclusion criteria, ethical and safety procedures, and statistical analyses to be used. The purpose of a research protocol is to ensure that the research is conducted systematically and rigorously and that accurate and reliable results are obtained. It also helps to ensure that the rights and safety of study participants are respected and that applicable ethical and legal standards are followed. A protocol is used as a guide for researchers throughout the research process, from data collection to analysis of the results, and is also critical to the replicability and validity of the study.

As a professional research practice, researchers are responsible for generating and safeguarding protocols, which are the basis for excellent research project management.

Research must respect the corresponding ethics committees' legal regulations and ethical guidelines. This means that researchers must follow all laws, regulations, and policies that apply to their research, as well as ethical guidelines that have been developed to protect the rights and welfare of study participants. Legal regulations may vary by country and discipline but often include requirements to obtain informed consent from participants, protect the privacy and confidentiality of participant data, and ensure that research is conducted safely and responsibly. Overseeing and certifying that all these aspects are considered are the Ethics Committees, which review the research protocols for each research project to ensure that the rights, safety, and welfare of individuals who may volunteer to participate in research are protected.

UDD has two committees, the Research Ethics Committee – Faculty of Medicine and the Institutional Research Ethics Committee. Both are constituted to support researchers and safeguard the principles described above throughout the research process. The ethics committees are composed of

de manera segura y responsable. Quien supervisa y certifica que se consideren todos estos aspectos, son los Comités de ética, que revisan los protocolos de investigación de cada proyecto de investigación, con el fin de velar por la protección de los derechos, la seguridad y el bienestar de las personas que podrían participar como voluntarios en las investigaciones.

En nuestra universidad contamos con dos comités, el Comité de Ética de la Investigación - Facultad de Medicina y el Comité de Ética Institucional en Investigación. Ambos están constituidos para apoyar a los investigadores y resguardar los principios anteriormente descritos en todo el proceso de investigación. Los comités de ética se componen por un grupo de expertos de diferentes áreas o aspectos de la investigación, quienes asesoran, revisan, supervisan el progreso y aprueban o rechazan protocolos de investigación, asegurando el cumplimiento de estándares éticos en todo el proceso. En algunos casos, el comité puede solicitar cambios en el protocolo antes de aprobar la investigación.

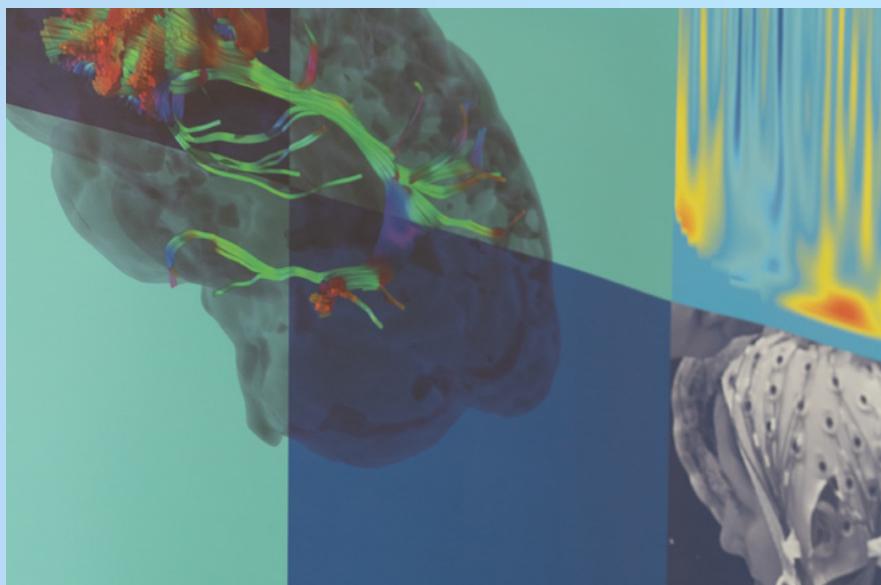
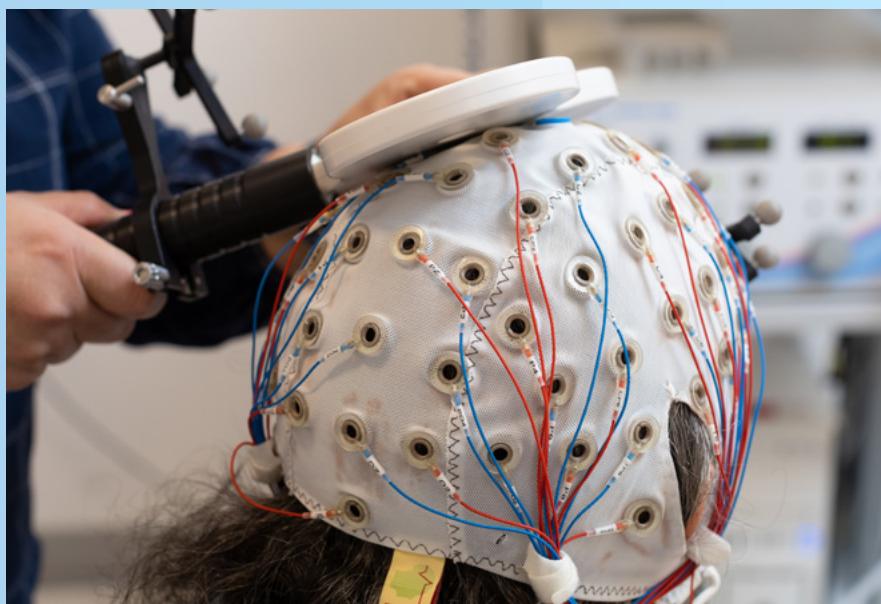
Respetar las regulaciones legales y éticas es esencial para garantizar que la investigación se realice de manera responsable y que los resultados sean confiables y significativos. Además, el cumplimiento de estas regulaciones ayuda a mantener la confianza en la investigación científica y en su capacidad para abordar temas importantes en la sociedad.

En conclusión, se debe considerar que la ética es parte de la investigación, por lo cual la formación de nuevos investigadores debe hacerse cargo de manera responsable de la formación en aspectos éticos. Solo así, podremos seguir avanzando a una investigación más honesta, responsable y respetuosa.

experts from different areas or aspects of research who advise, review, supervise progress, and approve or reject research protocols, ensuring compliance with ethical standards throughout the process. In some cases, the committee may request changes in the protocol before approving the research.

Adhering to legal and ethical regulations is essential to ensure that research is conducted responsibly and that the results are reliable and meaningful. In addition, compliance with these regulations helps maintain confidence in scientific research and its ability to address critical societal issues.

In conclusion, ethics should be considered part of research, so training new researchers should responsibly take care of training in ethical aspects. Only in this way will we be able to continue advancing toward more honest, responsible, and respectful research.



Researchers should obtain explicit informed consent from participants before including them in the study and participants should be free to withdraw at any time without consequence or explanation. Researchers should protect the privacy and confidentiality of participants, ensuring that the information collected is kept anonymously.

BIBLIOGRAFÍA

- Arguedas-Arguedas, O. (2010). Elementos básicos de bioética en investigación. *Acta médica costarricense*, 52(2), 76-78.
- Arias-Valencia, S., & Peñaranda, F. (2015). La investigación éticamente reflexionada. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 33(3), 444-451.
- Dhai, A. (2014). The research ethics evolution: From Nuremberg to Helsinki. *South African Medical Journal*, 104(3), 178-180.
- Elkin, L. O. (2003). Rosalind Franklin and the double helix. *Physics Today*, 56(3), 42-48.
- Guillemin, M., Gillam, L., Rosenthal, D., & Bolitho, A. (2012). Human research ethics committees: examining their roles and practices. *Journal of Empirical Research on Human Research Ethics*, 7(3), 38-49.
- Ojeda, J., & Quintero, J. (2007). La ética en la investigación. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 9(2), 345-357.
- Schücklenk, U., & Ashcroft, R. (2000). International research ethics. *Bioethics*, 14(2), 158-172.
- Viada González, C. E., Ballagás Flores, C., & Blanco López, Y. (2001). Ética en la investigación con poblaciones especiales. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 20(2), 140-149.

INVESTIGACIÓN RESPONSABLE Y OPEN SCIENCE: BENEFICIOS E IMPLICACIONES ÉTICAS

RESPONSIBLE
RESEARCH AND
OPEN SCIENCE:
BENEFITS AND
ETHICAL IMPLICATIONS



Por:

Juan Alberto Lecaros, PhD,
Director Observatorio de Bioética y Derecho
Instituto de Ciencias e Innovación en Medicina (ICIM)
Facultad de Medicina Clínica Alemana Universidad del Desarrollo

En las dos últimas décadas ha habido un creciente aumento de interés en la ética de la investigación y en la integridad del investigador debido a la mayor incidencia detectada de conductas éticas cuestionables. No solo las más graves como la falsificación, fabricación y plagio, sino las más grises como uso selectivo de citas, no publicar resultados negativos o insuficiente información acerca de las limitaciones y deficiencias de un estudio. Esto ha impactado en el aumento de las retractaciones de la investigación, la proliferación de investigaciones falsas y problemas relacionados con el re-uso de los datos de investigación. Estas conductas han minado la confianza en la investigación científica en buena parte de la comunidad de investigadores y en el conjunto de la sociedad. Basta mencionar algo de evidencia para percatarse de las dimensiones de este impacto. En un estudio de 2012 se encontró que de 2047 artículos retirados de Pubmed, solo el 21% fueron atribuidos a errores no intencionados (errores experimentales o procedimentales en el cálculo de resultados), mientras que más del 67% estaban asociados a casos de fraude, doble publicación y plagio. Este mismo estudio también mostró un incremento de más de 10 veces en el porcentaje de artículos retirados por fraude sobre el total de artículos publicados, en comparación con 1975 (Fang et al 2012). El fuerte efecto de esta marea ha continuado hasta el día de hoy con el aumento de los estudios científicos durante la reciente pandemia. El sitio web Retracted coronavirus (COVID-19) lleva registrados hasta la fecha 303 retractos y 18 manifestaciones de preocupación (<https://retractionwatch.com/retracted-coronavirus-covid-19-papers/>).

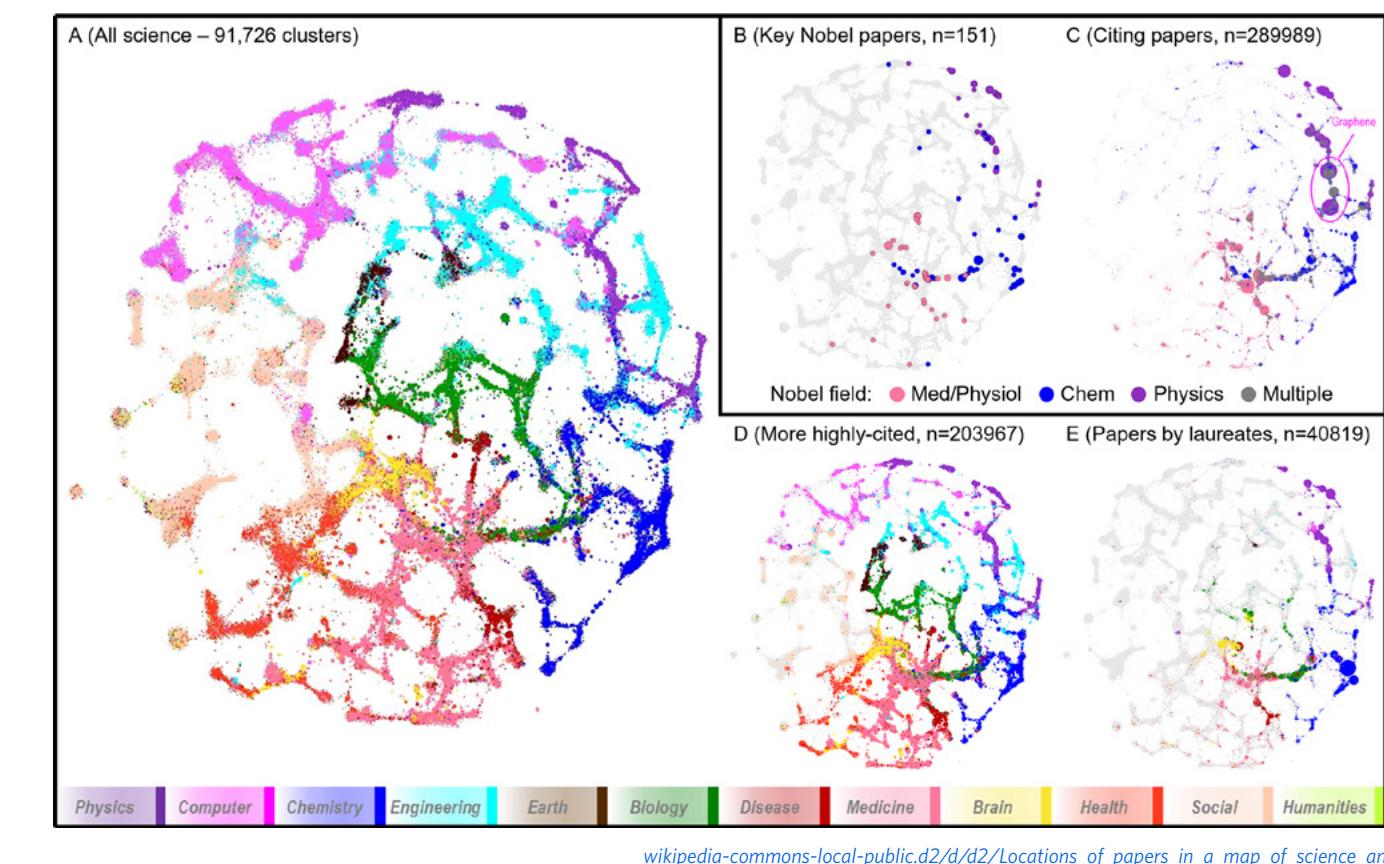
Durante esta última década ha emergido un movimiento, denominado como Open Science (Ciencia Abierta), que promueve un cambio cultural dentro de las políticas y prácticas científicas, que se ha sostenido en distintos argumentos (económicos, aceleración de la innovación, impacto social, entre otros) y que incide en la integridad de la investigación y los valores éticos y epistémicos que fundan a la ciencia como son la reproducibilidad y la confiabilidad en los resultados. Este cambio de paradigma persigue que la investigación científica, los datos y su difusión sean accesibles a todos los niveles de la investigación en una sociedad.

El movimiento de Ciencia Abierta es una de las respuestas que los gobiernos, la comunidad científica y la sociedad en su conjunto han dado a la crisis de reproducibilidad y el aumento de las conductas cuestionables en la investigación científica, motivada por muchos factores, entre ellos los mecanismos de medición de la produc-

There has been a growing interest in research ethics and researcher integrity in the last two decades due to the increased incidence of questionable ethical behavior. Not only the more serious ones, such as falsification, fabrication, and plagiarism, but also the greyer ones are part of this problem, such as selective use of citations, failure to publish negative results, or insufficient information about the limitations and shortcomings of a study. This has impacted the increase in research retractions, the proliferation of false research, and problems related to reusing research data. These behaviors have undermined confidence in scientific research in much of the research community and society. It is enough to mention some evidence to realize the dimensions of this impact. A 2012 study found that of 2047 articles removed from Pubmed, only 21% were attributed to unintentional errors (experimental or procedural errors in the calculation of results), while more than 67% were associated with cases of fraud, double publication, and plagiarism. This same study also showed a more than 10-fold increase in the percentage of articles withdrawn for fraud over the total number of articles published compared to 1975 (Fang et al. 2012). The strong effect of this tide has continued to this day with the increase in scientific studies during the recent pandemic. The Retracted coronavirus website (COVID-19) has 303 retractions and 18 manifestations of concern recorded to date (<https://retractionwatch.com/retracted-coronavirus-covid-19-papers/>).

During the last decade, a movement has emerged known as Open Science, which promotes a cultural change in scientific policies and practices based on different arguments (economic, acceleration of innovation, social impact, among others) and which has an effect on the integrity of research and the ethical and epistemic values that underpin science, such as reproducibility and reliability of results. This paradigm shift aims to make scientific research, data, and their dissemination accessible to all levels of study in society.

The Open Science movement is one of the responses governments, the scientific community, and society have given to the reproducibility crisis and the increase of questionable behaviors in scientific research, motivated by many factors, including the mechanisms for measuring scientific production and the incorrect incentives set by academia. This movement aims, in general terms, to do scientific research at all stages of its life cycle, reliable, transparent, and trustworthy as an open public good and thus able to respond to the lack of trust in society.



wikipedia-commons-local-public.d2/d/d2/Locations_of_papers_in_a_map_of_science_an

ción científica y los incorrectos incentivos puestos por la academia. Este movimiento pretende, en términos generales, que la investigación científica, en todas las etapas del ciclo de vida, sea fiable, transparente y confiable como un bien público abierto y capaz de responder así a la falta de confianza de la sociedad.

El objetivo de la Ciencia Abierta es mejorar la calidad y la fiabilidad de la investigación a través de principios como la inclusión, la justicia, la equidad y el intercambio. Para cumplir con este objetivo fomenta las prácticas de acceso abierto a las publicaciones, el intercambio de datos, los open notebooks, la transparencia en la evaluación, la reproducibilidad, la transparencia en métodos, el código fuente abierto, ciencia ciudadana y recursos educativos abiertos. La pregunta que surge ante este objetivo, principios y prácticas es cuáles son los beneficios e implicaciones éticas que tiene la Ciencia Abierta. En otros términos, como se relaciona la Ciencia Abierta con la ética de la investigación y la integridad de los investigadores. A lo largo de este artículo iremos dando respuesta a esta relación a través del concepto Responsible Research and Innovation (RRI) que va más allá de un enfoque ético basado en la integridad del investigador. Consiste en un enfoque estratégico más amplio para gobernar la ciencia e innovación, a través del concepto de la responsabilidad

Open Science aims to improve research quality and trustworthiness through inclusiveness, fairness, equity, and sharing principles. To meet this goal, it encourages open access practices to publications, data sharing, open notebooks, transparency in evaluation, reproducibility, transparency in methods, open-source code, citizen science, and open educational resources. The question that arises in the face of these objectives, principles, and practices is what are the benefits and ethical implications of Open Science. In other words, ways in which Open Science relates to research ethics and researcher integrity. This article will answer this relationship through the Responsible Research and Innovation (RRI) concept, which goes beyond an ethical approach based on researcher integrity. It consists of a broader strategic approach to governing science and innovation through the idea of responsibility for the risks involved in advances and the impact of science on sustainability, the market, and democracy. This is an approach developed mainly within the science policies of the European community.

Before answering the question about the benefits and ethical implications of Open Science, it is relevant to present the main changes that this paradigm seeks to introduce in all stages of the life cycle of scientific research compared with

The Open Science movement is the response of governments, the scientific community, and society have given to the reproducibility crisis and the increase of questionable behaviors in scientific research.

ante los riesgos que implican los avances y el impacto de la ciencia en la sustentabilidad, el mercado y la democracia. Este es un enfoque desarrollado, principalmente, en el seno de las políticas científicas de la comunidad europea.

Antes de dar respuesta a la pregunta acerca de los beneficios e implicaciones éticas de la Ciencia Abierta, resulta relevante presentar los principales cambios que busca introducir este paradigma en todas las etapas del ciclo de vida de la investigación científica, en comparación con las prácticas sostenidas hasta ahora en la ciencia. En primer lugar, la Ciencia Abierta promueve la publicación de todos los resultados de investigación (positivos y negativos), y no está orientada solo a la publicación del paper científico. Por lo anterior, se busca cambiar los incentivos, pasando de un sistema de créditos basado en el impacto de las publicaciones (factor de impacto) a un sistema de crédito basado en el impacto del investigador, para lo cual se requieren nuevas métricas (Next-generation metrics) e indicadores. En esta línea han apuntado la Declaración de San Francisco (DORA) (2012), el informe de UK The Metric Tide: Report of the Independent Review of the Role of Metrics in Research Assessment and Management (2015), el Leiden Manifesto for Metrics in Research (2015) and the Hong Kong Principles for Researcher Assessment (WCRIF, 2020) have pointed in this direction. Secondly, Open Science pursues a collaborative logic in research that promotes interdisciplinarity and that is a science for and with society (citizen science), whose results are accessible to the whole community, therefore, opposed to an individualistic science, closed to complexity, without citizen participation, and whose results are accessible only to a few.

A change of this magnitude in the social practice of research worldwide raises multiple questions, each of which has an ethical dimension that is not simply exhausted in the ethics (individual measurement) of codes of conduct or organizational ethics (institutional size) to promote or improve the integrity of researchers, but also points to the social mechanisms of incentive of science as a public good (collective or global ethical dimension). The questions to be asked following these ethical dimensions are: How does Open Science affect the behavior of our researchers (researcher integrity)? How does an Open Science culture affect the training of researchers? How does it affect the evaluation and promotion of our researchers? How does Open Science affect our research infrastructures? And finally, how can complex Open Science change in a globalized world?

Un cambio de esta envergadura en la práctica social de la investigación a nivel mundial levanta múltiples preguntas, cada una de las cuales tiene una dimensión ética que no se agota simplemente en la ética (dimensión individual) de

códigos de conducta, o en la ética organizacional (dimensión institucional) para promover o mejorar la integridad de los investigadores, sino que apunta también a los mecanismos sociales de incentivo de la ciencia como bien público (dimensión ética colectiva o global). Las preguntas que hay que hacerse siguiendo estas dimensiones éticas son: ¿Cómo afecta la Ciencia Abierta al comportamiento de nuestros investigadores (integridad del investigador)? ¿Cómo afecta a la formación de los investigadores una cultura de Ciencia Abierta? ¿Cómo afecta en la evaluación y promoción de nuestros investigadores? ¿Cómo afecta la Ciencia Abierta a nuestras infraestructuras de investigación? Y finalmente, ¿cómo realizar un cambio complejo de Ciencia Abierta en mundo globalizado?

Un marco adecuado para dar respuestas a cada una de estas dimensiones éticas de la Ciencia Abierta, como anticipamos, es el enfoque de la Investigación e Innovación Responsable (RRI por sus siglas en inglés). De acuerdo a la comunidad europea este enfoque busca "garantizar que la investigación y la innovación cumplan la promesa de soluciones inteligentes, inclusivas y sostenibles a nuestros desafíos sociales; involucra nuevas perspectivas, nuevos innovadores y nuevos talentos de toda nuestra diversa sociedad europea, que permitan identificar soluciones que de otro modo pasarían desapercibidas; genera confianza entre los ciudadanos y las instituciones públicas y privadas para apoyar la investigación y la innovación; y tranquiliza a la sociedad sobre la adopción de productos y servicios innovadores; evalúa los riesgos y la forma en que deben gestionarse".

La RRI conecta explícitamente las políticas de Ciencia Abierta con la ética en la ciencia e innovación, pero con una perspectiva más amplia que la integridad en la investigación. La forma de enfrentar desafíos globales (salud, demográficos, alimentación, agua, acción climática, energías limpias, etc.) exige alinear expectativas, valores y necesidades de diversos actores sociales (policy makers, comunidad de investigación, comunidad educativa, industria, sociedad civil). Las políticas de investigación e innovación al no estar alineadas fallan por descoordinación de los intereses. La RRI promueve la convergencia de los intereses dentro del sistema de investigación e innovación en una sociedad a través de seis ejes (agendas políticas): ética (integridad y aceptabilidad ética -de resultados en ciencia), equidad de género, gobernanza (cambios estructurales), ciencia abierta (open access), compromiso público (inclusión), educación en ciencia (ciudadanos responsables). Este marco de valores y cambios estructurales deben permitir la transformación de las sociedades

A suitable framework to provide answers to each of these ethical dimensions of Open Science, as anticipated, is the Responsible Research and Innovation (RRI) approach. According to the European community, this approach seeks to "ensure that research and innovation deliver on the promise of smart, inclusive and sustainable solutions to our societal challenges; engage new perspectives, new innovators and new talents from across a diverse European society, enabling the identification of solutions that would otherwise go unnoticed; build trust between citizens and public and private institutions to support research and innovation; and reassure society about the adoption of innovative products and services; assess risks and how they should be managed."

RRI explicitly connects Open Science policies with ethics in science and innovation, but with a broader perspective than research integrity. Addressing global challenges (health, demographics, food, water, climate action, clean energy, among others) requires aligning expectations, values, and needs of various social actors (policymakers, research community, educational community, industry, and civil society). If research and innovation policies are not aligned, they fail due to a lack of coordination of interests. RRI promotes the convergence of interests within the research and innovation system in society through six axes (policy agendas): ethics (integrity and ethical acceptability of science results), gender equity, governance (structural changes), open science (open access), public engagement (inclusion), science education (responsible citizens). This framework of values and structural changes should enable the transformation of the complex societies people live in, which require more democracy in their science and more science in their democracy.

Nonetheless, these transformations are processes that require changes over time. Therefore, they must be guided by processual dimensions that connect ethical, democratic, and epistemic principles in adapting science and innovation to new global needs and challenges. The first dimension is anticipation and reflexivity, i.e., the anticipation of exploration of future scenarios and analysis of uncertain contexts. Reflexivity is the capacity of individuals, institutions, and society to question assumptions, theoretical frameworks, and value structures. The dimension of diversity and inclusion means that diverse social actors with divergent interests can participate in the deliberation on science and innovation. The dimension of openness and transparency refers not only to open science and

complejas que vivimos, que requieren más democracia en su ciencia y más ciencia en su democracia.

Pero estas trasformaciones son procesos que requieren cambios en el tiempo, por lo tanto, deben estar orientados por dimensiones procesuales que conectan principios éticos, democráticos y epistémicos en la adaptación de la ciencia y la innovación a las nuevas necesidades y desafíos globales. Una primera dimensión es la anticipación y reflexividad, esto es anticipación de exploración de escenarios futuros y análisis de contextos de incertidumbre, y reflexividad como la capacidad de individuos, instituciones y sociedad para cuestionar supuestos, marcos teóricos y estructuras de valores. La dimensión de la diversidad e inclusión apunta a que los diversos actores sociales, con intereses divergentes, pueden participar en la deliberación sobre ciencia e innovación. La dimensión de apertura y transparencia no solo se refiere a las políticas de open science y open access sino también a cambios en las culturas organizativas que permitan mayor apertura y transparencia para los individuos que las integran. Por último, la dimensión de adaptación y capacidad de respuesta (responsiveness) refiere a la capacidad de las organizaciones y el estado de poder dar respuesta a los nuevos escenarios de desafíos y adaptar los conocimientos a ellos. Es una dimensión que por su potencialidad epistémica debería incluir y proyectar las dimensiones anteriores.

Si volvemos a las preguntas que levantamos respecto de las implicaciones éticas de la Ciencia Abierta, a la luz del enfoque de RRI, veremos que los niveles de la ética, tanto en cuanto integridad (research integrity) como ética en la investigación (research ethics), adquiere una complejidad que la enriquece. ¿Cómo afecta la Ciencia Abierta al comportamiento de nuestros investigadores (integridad del investigador)? El impacto de la Ciencia Abierta no solo está relacionado con reducir la falta de reproducibilidad y aumentar la fiabilidad de la ciencia, sino también relacionada con las necesidades sociales y con la participación ciudadana. ¿Cómo afecta en la evaluación y promoción de nuestros investigadores? No cabe duda que las nuevas métricas deben mirar el impacto del investigador en los cambios y mejoras de las estructuras sociales y la gobernanza de la ciencia e innovación. ¿Cómo afecta la Ciencia Abierta a nuestras infraestructuras de investigación y en los desafíos globales? Hoy la gran mayoría de los desafíos que vive la humanidad, aquellos que ponen en riesgo los logros civilizatorios y nuestra supervivencia, requieren respuestas colectivas en torno a información, capacidades e infraestructuras que están en manos de comunidades de investigación con niveles muy dispares de financiación y madurez. Sin embargo, solo será posible esa respuesta colectiva si existen asociaciones colaborativas justas entre comunidades de investigación y Estados, con beneficios compartidos de los resultados de los avances científicos y de innovación. Puede ser un ideal regulativo, tal vez, pero la realidad (una única humanidad en riesgo en una misma tierra) exige apuntar hacia allá, de lo contrario se pone en riesgo la misma empresa colectiva de la ciencia que desde la modernidad nos ofrece progresos y formas de entender y enfrentar los peligros colectivos.

open access policies but also to changes in organizational cultures that allow greater openness and transparency for the individuals that make them up. Finally, the dimension of adaptation and responsiveness refers to the capacity of organizations and the state to respond to new scenarios of challenges and to adapt knowledge to them. This is a dimension that, due to its epistemic potential, should include and project the previous dimensions.

Therefore, returning to the questions raised regarding the ethical implications of Open Science, in the light of the RRI approach, it can be seen that the levels of ethics, both in terms of integrity (research integrity) and research ethics (research ethics), acquire a complexity that enriches it. How does Open Science affect the behavior of our researchers (researcher integrity)? The impact of Open Science is related to reducing the lack of reproducibility and increasing science's reliability, social needs, and citizen participation. How does it affect the evaluation and promotion of our researchers? There is no doubt that the new metrics should look at the impact of the researcher on changes and improvements in social structures and governance of science and innovation. How does Open Science affect research infrastructures and global challenges? Today, the vast majority of the challenges facing humanity, which put civilizational achievements and people's survival at risk, require collective responses based on information, capabilities, and infrastructures in the hands of research communities with disparate funding levels and maturity. However, such a coordinated response will only be possible if there are fair collaborative partnerships between research communities and States, with shared benefits from the results of scientific and innovation breakthroughs. It may be a regulatory ideal, but the reality (a single humanity at risk on a single earth) demands that the individuals operating in this community set that aim. Otherwise, the collective enterprise of science that, since modernity has offered progress and ways of understanding collective dangers, will be put at risk.



HACIA UN LEARNING HEALTH SYSTEM TOWARDS A LEARNING HEALTH SYSTEM

Por:

Maurizio Mattoli, Director Centro de Informática Biomédica
Instituto de Ciencias e Innovación en Medicina (ICIM)
Facultad de Medicina Clínica Alemana Universidad del Desarrollo

Hace algo más de 15 años atrás, el entonces Institute of Medicine (IOM) en los EE.UU., hoy en día National Academy of Medicine (NAM), propuso la visión de un Learning Health System (IOM, The Learning Healthcare System: Workshop Summary, 2007), un concepto que quedó formulado como "Un sistema en el que la ciencia, la informática, los incentivos y la cultura están alineados para la mejora continua y la innovación, con las mejores prácticas plenamente integradas en el proceso de atención, los pacientes y las familias como participantes activos en todos los elementos, y los nuevos conocimientos se capturan como un subproducto integral de la experiencia asistencial" (IOM, Best Care at Lower Cost, 2012).

Esta visión se generó también en base al rol habilitante y a los beneficios que se podían esperar como resultado de la introducción de

Just over 15 years ago, the then Institute of Medicine (IOM) in the USA, now the National Academy of Medicine (NAM), proposed the vision of a Learning Health System (IOM, The Learning Healthcare System: Workshop Summary, 2007), a concept that was formulated as "A system in which science, informatics, incentives, and culture are aligned for continuous improvement and innovation, with best practices, fully integrated into the care process, patients and families as active participants in all elements, and new knowledge captured as an integral byproduct of the care experience" (IOM, Best Care at Lower Cost, 2012).

The vision was also generated based on the enabling role and benefits that could be expected as a result of the introduction of Information and Communication Technologies in healthcare, primarily to address some of the safety and quality



las Tecnologías de la Información y Comunicaciones en la salud, sobre todo para abordar algunos de los desafíos de seguridad y calidad que se estaban evidenciando a partir también de otros trabajos previos del mismo instituto (IOM, To err is human: Building a Safer Health System, 2001; IOM, Crossing the Quality Chasm: A New Health System for the 21st Century, 2011).

Es así, entonces que la efectiva materialización de un Learning Health System (LHS) involucra un esfuerzo multidisciplinario por su propia definición, pero esta visión le confiere además un rol particularmente relevante a la disciplina (transdisciplina en realidad) que se hace cargo del uso óptimo de la información en salud: la Informática Biomédica o también llamada Informática en Salud, en su origen llamada también Informática Médica. Esto queda aún más claro si se considera el ciclo virtuoso que un LHS apunta a instaurar, el que parte típicamente por la adopción de sistemas de registro electrónico en los diferentes procesos del cuidado de la salud, tratando de abordar también el desafío de la denominada interoperabilidad semántica, es decir, la capacidad de que los sistemas de información puedan intercambiar y usar la información (preservando su significado, conditio sine qua non, para poder utilizarla), como una de las habilitantes esenciales para una mejor coordinación y continuidad del cuidado en salud.

Pero no se acaba allí. Lo que esta visión propone también, en base a su propia definición, es que esta amplia variedad de datos tanto clínicos como operacionales por así decir, que se generan y registran electrónicamente de forma rutinaria en el ámbito del cuidado de la salud y que caen dentro de la definición de "real world data", puedan ser utilizados también como insumo para generar nuevo conocimiento, y que este nuevo conocimiento resultante, i.e. "real world evidence", pueda ser aplicado al cuidado de la salud. Esto último no solamente a través de las publicaciones científicas y los medios habitualmente utilizados para la formación y la actualización continua de los profesionales de la salud, sino que también a través - por ejemplo - de la introducción de Sistemas de Apoyo a la toma de Decisiones Clínicas (Clinical Decision Support Systems, CDSS) y otras herramientas para la práctica clínica regular y cotidiana que provienen o están bajo el alero de la Informática en Salud. Herramientas, que por cierto, contribuyen también a mitigar el significativo desfase de tiempo existente todavía entre el descubrimiento de nuevos conocimientos y su aplicación generalizada en el cuidado de la salud.

La figura a continuación ilustra el ciclo general de un LHS. La imagen corresponde a la traducción de una representación desarrollada por parte de la Agency for Healthcare Research and Quality en los EE.UU. que ha sido [Agency for Healthcare Research and Quality, Rockville, MD. <http://www.ahrq.gov/learning-health-systems/about.html>]

La importancia de lograr instaurar un LHS y del rol que le cabe a la Informática en Salud queda aún más en evidencia si miramos los esfuerzos que se están haciendo para contener

challenges that were becoming evident from previous work by the same institute (IOM, To err is human: Building a Safer Health System, 2001; IOM, Crossing the Quality Chasm: A New Health System for the 21st Century, 2011).

Thus, the practical materialization of a Learning Health System (LHS) involves a multidisciplinary effort by its very definition. However, this vision also confers a particularly relevant role to the discipline (transdisciplinary, in fact) that is in charge of the optimal use of health information: Biomedical Informatics or also called Health Informatics, originally also called Medical Informatics. This may become even clearer if one considers the virtuous cycle that an LHS aims to establish, which typically starts with the adoption of electronic record systems in the different healthcare processes, trying to address the challenge of the so-called semantic interoperability, i.e., the ability of information systems to exchange and use information (preserving its meaning, a conditio sine qua non to be able to use it), as one of the essential enablers for the better coordination and continuity of healthcare.

However, it does not stop there. What this vision also proposes, based on its definition, is that this wide variety of data, both clinical and operational, which are routinely generated and recorded electronically in the healthcare setting and which fall within the definition of "real-world data," can also be used as input to create new knowledge, and that this new resulting knowledge, i.e., "real world evidence," can be applied back to healthcare. The latter not only through scientific publications and the means usually used for the training and continuous updating of health professionals but also through, for example, the introduction of Clinical Decision Support Systems (CDSS) and other tools for regular and daily clinical practice that come from or are under the umbrella of Health Informatics. These tools also mitigate the significant time lag between discovering new knowledge and its widespread application in healthcare.

The figure below illustrates the general cycle of an LHS. The image corresponds to the translation of a representation developed by the Agency for Healthcare Research and Quality in the USA that has been [Agency for Healthcare Research and Quality, Rockville, MD. <http://www.ahrq.gov/learning-health-systems/about.html>].

The importance of achieving an LHS and the role of Health Informatics becomes even more evident if we look at the efforts being made to contain the growing costs in healthcare, especially in those places where an attempt is being made to move from a pay-as-you-go model to a pay-for-health-results model. Implementing this model change requires substantial information and the involvement of the primary discipline that optimizes it.

This is something that the then-president of the American Medical Informatics Association (AMIA), Dr. Douglas B. Fridsma, pointed out to us several years ago during his visit to Chile. On that same occasion, he also pointed out another aspect we were unaware of, which may eventually

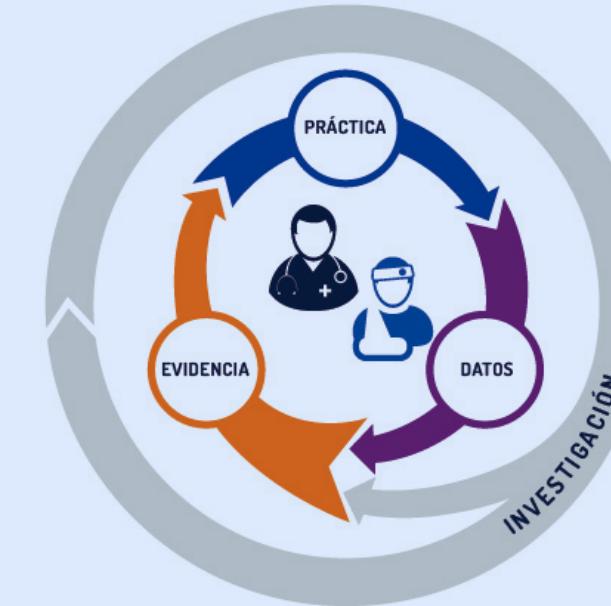
los costos crecientes en salud, sobre todo en aquellos lugares donde se está intentando pasar de un modelo de pago por prestación, hacia un modelo de pago por resultado de salud. Para lograr implementar este cambio de modelo se requiere de mucha información y el involucramiento de la principal disciplina que está a cargo de manejarla de forma óptima.

Esto es algo que ya nos señalaba varios años atrás, el entonces presidente de la American Medical Informatics Association (AMIA), el Dr. Douglas B. Fridsma, en su visita a Chile. En esa misma oportunidad también explicó otro aspecto, del que hasta entonces no estábamos conscientes, que puede eventualmente concurrir a extender esta visión. El hecho de que la mayor cantidad de datos relacionables directa o indirectamente con nuestra salud, hace tiempo que ya no son aquellos que se encuentran en los sistemas de información que manejan habitualmente los prestadores de salud (e.g. fichas clínicas electrónicas, sistemas de información hospitalarios, sistemas de laboratorio, etc.) ni en las bases que típicamente se generan a partir de la investigación clínica, sino que son aquellos que se encuentran "allá afuera" por así decir, en muchas de las plataformas, aplicaciones y redes sociales que utilizamos cotidianamente como personas, muchos datos e informaciones que a menudo tienen que ver con nuestras conductas, con nuestro estado y mucho más. Un volumen enorme y que debería llevarnos a varias reflexiones adicionales que no abordaremos aquí.

Pues bien, para la implementación de un Health Learning System, o sea de un sistema de salud capaz de aprender de sí mismo, hay que hacerse cargo de una serie de aspectos desafiantes. Por un lado, los que emanan o están relacionados directamente con la introducción de sistemas de información y telecomunicaciones en los procesos de la salud, entre ellos los desafíos de usabilidad, seguridad, privacidad, rediseño de los procesos, gestión del cambio, calidad, cumplimiento ético y regulatorio, entre otros. Y si queremos facilitar la continuidad del cuidado en salud, necesitamos resolver además la ya mencionada "interoperabilidad semántica", que requiere a su vez resolver aspectos de estandarización, seguridad, normativos y regulatorios también.

Por otra parte, en lo que concierne en particular la investigación dirigida a transformar el real world data en real world evidence, o sea para cerrar el ciclo virtuoso que quisiéramos instaurar dentro de esta visión, además de los desafíos señalados y de observar desde luego los principios, buenas prácticas y las normativas ético-legales aplicables para acceder a dichos datos del cuidado de la salud con propósitos de investigación, también se necesita facilitar la constitución de una amplia comunidad que pueda colaborar y cooperar de forma ágil y efectiva en los procesos dirigidos a establecer -entre otros- la reproducibilidad y la replicabilidad de las investigaciones, una necesidad siempre muy sentida y discutida en ciencia obviamente. Pero esto no tiene que ver solamente con resolver los desafíos relacionados con poder compartir el acceso a los datos que se utilizan como insumo para la investigación, o el "raw data" por así decir, sino que implica también ponernos de acuerdo, adherir y compartir

FIG 1. General cycle of an LHS.



contribute to extending his vision. Most of the data that can be directly or indirectly related to our health is no longer found in the information systems that health care providers usually handle (e.g., electronic clinical records, hospital information systems, laboratory systems, etc.) nor in the databases that are typically generated from the clinical research. Instead, third-party applications and social media outlets collect increasing data concerning people's health. Important information pertaining to our behaviors, states of mind, and everyday lives are directly linked to our health. A vast amount of data should lead us to critical conversations about public health care, but these will not be addressed here.

In order to implement a Health Learning System, i.e., a healthcare system capable of learning from itself, it is necessary to take on a series of challenging aspects. On the one hand, those that arise from or are directly related to introducing information and telecommunications systems in healthcare processes, including the challenges of usability, security, privacy, process design, change management, quality, and ethical and regulatory compliance, among others. Additionally, to facilitate the continuity of healthcare, we must resolve the aforementioned "semantic interoperability," which requires determining aspects of standardization, security, norms, and regulations.

On the other hand, to close the virtuous cycle that we would like to establish within this vision, in addition to the challenges mentioned above, it is essential to observe the



un conjunto de estándares para manejar esos datos. Estándares que están relacionados con los modelos de información, la estructura, codificación y demás aspectos semánticos asociados a los datos. Idealmente también debiéramos compartir las herramientas que utilizamos para realizar los análisis y generar nuestras conclusiones. Este es el camino para apuntar a establecer una comunidad de investigación más amplia que coopere ágilmente y de forma eficiente en la generación de la evidencia que necesitamos.

Un ejemplo de esto en el área de la salud es el programa Observational Health Data Sciences and Informatics o OHDSI, pronunciado "Odyssey" (<https://www.ohdsi.org/>), una iniciativa que pone a disposición un modelo de información estándar en estructura y contenido para propósitos de investigación, el Observational Medical Outcomes Partnership (OMOP) Common Data Model (CDM). Asimismo, una plataforma para implementarlo, un conjunto de herramientas para facilitar la carga y verificación de calidad de los datos a dicho modelo, así como un conjunto de herramientas para su análisis. Una de las ventajas que deriva de utilizar un mismo modelo estándar de información y las mismas herramientas analíticas, es que diferentes equipos de investigación -incluso desde diferentes lugares en el mundo- que

principles, good practices, and ethical and legal regulations applicable to access to such health care data for research purposes. It is also necessary to facilitate the constitution of a broad community that can collaborate and cooperate in an agile and effective manner in the processes aimed at establishing, among others, reproducibility, and replicability of research, a need that is essential to ensure the quality of research, a requirement that has been very much felt and discussed in science. Nonetheless, this has to do not only with solving the challenges related to sharing access to the data used as input for research, or "raw data," as it were, but it also implies agreeing on, adhering to, and sharing a set of standards for handling these data. Measures related to information models, structure, coding, and other semantic aspects associated with the data. Ideally, we should also share the tools used to perform the analyses and generate conclusions. This is how to establish a broader research community that cooperatively and efficiently develops the needed evidence.

An example of this in health is the Observational Health Data Sciences and Informatics or OHDSI program, pronounced: "Odyssey" (<https://www.ohdsi.org/>). This initiative first makes available a standard information model in structure and

content for research purposes. Then, the Observational Medical Outcomes Partnership (OMOP) Common Data Model (CDM), are platforms to implement it, using tools to facilitate the upload and quality verification of the data to that model and a set of tools for its analysis. One of the advantages of using the same standard information model and also the same analytical tools is that different research teams, even from various places in the world, that manage their local health data in their own independent OHDSI occasion can invite other research teams or groups that also have their OHDSI occasion with their own "local" data, to run the same queries in their respective examples. The questions will work semantically and syntactically because the underlying information model, structure and the tools to run them are the same.

Moreover, the only thing shared back is the result of the queries, not the health data they handle in their respective instances. In other words, the data does not move from where it is. Another "grace" of OHDSI is that it also allows the configuration of patient cohorts. That is to say, it will enable the analysis and follow-up of groups of patients who meet specific inclusion criteria but cannot determine the identity of the individuals, thus respecting the privacy and personal data protection regulations.

The image below illustrates some general components of the OHDSI architecture to enable a broad national and international community to collaborate in generating evidence from standardized data and tools.

Universities such as Washington University in St. Louis (WashU), with which the Institute for Science and Innovation in Medicine (ICIM) of Universidad del Desarrollo collaborates regularly, have been basing an essential part of their health research on the OHDSI model and tools within the vision of an LHS that Dr. Philip Payne founding director of WashU's Institute for Informatics (I²) illustrated some years ago during one of his last visits to Chile (<http://www.youtube.com/@ForoSaludDigital>)

Also, based on this vision, the Institute of Science and Innovation (ICIM) of the Universidad del Desarrollo is working on implementing the Population Health Laboratory (RACO_Lab). The project is directed by the Center for Epidemiology and Health Policies (CEPS). It involves, among others, the Bioethics and Law Observatory, and the Center for Biomedical Informatics. RACO_Lab is currently promoting agreements and alliances between public and private, national and international actors and organizations so that, from their respective roles and contributions, an open health research environment and community can be enabled in Chile. All actors and organizations that want to explore the possibility of joining or participating are invited to contact the RACO_Lab project.

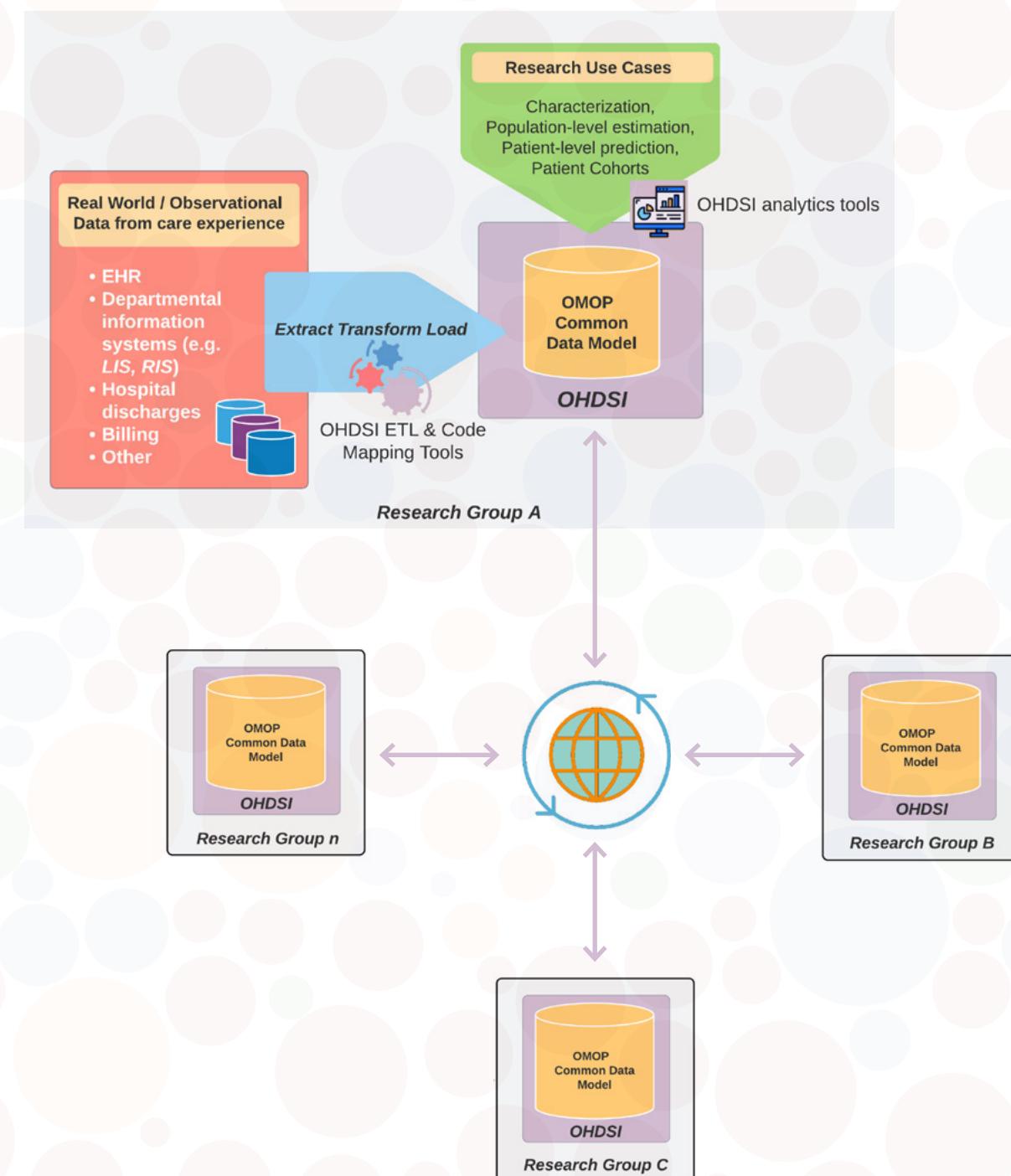
manejan sus datos de salud locales en instancias propias e independientes de OHDSI, pueden invitar a otros grupos de investigación que tengan instancias suyas de OHDSI con sus propios datos "locales", a correr las mismas consultas en sus respectivas instancias. Las consultas van a funcionar semanticamente y sintácticamente porque el modelo y estructura de la información subyacente como las herramientas para realizarlas es el mismo. Y lo único que se comparte de vuelta es el resultado de las consultas, pero no los datos de salud que manejan en sus respectivas instancias. Es decir, los datos no se mueven de donde se encuentran. Otra "gracia" de OHDSI es que además permite configurar cohortes de pacientes, es decir permite hacer análisis y seguimiento de grupos de pacientes que cumplen con ciertos criterios de inclusión, pero sin que se pueda determinar la identidad de las personas, respetando de esta forma las regulaciones sobre privacidad y protección de datos personales.

La imagen a continuación intenta ilustrar algunas componentes generales de la arquitectura de OHDSI para habilitar una amplia comunidad nacional e internacional que colabora en la generación de evidencia a partir de datos y herramientas estandarizadas.

Universidades como Washington University in St. Louis (WashU), con la que el Instituto de Ciencias e Innovación en Medicina (ICIM) de la Universidad del Desarrollo (UDD) colabora regularmente, han estado basando una buena parte de su investigación en salud en el modelo y herramientas OHDSI dentro de la visión de un LHS que el Dr. Philip Payne, director fundador del Institute for Informatics (I²) de WashU ilustró hace algunos años atrás en el ámbito de una de sus últimas visitas a Chile (<https://www.youtube.com/@ForoSaludDigital>).

A partir también de esta visión, el ICIM de la UDD está trabajando en la implementación del Laboratorio de Salud Poblacional (RACO_Lab), perteneciente al Centro de Epidemiología y Políticas en Salud (CEPS) y participan - entre otros - el Observatorio de Bioética y Derecho, y el Centro de Informática Biomédica. El RACO_Lab está actualmente impulsando acuerdos y alianzas entre actores y organizaciones tanto públicas como privadas, nacionales como internacionales para que, desde sus respectivos roles y contribuciones, se pueda habilitar un entorno y una comunidad abierta de investigación en salud en Chile. Todos los actores y organizaciones que quieran explorar la posibilidad de sumarse o participar de alguna forma están invitados a tomar contacto con el proyecto RACO_Lab.

FIG 2. General components of the OHDSI architecture



Cuadernos de laboratorio digitales: Claves en la investigación científica y la Ciencia Abierta

Digital Lab Notebooks:
Keys to Scientific Research
and Open Science

Por:

Ricardo Armisén, PhD, Profesor investigador, Laboratorio de Genómica Funcional del Cáncer, Centro de Genética y Genómica Instituto de Ciencias e Innovación en Medicina (ICIM) Facultad de Medicina Clínica Alemana Universidad del Desarrollo

Utilizar data extranjera, ordenada, segmentada, respaldada y segura, es un lujo. Sin moverte de tu escritorio puedes acudir a estas enormes bases de datos, y encontrar evidencias que soporten tus ideas o que te permitan generar unas nuevas. "Te da peso" ir con un dato preliminar en 86 mil pacientes para postular a un proyecto, por ejemplo Fondecyt.

Así de importante a nivel organizacional es contar en Chile con cuadernos de laboratorios digitalizados de libre acceso. En países desarrollados, los grupos de investigación ya cuentan con estos sistemas de almacenamiento de data, lo que eleva el estándar en los proyectos y en los propios investigadores e investigadoras.

De esto precisamente trato la clase sobre "Cuadernos de laboratorios (digitales)", en el Módulo 2: Ciencia abierta y visibilidad de la investigación científica, del Diplomado de Ciencia Abierta que imparte la Universidad del Desarrollo.

Using foreign data, which is ordered, segmented, backed up, and secure is a luxury. Without leaving your desk, you can go to these vast databases and find evidence to support your ideas or allow you to generate new ones. It "gives you weight" to go with preliminary data in 86 thousand patients to apply for a project, for example, Fondecyt.

This is how important it is at the organizational level to have free access to digitalized laboratory notebooks in Chile. Research groups already have these data storage systems in developed countries, raising the standard in the projects and researchers themselves.

This is precisely what the "Laboratory notebooks (digital)" class dealt with. This course is taught in Module 2: Open Science and visibility of scientific research, of the Diploma in Open Science, at Universidad del Desarrollo.

HISTÓRICAMENTE, LOS CUADERNOS DE LABORATORIO SE RESPONDÍAN A DOS NECESIDADES
HISTORICALLY, THE LABORATORY NOTEBOOKS RESPONDED TO TWO NEEDS:

1 La reproducibilidad de la investigación científica:

- Lo que se registra no se olvida.
- Sirven para validar resultados y certifican la veracidad de la información contenida.
- Contienen datos preliminares básicos para propósitos académicos diversos.

Reproducibility of scientific research:

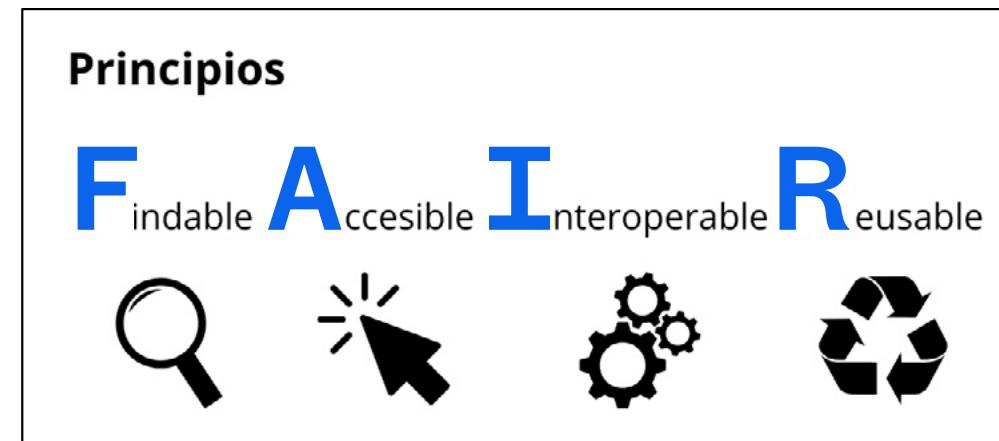
- *What is recorded is not forgotten.*
- *They serve to validate results and certify the veracity of the information contained.*
- *They contain primary preliminary data for various academic purposes.*

2 Los procesos de innovación y de propiedad intelectual:

- Recoge la información necesaria para proteger las invenciones y poder comercializar el producto tecnológico.
- Es prueba de una invención y determina fecha de prioridad.
- Contiene el registro de los Acuerdos de Transferencia de Materiales (MTA) usados durante la investigación.
- Facilita la investigación, favorece la innovación y permite capturar el valor del conocimiento.

Innovation and intellectual property processes:

- *Collects the information necessary to protect inventions and to be able to commercialize the technological product.*
- *It is proof of an invention and determines the priority date.*
- *Contains the record of the Material Transfer Agreements (MTA) used during the research.*
- *Facilitating research favors innovation and allows capturing the value of knowledge.*



En los últimos años, ha surgido un consenso respecto a la necesidad de lo que llamamos "datos abiertos", los cuales son una oportunidad de mayor transparencia y escrutinio del trabajo investigativo. Además, que el acceso de los datos de investigaciones biomédicas esté disponibles para otros colegas e incluso para la sociedad, puede significar que su uso sirva para contestar otras nuevas interrogantes.

Es por todo esto, que los denominados cuadernos de laboratorio tienen una nueva razón de ser, ya no solo sirven como bitácora personal de las investigaciones realizadas, sino que también contribuyen a registrar la data, desde el inicio de un proyecto, hasta su ingreso en un repositorio digital.

Tanto las agencias internacionales de financiamiento como las organizaciones gubernamentales llevan años llegando a consensos sobre cómo deben ser los datos de acceso abierto, sus restricciones, requisitos y orden.

Ante esto, en 2016 se llegó al acuerdo de los "Principios FAIR", los cuales ofrecen un conjunto de cualidades precisas y medibles que una publicación de datos debería seguir para que los datos sean; Encontrables, Accesibles, Interoperables y Reutilizables (del inglés FAIR; Findable, Accessible, Interoperable, y Reusable).

Cada calidad contiene distintos atributos, algunos tienen que ver con la forma en que se hacen las investigaciones, otros con las tecnologías a utilizar, entre otras. Por esto mismo, su implementación en un único laboratorio es muy difícil y los esfuerzos tienen que ser más bien institucionales y globales.

Un atributo en particular muy importante es el que posee la calidad de "Encontrables", donde se establece que la meta data de un objeto, que puede ser una muestra, un paciente o un análisis, tenga un "identificador único y persistente".

Esto ayudará a investigadores e investigadoras, cuando generen nuevos análisis con datos reutilizados, a citar correctamente su trabajo con un identificador que tenga conexión con la data inicial, manteniendo así la trazabilidad con este identificador global, único y persistente.

In recent years, a consensus has emerged regarding the need for "open data," which is an opportunity for greater transparency and scrutiny of research work. In addition, making biomedical research data available to colleagues and society can mean that it can be used to answer new questions.

For all these reasons, the so-called laboratory notebooks have a new raison d'être, as they not only serve as a personal logbook of the research carried out but also contribute to recording data from the beginning of a project until it is entered into a digital repository.

Both international funding agencies and governmental organizations have been reaching a general agreement for years on how open access data should be, its restrictions, requirements, and order.

Given this, in 2016, the "FAIR Principles" were agreed upon, which offer a set of specific and measurable attributes that a data publication should follow to make the data; Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable (FAIR).

Each attribute contains a different set of characteristics; some have to do with how research is done, and others with the technologies to be used. For this reason, their implementation in a single laboratory is challenging, and efforts must be rather institutional and global.

One essential attribute, in particular, is the "Findable" quality, where it is established that the metadata of an object, which can be a sample, a patient, or an analysis, has a "unique and persistent identifier."

This will help researchers, when generating new analyses with reused data, to correctly cite their work with an identifier that has a connection with the initial data, thus maintaining traceability with this global, unique, and persistent identifier.

CUADERNOS DE LABORATORIOS FÍSICOS

Los datos en biomedicina tienen un ciclo de vida, donde los cuadernos de laboratorio se encuentran en la etapa de la creación de los datos; quién los genera, cuándo, cuáles son los protocolos, los datos crudos, cuáles son los métodos utilizados, entre otros procesos.

EXISTEN TRES TIPOS DE CUADERNOS:

1.- Encuadrado: Su ventaja es que no pierdes sus hojas, y es más resistente. Sus desventajas son su dificultad para copiar sus datos, no está organizado lógicamente, y requiere referencias a datos almacenados en otro lugar

2.- Archivadores: Son más cómodos, puedes agregar y sacar las hojas, se organizan por experimentos, pero en términos de trazabilidad es menos fiable.

3.- Cuadernos digitales: Con ellos es fácil buscar la información requerida, de leer, y de almacenar. Sin embargo, pueden tener fallas en su seguridad, a pesar de que generalmente brindan excelentes características en esta área y de auditoría. Por lo que se recomienda utilizar la autenticación de dos factores y mantener credenciales únicas del equipo.

Sobre el cuaderno físico, este debe incorporar un número que lo hace único, fecha en lo que empezamos a utilizar, nombre del propietario/a e institución perteneciente.

PHYSICAL LABORATORY NOTEBOOKS

Data in biomedicine have a life cycle, where laboratory notebooks are in the stage of data creation; who generates them, when, what are the protocols, the raw data, and the methods used, among other processes.

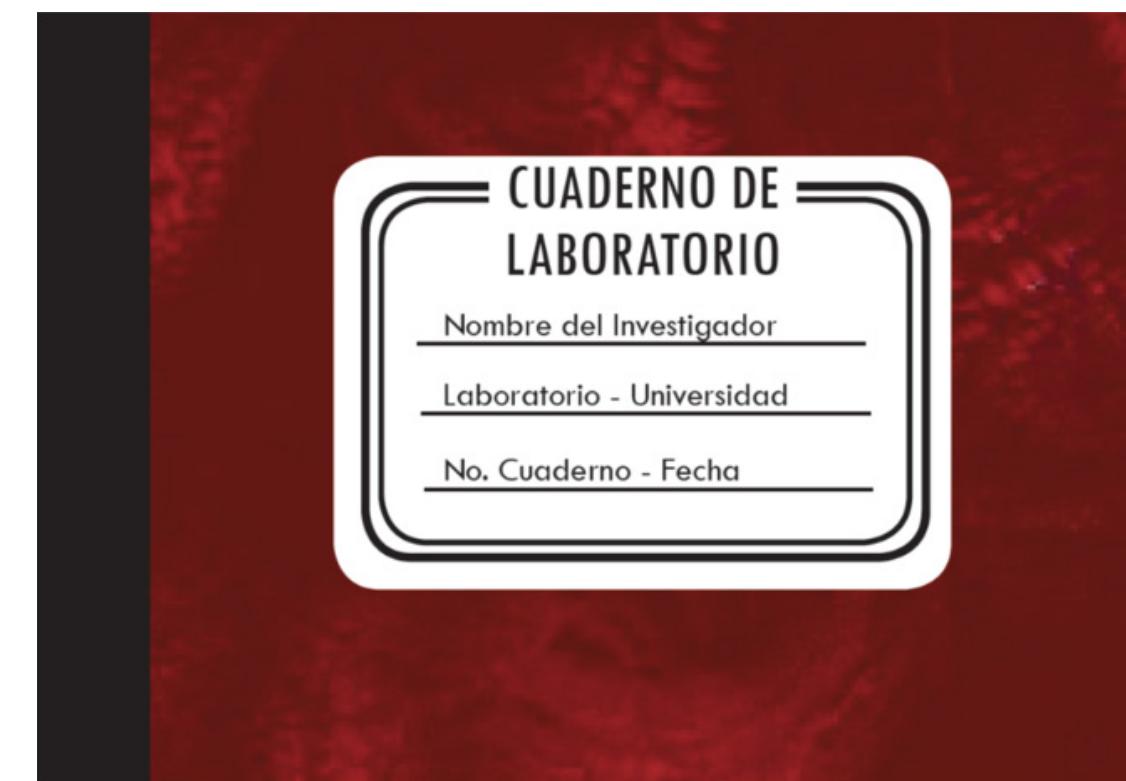
THERE ARE THREE TYPES OF NOTEBOOKS:

1. Bound: *Its advantage is that you do not lose its sheets, and it is more resistant. Its disadvantages are that it is difficult to copy your data, it is not logically organized, and it requires references to data stored elsewhere.*

2. Filing: *They are more convenient, you can add and remove sheets, and they are organized by experiments, but in terms of traceability, it is less reliable.*

3. Digital notebooks: *With them, it is easy to find the required information, read it, and store it. However, they can have flaws in their security, although they generally provide excellent security and auditing features. It is therefore recommended to use two-factor authentication and maintain unique equipment credentials.*

The physical notebook must incorporate a number that makes it unique, the date when it started being used, the owner's name, and the institution's name.



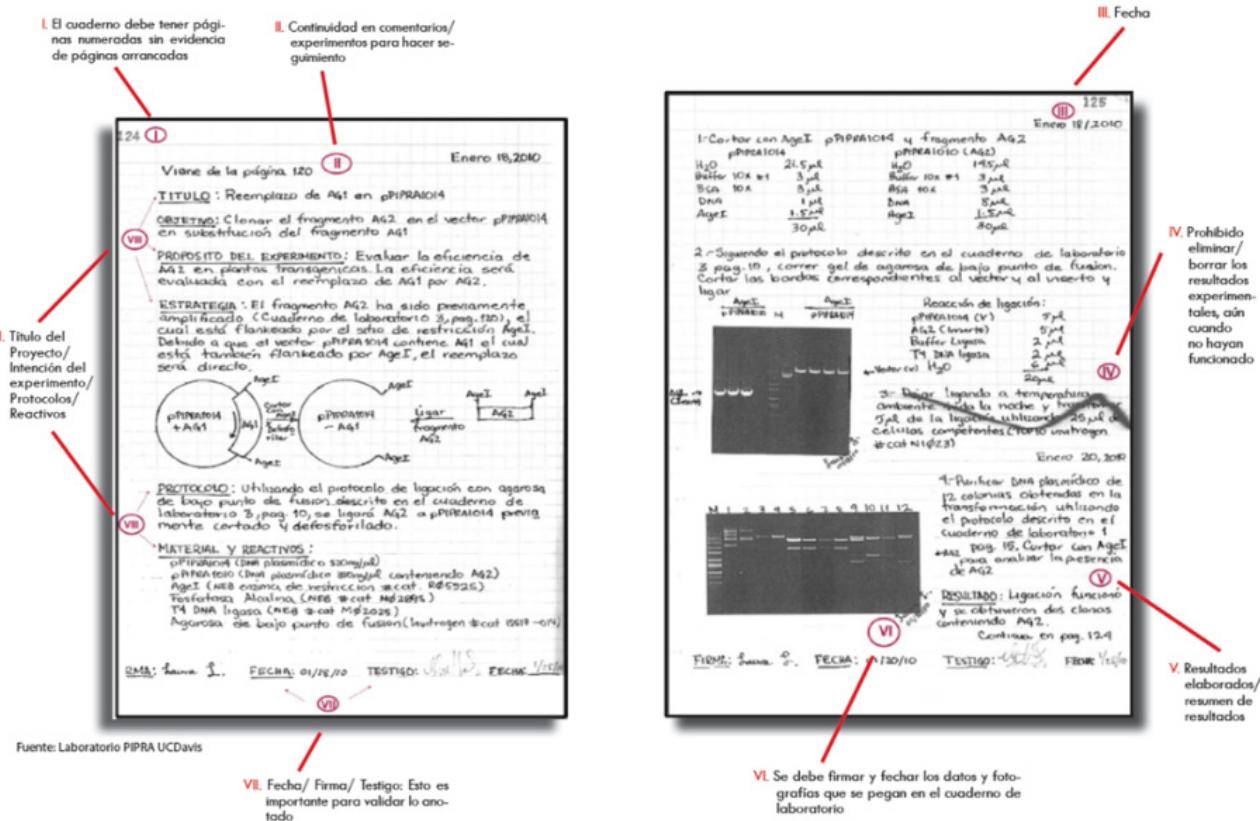
◀ Ejemplo de
Concepto: "Cuaderno
de laboratorio"

A NIVEL ACADÉMICO DEBE CUMPLIR CON CIERTOS REQUISITOS, TALES COMO:

- Un científico/a requiere que su cuaderno de laboratorio contenga un registro original, preciso y permanente de sus actividades de investigación.
- Todos los detalles y datos relevantes de un experimento deben ser registrados en cuanto sean obtenidos.
- Los datos que pueden parecer triviales o evidentes en el momento en que se llevó a cabo el experimento, pueden ser de importancia crítica más tarde.
- Las publicaciones en revistas de investigación están basadas en los datos registrados en el cuaderno de laboratorio de los autores de la publicación.
- Un registro exacto y claramente especificado es necesario para poder reproducir los resultados observados durante un experimento.
- La continuación de un proyecto de investigación por un científico necesitará contar con el cuaderno de laboratorio que muestre registros detallados de los experimentos previos.
- El cuaderno de laboratorio debe ser revisado periódicamente por el jefe de laboratorio o delegado/a, para evitar o corregir descuidos en el registro y la obtención de datos y prevenir así el fraude intencionado.
- Cada página del registro tiene que ser re-frendada, preferiblemente cada semana, por una persona (co-firmante) que comprenda el trabajo, pero que preferentemente no pueda figurar como co-inventor/a en ninguna solicitud de patente basada en los datos registrados en dicha página.
- Debe ser guardado en un lugar protegido, que no sea de libre tránsito, a fin de evitar hurtos o robos por parte de terceros.
- El cuaderno físico no debe salir del laboratorio.

AT THE ACADEMIC LEVEL, IT MUST MEET SPECIFIC REQUIREMENTS, SUCH AS:

- *Scientists require their laboratory notebooks to contain an original, accurate, and permanent record of their research activities.*
- *All relevant details and data of an experiment must be recorded as soon as they are obtained.*
- *Data that may seem trivial or evident when the experiment was conducted may be critically important later.*
- *Publications in research journals are based on data recorded in the laboratory notebook of the publication's authors.*
- *An accurate and specified record is necessary to reproduce the results observed during an experiment.*
- *The continuation of a research project by a scientist will need to have the laboratory notebook showing detailed records of previous experiments.*
- *The lab notebook should be periodically reviewed by the lab manager or delegate to avoid or correct oversights in recording and data collection to prevent intentional fraud.*
- *Each log page must be countersigned, preferably weekly, by a person (co-signer) who understands the work but preferably cannot be listed as a co-inventor on any patent application based on the data recorded on that page.*
- *It must be kept in a protected place, which is not in free transit, in order to avoid theft or robbery by third parties.*
- *The physical notebook must not leave the laboratory.*



Ejemplo de hojas de un cuaderno de laboratorio, adaptado de "Cuaderno de Laboratorio. Guía de Buenas Prácticas para Resguardar el Conocimiento y la Innovación", Patricia Anguita M. y Francisco Díaz G. FIA - PIPRA, Fundación para la Innovación Agraria - Chile, 2010.

Todas las hojas deben ser enumeradas, contener su fecha y firma del autor/a. El registro debe ser realizado con lápiz indeleble negro o azul. No se deben eliminar los resultados de experimentación, aun cuando no hayan funcionado; sin embargo, de querer corregir una entrada, se debe marcar con una sola línea sobre esta e indicar las iniciales de quien corrige y la fecha de su modificación, nunca usar corrector para esto.

Para presentar los resultados, se debe incorporar un resumen o breve reflexión. Además, de mostrar el objeto del proyecto, cuál es la metodología y los materiales que utilizar.

CUADERNO DE LABORATORIO ELECTRÓNICO (ELN)

Un cuaderno digital es una herramienta de software que en su forma más básica replica una interfaz muy parecida a una página en un cuaderno de laboratorio de papel.

All sheets must be numbered, dated, and signed by the author. The record should be made in indelible black or blue pencil. Experimental results should not be eliminated, even if they have not worked; however, if an entry is to be corrected, it should be marked with a single line and indicate the initials of the person who is correcting, along with the date of the modification, never use corrector for this.

To present the results, a summary or brief reflection should be included. In addition, it should also display the project's purpose, methodology, and materials to be used.

ELECTRONIC LABORATORY NOTEBOOK (ELN)

A digital notebook is a software tool that, in its most basic form, replicates an interface much like a page in a paper laboratory notebook.

In 2016, the "FAIR Principles" were agreed upon, which offer a set of specific and measurable attributes that a data publication should follow to make the data; Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable (FAIR).

La importancia de su uso tiene varios motivos, tales como:

- En un ELN se puede ingresar protocolos, observaciones, notas y otros datos utilizando solo una computadora o dispositivo móvil.
- Los ELN ofrecen varias ventajas sobre los cuadernos de papel tradicionales; facilitan las buenas prácticas de gestión de datos, proporcionando seguridad de datos, auditoría y colaboración.
- Algunos ELN también pueden administrar inventarios de muestras, reactivos y otros suministros, así como realizar un seguimiento de los programas de mantenimiento de equipos y equipos.
- Además, algunos ELN proporcionan herramientas científicas especializadas para el dibujo químico o la biología molecular.

Entre sus beneficios más destacables, los cuadernos digitales respaldan los Principios FAIR, y permiten la supervisión por parte de los investigadores principales (PI) o los gerentes de cada unidad. Los datos y la documentación se pueden compartir fácilmente con los colaboradores, eliminan problemas como la mala escritura o cuadernos de papel dañados, y algunos ELN se pueden integrar con aplicaciones como Mendeley, Dataverse y PubMed, lo que facilita la publicación y el proceso de investigación.

Tanto en Europa como Norteamérica, ya existen repositorios digitales donde se pueden almacenar tipos específicos de datos crudos y análisis, y dónde algunas revistas especializadas están asociadas a estos sitios de datos online.

Estos softwares están orientados para distintos públicos y necesidades. Algunos poseen versiones gratuitas o de pago, mensajería instantánea entre los equipos, revisores simultáneos, distribución de espacios de trabajo, entre otras herramientas.

The importance of its use has several reasons, for example:

- *In an ELN, protocols, observations, notes, and other data can be entered using only a computer or mobile device.*
- *ELNs offer several advantages over traditional paper notebooks; they facilitate good data management practices, providing data security, auditing, and collaboration.*
- *Some ELNs can also manage inventories of samples, reagents, and other supplies and track equipment and equipment maintenance schedules.*
- *In addition, some ELNs provide specialized scientific tools for chemical drawing or molecular biology.*

Among their most notable benefits, digital notebooks support the FAIR Principles and allow oversight by principal investigators (PIs) or unit managers. Data and documentation can be easily shared with collaborators, eliminating problems such as poor handwriting or damaged paper notebooks. Some ELNs can be integrated with applications such as Mendeley, Dataverse, and PubMed, facilitating the publication and research.

In Europe and North America, digital repositories exist where specific types of raw data and analyses can be stored, and some specialized journals are associated with these online data sites.

These software programs are oriented for different audiences and needs. Some have free or paid versions, instant messaging between teams, simultaneous reviewers, and the distribution of workspaces, among other tools.

Implementing an ELN in a laboratory takes time and analysis, so it is always advisable to review them in detail

Se requiere tiempo y análisis para implementar un ELN en un laboratorio, por lo que siempre es recomendable revisarlos en detalle y determinar cuál es el que mejor se adapta a las necesidades del establecimiento. Si se utiliza las funciones de inventario, llevará tiempo y esfuerzo configurarlo, pero a largo plazo se ahorrará tiempo al vincular experimentos con muestras, administrar y solicitar suministros.

Algunos ejemplos de plataformas existentes:

- Evernote.
- Labstep.
- Protocols.io.
- Open Science Framework.
- RSpace.
- GitHub.
- cBioPortal.
- Zenodo.
- Mendeley Data.

Cabe destacar que cuando una organización decide implementar un sistema informático de cuadernos de laboratorios, la data previa, los registros históricos que se posean no se podrán digitalizar, ya que un requisito para hacerlo es que tiene que ser data contemporánea. Y si la data que se quiere ingresar no se registró en su momento adecuadamente, no se verificó o no tuvo el proceso adecuado, eso no se va a solucionar en el futuro a través de un reprocesamiento de los datos.

IMPLEMENTACIÓN EN CHILE DE LOS ELN

Nuestro país, y en general Latinoamérica, se encuentra en una etapa incipiente en cuanto a repositorios online y organización de la data de investigación.

Sin embargo, en estos momentos se está desarrollando una plataforma nacional orientado a mostrar datos genéticos de tumores de pacientes con cáncer de Chile.

La plataforma tiene como fin recopilar todos los datos de la investigación y segmentarla, para que sea más fácil y accesible de ver para otros investigadores. Así, en el futuro si revisan el artículo, y desean complementar su información con este software, podrán tener una visión más a cabalidad de todo lo que se está publicando, se podrían hacer preguntas nuevas, comentar si hay errores, si se omitió alguna característica interesante, entre otras observaciones.

La inversión inicial de un cuaderno digital para un laboratorio, que incluye implementar la informática, el personal encargado, equipamientos y mantenciones, es de varios millones de pesos. Y aunque se puede utilizar un software para varios proyectos, sigue siendo un alto costo monetario.

Por lo que hablar de su implementación es incentivar a que sea un esfuerzo en conjunto, de recursos tanto privados como públicos. Donde el camino a recorrer es de suma importancia para avanzar en la investigación científica. Aunque los beneficios a veces no serán a corto plazo, hay que comenzar a verlo como una inversión necesaria para el futuro.

and determine which one best suits the facility's needs. If inventory functions are used, it will take time and effort to set them up, but in the long run, it will save time linking experiments to samples, managing, and ordering supplies.

Some examples of existing platforms:

- Evernote.
- Labstep.
- Protocols.io.
- Open Science Framework.
- RSpace.
- GitHub.
- cBioPortal.
- Zenodo.
- Mendeley Data.

It should be noted that when an organization decides to implement a computerized laboratory notebook system, the previous data, the historical records it has, cannot be digitized since a requirement for doing so is that it must be contemporary data. Moreover, if the data to be entered was not correctly recorded at the time, verified, or adequately processed, reprocessing the data will not solve this in the future.

IMPLEMENTATION OF ELNS IN CHILE

Chile, and Latin America in general, is at an incipient stage in terms of online repositories and organization of research data.

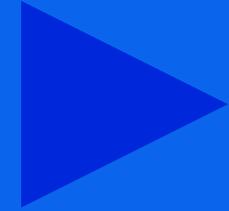
However, a national platform is being developed to showcase genetic data from Chilean cancer patients' tumors.

The platform aims to compile and segment all the research data, making it easier and more accessible for other researchers to view. Thus, in the future, if they review the article and wish to complement their information with this software, they will have a complete view of everything being published. They could ask new questions and comment if errors or any exciting feature were omitted, among other observations.

The initial investment of a digital notebook for a laboratory, which includes the implementation of informatics, the personnel in charge, equipment, and maintenance, is several million pesos. And although software can be used for several projects, it still has a high monetary cost.

Therefore, discussing its implementation is an incentive to make it a joint effort with private and public resources. Where the road to travel is of utmost importance to advance scientific research. Although the benefits sometimes will not be in the short term, we must begin to see it as a necessary investment for the future.

The FAIR Guiding Principles



TO BE FINDABLE:

- F1. (meta)data are assigned a globally unique and persistent identifier
- F2. data are described with rich metadata (defined by R1 below)
- F3. metadata clearly and explicitly include the identifier of the data it describes
- F4. (meta)data are registered or indexed in a searchable resource.

TO BE ACCESSIBLE:

- A1. (meta)data are retrievable by their identifier using a standardized communications protocol
- A1.1 the protocol is open, free, and universally implementable
- A1.2 the protocol allows for an authentication and authorization procedure, where necessary
- A2. metadata are accessible, even when the data are no longer available

TO BE INTEROPERABLE:

- I1. (meta)data use a formal, accessible, shared, and broadly applicable language for knowledge representation.
- I2. (meta)data use vocabularies that follow FAIR principles
- I3. (meta)data include qualified references to other (meta)data

TO BE REUSABLE:

- R1. meta(data) are richly described with a plurality of accurate and relevant attributes
- R1.1. (meta)data are released with a clear and accessible data usage license
- R1.2. (meta)data are associated with detailed provenance
- R1.3. (meta)data meet domain-relevant community standards



The National Commission for the Protection of Human Subjects in Biomedical and Behavioral Research was formed in the United States in 1974 to identify basic ethical principles for human research.

Ética e Investigación Científica

Ethics and Scientific Research

Por:

Marcial Osorio, PhD, Presidente Comité Ético Científico
Facultad de Medicina Clínica Alemana Universidad del Desarrollo

La investigación tiene por objetivo la búsqueda de la verdad y la generación de nuevos conocimientos, y su importancia en el progreso de la humanidad es indudable. En medicina en específico, la investigación científica, ha sido responsable de los avances notables tanto en la prevención, como diagnóstico precoz y tratamiento de múltiples enfermedades durante el último siglo. Durante ese periodo el método experimental fue avanzando en sofisticación con el objeto de lograr resultados más precisos. Alrededor de 1930 surgen los primeros ensayos clínicos y a fines de ese decenio comienza a utilizarse como concepto, el placebo. En 1946 se realizan los primeros ensayos clínicos aleatorizados y controlados. Paralelamente se va desarrollando el avance de la estadística y su aporte a la rigurosidad y validez de los resultados obtenidos.

Sin embargo, este a veces vertiginoso y creciente desarrollo de la investigación, en especial la que involucraba la participación de seres humanos y de seres vivos en general, se vio asociada a un aumento de la aparición y reconocimiento de

The objective of doing research is to look for the scientific truth in things and create new knowledge, which makes its importance in the progress of humanity unquestionable. In medicine, scientific research has been responsible for remarkable advances in the prevention, early diagnosis, and treatment of multiple diseases during the last century. The experimental method advanced sophistication during this period to achieve more accurate results. Around 1930, the first clinical trials appeared, and at the end of that decade, the placebo began to be used as a concept. In 1946, the first randomized and controlled clinical trials were carried out. At the same time, the advance of statistics and its contribution to the rigor and validity of the results obtained developed.

However, this sometimes vertiginous and growing development of research, especially involving the participation of human beings and living beings in general, was associated with increased appearance and recognition of ethical problems. The fact is that research being carried out by people is subject to the conscience and

problemas éticos. Es que la investigación, al ser realizada por personas, está supeditada a la conciencia de cada investigador, fundamentada, como la de todo ser humano, en su propia jerarquía de valores y principios. Y muchas veces sesgada entonces, por sus propios intereses.

En 1947, es presentado a la comunidad científica, el Código de Nuremberg, como respuesta a las atrocidades ocurridas en investigación en humanos durante la Segunda Guerra Mundial, en Alemania y Japón. Se establecen así algunas reglas con objeto de señalar un camino, un código formal, para cautelar valores y conductas. Si bien este código moral, puede variar de investigador a investigador, o lo que es lo mismo de persona a persona, o entre determinadas culturas, permite realizar la investigación que involucre a seres humanos dentro de ciertos límites regulatorios. La exigencia de consentimiento de los sujetos participantes, de cuya necesidad no nos cabe hoy ninguna duda, tiene por objeto defender en especial a sujetos vulnerables, incapaces de defender sus intereses. Se establece como requisito el evitar riesgo y sufrimiento, físico o mental innecesarios y que los sujetos de investigación, deben tener conciencia de su derecho a abandonar libremente y sin consecuencias, el experimento cuando lo deseen.

En 1964, en su 18 asamblea, se desarrolla un Código de Ética de Investigación por parte de la Asociación Médica Mundial (AMM), conocido como la Declaración de Helsinki, "Recomendaciones para guiar la investigación en seres humanos", que amplía el Código de Nüremberg y determina la exigencia de revisión independiente de los proyectos de investigación por Comités de Ética de Investigación. En la actualidad se conoce como "Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos". Ha incluido otros aspectos, además de la investigación en seres humanos: el almacenamiento de datos y de material biológico de origen humano. Esta declaración de Helsinki, está en permanente actualización, la última de ellas en febrero 2023 relacionada al uso de placebo.

Solo un par de años más tarde de la Declaración de Helsinki, en 1966 Henry K. Beecher, médico anestesiólogo norteamericano publica un artículo en que da cuenta de investigaciones realizadas en EE.UU., por destacados investigadores y cuyos resultados fueron publicados en importantes revistas científicas. Entre los aspectos éticos de estos estudios no habían considerado la realización del proceso de consentimiento de los sujetos de investigación. Peor aún, muchos eran sujetos vulnerables, institucionalizados, coaccionados y expuestos a riesgos innecesarios y sin posibles beneficios producto de la investigación. Algunos estudios incluían niños cuyos padres no fueron adecuadamente informados o extorsionados para la permanencia de estos niños con daño cerebral institucionalizados. En 1932 el Departamento de Salud Pública de los Estados Unidos inicia un estudio de la historia natural de la sífilis, que continúa hasta 1972, en 400 afroamericanos, negándoseles u ocultándoles la posibilidad de tratamiento efectivo, disponible

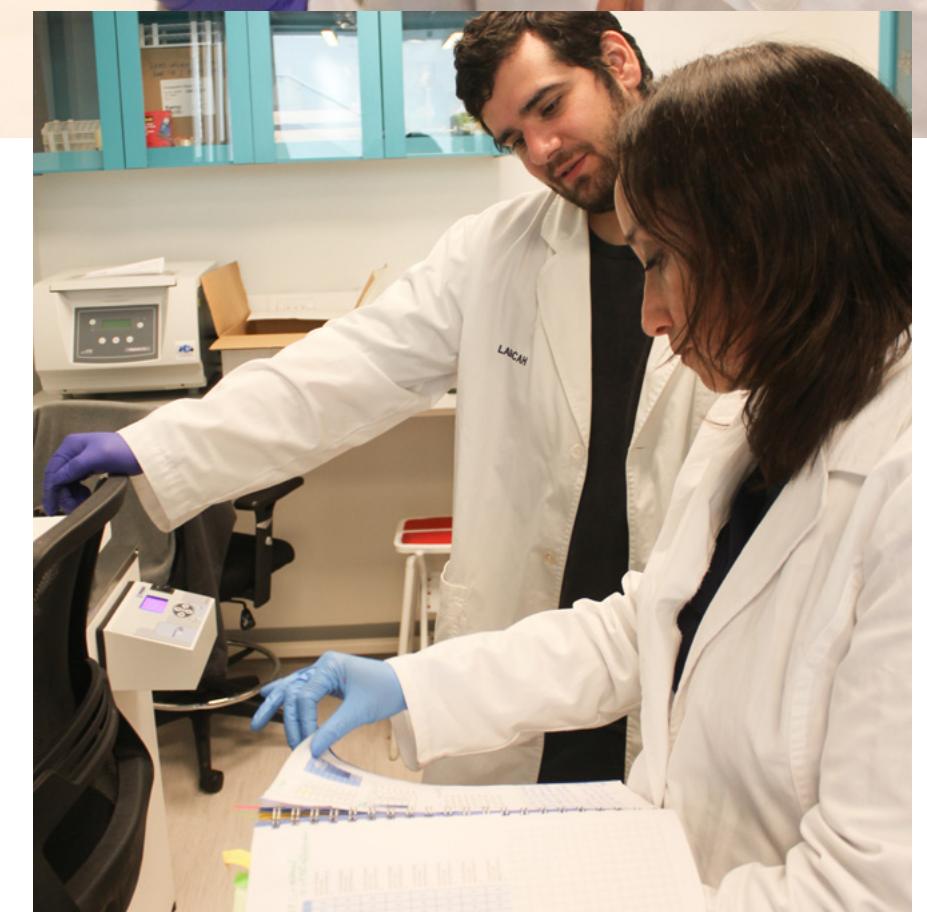
the hierarchy of values and principles of each researcher. Therefore, research can often be biased by the interest of each person conducting the study.

In 1947, the Nuremberg Code was presented to the scientific community as a response to the atrocities that occurred in human research during World War II in Germany and Japan. Thus, some rules are established to point out a way, a formal code, to safeguard values and behaviors. Although this moral code may vary from researcher to researcher, person to person, or between certain cultures, it allows research involving human beings to be carried out within certain regulatory limits. The requirement of consent of the participating subjects, of whose necessity there is no doubt today, is intended to defend particularly vulnerable subjects unable to protect their interests. It is established as a requirement to avoid unnecessary risk and suffering, physical or mental, and that research subjects must be aware of their right to freely and without consequences abandon the experiment when they wish to do so.

In 1964, at its 18th Assembly, a Code of Research Ethics was developed by the World Medical Association (WMA), known as the Declaration of Helsinki, "Recommendations for Guiding Research Involving Human Subjects," which expanded the Nuremberg Code and established the requirement for an independent review of research projects by Research Ethics Committees. It is now known as the "Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects." It has included other aspects besides research on human beings: data storage and biological material of human origin. This Helsinki declaration is constantly being updated, the last of them in February 2023 related to the use of placebo.

Only a couple of years after the Declaration of Helsinki, in 1966, Henry K. Beecher, an anesthesiologist, and physician of anesthesiology, was the first to make the Declaration of Helsinki. Beecher, an American anesthesiologist, published an article in which he reported on research carried out in the USA by prominent researchers, the results of which were published in important scientific journals. Among the ethical aspects of these studies, they had not considered the consent process of the research subjects. Worse, many were vulnerable subjects, institutionalized, coerced, and exposed to unnecessary risks with no possible benefits from the research. Some studies included children whose parents were not adequately informed or extorted for the permanence of these institutionalized brain-damaged children. In 1932, the U.S. Department of Public Health initiated a study of the natural history of syphilis, which continued until 1972, in 400 African Americans, denying or hiding from them the possibility of effective treatment available since 1940. Deception, lack of consent, exploitation of the vulnerable, 28 deaths, 100 disabled patients, and 19 cases of congenital syphilis were the consequences of this research.

In response to this unethical research, the National Commission for the Protection of Human Subjects in Biomedical and



Scientific Ethics Committees primary mission is to guarantee the protection of the research subject, as a human being, specially of those subjects who are biologically, socially, or legally weak or vulnerable.

desde 1940. Engaño, ausencia de consentimiento, explotación de vulnerables, 28 muertes, 100 pacientes discapacitados y 19 casos de sífilis congénita fueron las consecuencias de esta investigación.

En respuesta a estas investigaciones reñidas con la ética, se forma en Estados Unidos en 1974 la Comisión Nacional para la Protección de los Sujetos Humanos en ensayos biomédicos y de la conducta, con la misión de identificar los principios éticos básicos para la investigación en humanos. Luego de 4 a 5 años de trabajo se publica el Informe Belmont y sus tres principios: respeto por las personas, beneficencia y justicia. El primero de ellos, respeto por las personas, reconoce la autonomía y el derecho a protección de quienes no lo son o se encuentran temporalmente privados de dicha capacidad (enfermos mentales). Establece la necesidad de Consentimiento Informado a partir de entrega de la información adecuada, que debe ser comprendida, voluntaria y libre de coerción. Los incapaces deben ser representados por quien tenga la capacidad necesaria. El segundo principio es el de Beneficencia, que se traduce en la necesidad de una adecuada valoración de la relación riesgo beneficio. No dañar, o al menos, minimizar el daño y optimizar el beneficio. El tercer principio, el de justicia se refiere a la justicia distributiva, es decir, las cargas y beneficios se deben distribuir equitativamente en la población de estudio. Estos principios fueron la respuesta a la necesidad de tener guías valorativas que pudiesen ser de fácil comprensión para profesionales o grupos de tradiciones intelectuales diversas.

Behavioral Research was formed in the United States in 1974 to identify basic ethical principles for human research. After four to five years of work, the Belmont Report was published with its three principles: respect for persons, beneficence, and justice. The first of these, respect for persons, recognizes the autonomy and the right to protection of those who are not or are temporarily deprived of such capacity (mentally ill). It establishes the need for Informed Consent based on delivering adequate information, which must be understood, voluntary, and free of coercion. Incapacitated persons must be represented by whoever has the necessary capacity. The second principle is beneficence, which translates into the need for an adequate assessment of the risk-benefit ratio. Do no harm, or at least minimize and optimize the benefit. The third principle, justice, refers to distributive justice, i.e., burdens and benefits should be distributed equitably in the study population. These principles responded to the need for value guidelines that professionals or groups of diverse intellectual traditions could easily understand.

Since the 1970s, bioethics has developed progressively and steadily, driven by the day-to-day challenges posed by scientific research and new biotechnological advances, as well as by the search for answers to the biopsychosocial changes associated with recent developments.

Support for the ethical management of scientific research is one of the objectives of the Scientific Ethics Committees, which review the ethical aspects of protocols and projects.

A partir de los años 70, la bioética se ha desarrollado, progresivamente y sin pausa, empujada por los desafíos que se plantean día a día a la investigación científica y los nuevos avances biotecnológicos logrados, así como en la búsqueda de respuestas a los cambios biopsicosociales asociados a los nuevos desarrollos.

El apoyo a la gestión ética de la investigación científica es uno de los objetivos que cumplen los Comité de Ética Científicos, al revisar los aspectos éticos de protocolos y proyectos. Su misión principal es garantizar la protección del sujeto de investigación, en cuanto humano, en particular de aquellos sujetos biológica, social o jurídicamente débiles o vulnerables (embriones, fetos, niños, embarazadas, pacientes con trastornos mentales descompensados o condiciones que determinan incapacidad mental permanente o transitoria, pobreza extrema, o personas institucionalizadas, presidiarios, militares, estudiantes de diferentes áreas en que se pretenda investigar). El consentimiento informado se considera un punto clave en la investigación en humanos y por lo mismo es responsabilidad del investigador usar un lenguaje que sea comprensible, en consideración a la lengua, costumbres y cultura del sujeto de investigación.

La investigación con seres humanos se justifica éticamente por la búsqueda o descubrimiento de beneficios para la salud de las personas. Las posibles aplicaciones de los resultados de las investigaciones, sólo son éticamente aceptables si respetan y sirven al sujeto de investigación y a otros miembros de la sociedad. Siempre es bueno considerar y reflexionar que no todo lo técnicamente posible es éticamente admisible.

El Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS), creado bajo el auspicio de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y de la Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), adaptó la Declaración de Helsinki a la investigación en los países en desarrollo, considerando sus circunstancias socioeconómicas, sus leyes y regulaciones, así como sus disposiciones ejecutivas y administrativas. Se busca evitar que se realice investigación en países de menos recursos que los del país de origen de la investigación, por razones exclusivamente de tipo económico o regulatorias.

Para regular la investigación clínica se han creado las Guías de Buenas Prácticas Clínicas (BPC), instrumentos más específicos, que permiten unificar criterios relativos a la investigación

Their primary mission is to guarantee the protection of the research subject, as a human being, specially of those subjects who are biologically, socially, or legally weak or vulnerable (embryos, fetuses, children, pregnant women, patients with decompensated mental disorders or conditions that determine permanent or transitory mental incapacity, extreme poverty, or institutionalized people, prisoners, military, students of different areas in which research is intended). Informed consent is considered a critical point in human research. Therefore, it is the researcher's responsibility to use understandable language, considering the language, customs, and culture of the research subject.

Research involving human subjects is ethically justified by searching for or discovering health benefits for people. The possible applications of research results are only morally acceptable if they respect and serve the research subject and other members of society. It is always good to consider and reflect that not everything technically possible is ethically admissible.

The Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOMS), created under the auspices of the World Health Organization (WHO) and the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), adapted the Declaration of Helsinki to research in developing countries, considering their socioeconomic circumstances, laws, and regulations, as well as their executive and administrative provisions. The aim is to prevent research from being conducted in countries with fewer resources than those of the country of origin of the study, exclusively for economic or regulatory reasons.

To regulate clinical research, Good Clinical Practice Guidelines (GCP), more specific instruments, have been created to unify criteria for clinical pharmacological research. They guarantee that the data and results reported are credible and accurate and that the study subjects' rights, integrity, and confidentiality have been protected.

Scientific and technical progress in medicine is based on research. This progress has allowed us to advance to the current state of medicine. Research is conducted by people with moral and social values and an ethical perspective proper to their training and conscience. These interests and values generally coincide with those of the universities, companies, or other institutions that shelter and support them with funding according to their strategic plan and institutional policies. Each institution selects the type of scientists it needs to



clínica farmacológica. Entregan una garantía de que los datos y los resultados reportados son creíbles y precisos y asegura que los derechos, integridad y confidencialidad de los sujetos del estudio han sido protegidos.

El progreso científico y técnico de la medicina se basa en la investigación. Este progreso nos ha permitido avanzar al estado actual de la medicina. La investigación es realizada por personas, con sus valores morales y sociales y una perspectiva ética propia de su formación y conciencia. Estos intereses y valores son generalmente coincidentes con los de las universidades, empresas, u otras instituciones que los cobijan y apoyan con financiamiento de acuerdo a su plan estratégico y políticas institucionales. Cada institución selecciona el tipo de científicos que necesita para desarrollar las áreas de investigación que le interesa, conviene y sostiene. En todo caso, siempre dependerá del investigador, en cuanto persona íntegra, cumplir con los requisitos éticos propios de la investigación científica, lo que es especialmente relevante cuando esta investigación se realiza en seres humanos.

A pesar de la existencia de estos códigos de regulación moral y de la legislación propia que pueda tener cada país, no se ha logrado garantizar la regulación ética de la investigación científica, haciendo necesaria la creación de estructuras institucionales que se deben hacer responsables de su aplicación y supervisión. Los Comités de Ética de la

develop the areas of research that interest, suit, and support it. In any case, it will always depend on the researcher, as an integral person, to comply with the ethical requirements of scientific research, which is especially relevant when this research is carried out on human beings.

Despite these codes of moral regulation and the legislation that each country may have, it has not been possible to guarantee the ethical principle of scientific research, making it necessary to create institutional structures that should be responsible for its application and supervision. The Research Ethics Committees (RECs), currently known as Scientific Ethics Committees (SECs), are those in charge of collaborating, educating, advising, and supervising in areas such as universities and institutions where scientific research is developed, positively influencing its development. Conceptually, although part of the institution, the Scientific Ethics Committee (CEC) has freedom of determination, thus ensuring the broadest protection of potential research participants and contributing to achieving the highest scientific and ethical quality of biomedical research.

The ethical control of studies is not always well understood or valued by researchers, especially in the clinical setting. Therefore, it is necessary to continue educating and disseminating the importance of these committees.

Investigación (CEI) conocidos actualmente como Comités de Ética Científicos (CEC) son estas estructuras, encargadas de colaborar, educando, asesorando y supervisando, en espacios como las universidades e instituciones donde se desarrolla investigación científica, influyendo positivamente en el desarrollo de esta. Conceptualmente, el Comité de Ética Científico (CEC), si bien es parte de la institución, tiene libertad de determinación, garantizando de esta forma la más amplia protección de los potenciales participantes en las investigaciones, y contribuyendo a lograr la mayor calidad científica y ética de la investigación biomédica.

El control ético de los estudios no siempre es bien entendido o valorado por los investigadores, en especial del ámbito clínico. Por lo cual es necesario continuar educando y difundiendo la importancia de estos comités.

El formar parte de un CEC, exige dedicación y actualización permanente a las personas que participan como miembros, dado que la ética de la investigación, al igual que la investigación, están en constante evolución. Un ejemplo reciente de ello fue la capacidad de adaptación y respuesta a las necesidades de investigación de urgencia, planteadas en la reciente pandemia.

Hay por otra parte, una evolución constante en el surgimiento de nuevas áreas o de nuevas metodologías de investigación que exige una respuesta eficiente que permita evaluar y enfrentar los desafíos éticos planteados. La investigación de datos es un ejemplo. ¿Existen realmente datos anónimos o irreversiblemente desvinculados? ¿Cuál es el significado actual de la protección de la privacidad? ¿Cuentan nuestros alumnos, médicos e investigadores con información actualizada que proteja la seguridad de los participantes en una investigación? ¿Se debe dar libre paso a la edición genética? ¿Se esperan consecuencias futuras no deseadas? ¿Cuáles?

A MODO DE CONCLUSIÓN

El desarrollo de la investigación científica ha ido de la mano con el perfeccionamiento de los instrumentos de regulación ética considerando los distintos tipos de investigación. Existe en la actualidad un reconocimiento universal de los principios éticos básicos a tener en cuenta en las investigaciones con humanos, independientemente de diferencias económicas, sociales, político-culturales, religiosas, étnicas, de género y de edad. La ética debe acompañar a la investigación científica en la búsqueda de la mayor calidad científica de la investigación biomédica.

Being part of a CEC requires dedication and permanent updating of the people who participate as members, given that research ethics, as well as research, are in constant evolution. A recent example of this was the capacity to adapt and respond to the emerging research needs posed by the pandemic.

On the other hand, there is a constant evolution in which the emergence of new areas or new research methodologies requires an efficient response to assess and address the ethical challenges posed. Data research is an example. Is there such a thing as anonymous or irreversibly unlinked data? What is the current meaning of privacy protection? Do students, physicians, and researchers have up-to-date information to protect the safety of research participants? Should gene editing be given free rein? Are unintended future consequences expected? Which ones?

BY WAY OF CONCLUSION

The development of scientific research has gone hand in hand with the improvement of ethical regulation instruments considering the different types of research. There is now universal recognition of the fundamental ethical principles to be considered in a human study, regardless of economic, social, political-cultural, religious, ethnic, gender, and age differences. Ethics should accompany scientific research in pursuing the highest scientific quality in biomedical research.



HACER UN PITCH (CENTRADO EN CIENCIA ABIERTA)

MAKING YOUR PITCH (WITH A FOCUS ON OPEN SCIENCE)

Por:

Anne Bliss, PhD Emeritus Professor, University of Colorado, Boulder

Quizá el aspecto más importante de la publicación científica, aparte de realizar un estudio excelente, sea determinar cómo presentar esa investigación al público. En el pasado, esta presentación solía adoptar la forma de un informe en un congreso o una publicación en una revista impresa, preferiblemente una con un índice elevado. Sin embargo, como esos dos métodos de exponer la propia investigación llevan mucho tiempo, y porque son jurados de un grupo selecto de colegas y suelen ser leídos o escuchados sobre todo por colegas, la CIENCIA ABIERTA ha pasado a primer plano y está ganando en popularidad porque está abierta a todo

Perhaps the most important aspect of getting published in science, apart from doing excellent research, is determining how to present that research to the public. Typically, in the past, this presentation has taken the form of a report at a congress or a publication in a print journal, preferably one with a high index count. However, as those two methods of exhibiting one's research take a lot of time, and because they are juried by a select group of peers and usually read or heard mostly by peers, OPEN SCIENCE has come to the fore and is gaining in popularity because it is open to everyone who can access the information online. In addition, it is increasingly be-

el mundo que pueda acceder a la información en línea. Además, se está convirtiendo cada vez más en una forma de presentación casi inmediata de los resultados, conclusiones y preguntas de la investigación, así como de nuevas terapias. Además, suele invitar a otros a unirse al proceso científico y a continuar la investigación.

La ciencia abierta suele presentarse en línea y, por tanto, es accesible a cualquier persona con conexión a Internet. Por supuesto, la ciencia abierta tiene ventajas, sobre todo en cuanto a la velocidad de presentación y la capacidad de proyección a otros investigadores y al público, y no sólo a un conjunto de revisores y editores de revistas. A menudo ofrece pocos o ningún coste de lectura u otros costes de publicación asociados. La Ciencia Abierta también tiene riesgos: no hay revisores que lean y determinen si la investigación es fiable y veraz, decidan si es realmente innovadora y valiosa o determinen si está a la altura de la calidad esperada por la mayoría de las revistas indexadas o los congresos con jurado. La Ciencia Abierta es precisamente eso: abierta a todos, científicos o no, para su consideración y juicio, y a las contribuciones.

Al tratar estos temas, la Dra. Anne Bliss presentó "Making Your Pitch" en el reciente Diplomado en la UDD, y explicó una variedad de maneras de atraer y mantener la atención del público, ya sea que el "pitch" se presente a jurados para subvenciones o para presentaciones en congresos, a editores de revistas indexadas, o a una publicación o foro en línea de Ciencia Abierta que puede o no tener normas estrictas para la publicación o presentación. Sin embargo, incluso en la Ciencia Abierta, donde los datos suelen estar "al descubierto" y ser compartidos por todos los interesados en el tema y en el avance de la ciencia, el investigador necesita hacer una presentación convincente de sus fundamentos, datos y técnicas para atraer a lectores y colegas científicos, y explicarles claramente para que entiendan la investigación y animen a todos, especialmente a otros investigadores, a unirse para resolver los problemas presentados. El planteamiento es casi siempre el mismo: presentar las ideas y la investigación para VENDERLAS al público.

Todo investigador que deseé publicar su trabajo en una revista impresa o presentarlo en cualquier otro foro debe convencer al público de que su investigación es fiable y valiosa, innovadora, útil y necesaria, además de hacerlo de forma convincente. El PITCH es un argumento que esgrime el investigador para demostrar que su trabajo es válido, que resuelve un problema o introduce nuevos conocimientos científicos y que los métodos

coming a way for nearly immediate presentation of research findings, conclusions and questions, and new therapies. And it typically invites others to join in the scientific process and to continue the research.

Open Science is typically presented online and is thus accessible to anyone with an Internet connection. Open Science comes with benefits, of course, primarily in the speed of presentation and the ability to project to other researchers and to the public, and not just to a set of journal peer reviewers and editors...and it often offers few or no costs for reading or other associated publication costs. Open Science also has risks: no peer reviewers read and determine whether the research is reliable and true, decide whether it is truly innovative and valuable, or determine whether it measures up to the quality expected by most indexed journals or juried congresses. Open Science is just that: open to all, scientists or not, for consideration and judgment, and to contributions.

In discussing those issues, Dr. Anne Bliss presented "Making Your Pitch" in her recent UDD Diplomado course, and she explained a variety of ways to attract and hold audience attention, whether the "pitch" is presented to jurors for grants or for congress presentations, to indexed journal editors, or to an Open Science online publication or forum that may or may not have strict standards for publication or presentation. However, even in Open Science, where data is typically "out in the open" and shared by all who are interested in the topic and advancing science, the researcher needs to make a convincing presentation of his or her rationale, data, and techniques in order to attract readers and fellow scientists, and to explain clearly to them so they understand the research and encourage all, especially other researchers, to join in solving the issues presented. The approach is nearly always the same: Pitch your ideas and research to SELL them to the audience.

Any researcher who wants to get his or her work published in a print journal, or presented in any other forum, must convince the audience that the research is reliable and valuable, that it's innovative, that it is purposeful, and that it's needed. And the researcher must do so in a convincing way. The PITCH is an argument made by the researcher that his or her work is valid, that it solves a problem or introduces new science, and that the research methods are logical and reliable. The argument must be presented logically and be foolproof; any holes or lapses in the logic will typically preclude acceptance for publication or presentation. Some Open Science online publications may be "looser"

The approach is nearly always the same: Pitch your ideas and research to SELL them to the audience.

de investigación son lógicos y fiables. El argumento debe presentarse de forma lógica y ser infalible; cualquier agujero o laguna en la lógica impedirá normalmente su aceptación para publicación o presentación. Algunas publicaciones en línea -de Ciencia Abierta- pueden ser más "laxa" que una revista impresa indexada y ofrecer simplemente un foro para mostrar datos, plantear preguntas o pedir ayuda a otros investigadores. Pero dado que cualquiera puede acceder a la información en Ciencia Abierta, la audiencia puede ser bastante crítica, y bastante útil. Sin embargo, es importante señalar que los más interesados en impulsar la Ciencia Abierta están trabajando para conseguir revisiones por pares y otros métodos que garanticen que los datos y la investigación son como pretenden ser.

Independientemente de si el investigador presenta una investigación a Ciencia Abierta o a las revistas indexadas tradicionales, congresos, convocatorias de propuestas de subvención o cualquier otro foro con jurado, debe seguir ciertos protocolos. Típicamente, éstos implican el envío de una carta de presentación explicando el documento y un abstract (breve resumen) que sintetice lo que se presenta o se presentará en el documento o discurso formal. Ese documento o discurso suele tener que seguir un formato reconocido en todo el mundo académico y también en otros organismos (por ejemplo, organismos gubernamentales que conceden subvenciones, instituciones privadas o públicas que buscan investigación y ofrecen financiación).

Inicialmente, se envían una carta de presentación y un resumen a los miembros del jurado o a la agencia que patrocina un congreso, al editor de una revista o a los gestores del sitio web Ciencia Abierta. Estos dos documentos deben presentar un argumento convincente para la aceptación del documento de investigación.

Una buena carta de presentación no es larga, pero incluye básicamente tres partes: una introducción del tema y el investigador, una explicación de la investigación y su valor, y una conclusión que pide que se considere la investigación

than an indexed print journal and simply offer a forum to show data, ask questions, or seek assistance from other researchers. But since anyone can access the information in Open Science, the audience may be quite critical, and quite helpful. However, it is important to point out that those who are most interested in pushing Open Science are working toward peer reviews and other methods of assuring that the data and research is as it purports to be.

No matter whether the researcher is presenting research to Open Science or to the traditional indexed journals, congresses, grant proposal calls, or any other juried forum, the researcher must follow certain protocols. Typically, those involve sending a cover letter explaining the document and an abstract (short summary) that summarizes what is or will be presented in the formal document or speech. And that document or speech typically needs to follow a format that is recognized the world over by academia and other agencies as well (e.g., government granting agencies, private or public institutions seeking research and offering funding).

Initially, a cover letter and abstract are sent to the jurors or agency sponsoring a congress, to the editor of a journal, or to the managers of the Open Science website. These two documents must make a persuasive argument for acceptance of the research document.

A good cover letter is not long, but it basically includes three parts: an introduction of the topic and researcher, an explanation of the research and its value, and a conclusion that asks for consideration of the important research and that tells why the research should be published in a particular journal, delivered at a congress, or accepted for the online Open Science website.

The abstract that accompanies the cover letter or that may be part of the total document is short, typically 150-250 words, and it must capture and present the main points of the total document: the purpose, thesis/main point of the research, summary of methods and findings, and conclusion.

importante y que dice por qué la investigación debería publicarse en una revista concreta, presentarse en un congreso o aceptarse para el sitio web de Ciencia Abierta en línea.

El resumen que acompaña a la carta de presentación o que puede formar parte del documento total es breve, normalmente de 150-250 palabras, y debe captar y presentar los puntos principales del documento total: el propósito, la tesis/punto principal de la investigación, el resumen de métodos y resultados, y la conclusión. Los resúmenes suelen introducirse en bases de datos para que otros científicos puedan leerlos y localizar investigaciones relacionadas con su trabajo o que puedan interesarles. La ciencia abierta realiza casi la misma tarea que la base de datos, pero se abre e invita a los participantes que acceden a ella: presenta la investigación para que todos la lean, la critiquen y consideren la posibilidad de sumarse a ella.

El documento completo de la investigación debe presentar un argumento persuasivo que no sólo describa la investigación de forma muy clara, sino que explique por qué sirve a un propósito, satisface una necesidad o resuelve un problema. En otras palabras, el investigador debe argumentar que su investigación es innovadora y útil, que es válida y fiable, y que logra su propósito (o en el caso de una propuesta, dice por qué el proyecto de investigación logrará sus objetivos).

Aprender a redactar o presentar oralmente un buen PITCH en el documento de investigación que se publicará o presentará es la clave para lograr su aceptación. Los jurados de las subvenciones, los revisores y editores y los organizadores de congresos juzgan el artículo de investigación y determinan si lo imprimen o no, si lo aceptan para un congreso o si financian la investigación. Por ejemplo, una agencia estatal como la ANID utiliza revisores internacionales que leen estos documentos y determinan a quién se le solicitará presentar el proyecto propuesto. Así pues, el "pitch" debe estar bien organizado y seguir un formato bastante estándar que incluya las siguientes secciones:

Explain how you will use/are using/used reliable instruments to collect and analyze data reliably and objectively, avoiding all bias.

Abstracts are often entered into databases for other scientists to read so that they may locate research that is related to their work or that may interest them. Open Science does nearly the same task as the database but it opens and invites participants who access it: it presents the research for all to read, critique, and consider joining.

The full research document must make a persuasive argument that not only describes the research very clearly but tells why it serves a purpose, satisfies a need, or solves a problem. In other words, the researcher must argue that his or her research is innovative and useful, that it is valid and reliable, and that it achieves its purpose (or in the case of a proposal, tells why the research project will achieve its goals).

Learning to write or orally present a good PITCH in the research document that will be published or presented is the key to achieving acceptance. Jurors for grants, reviewers and editors, and congress organizers judge the research article and determine whether or not to print it or accept it for a congress, or to fund the research. For example, a granting agency such as ANID uses international peer reviewers who read these documents and determine who will ask to make a pitch of their proposed project to consider funding. Thus, the "pitch" must be well organized and follow a fairly standard format that includes the following sections:



**1 INTRODUCCIÓN
CAPTAR LA ATENCIÓN DEL PÚBLICO!**
El investigador debe presentarse a sí mismo, su campo y tema, y el problema que quiere resolver. Se debe explicar por qué el problema es importante y para quién.

2 ANTECEDENTES
En esta sección se debe explicar la historia o los problemas y cualquier investigación previa relacionada con su proyecto. Describir investigaciones similares; explicar por qué no se han completado o son incorrectas y por qué es necesario en el nuevo estudio. Incluso, se puede explicar por qué es posible resolver el problema (su experiencia, etc.), o la relación que tiene el investigador con los temas en el estudio, o mencionar a los colegas investigadores que trabajarán o han trabajado en el estudio.

3 MÉTODOS
Cuando el público entiende el problema y por qué es importante, hay que explicar los materiales, procesos, herramientas y pruebas que se utilizarán, se están utilizando o se han utilizado para obtener las respuestas. ¿Cómo se realiza/realizó/realizará la investigación? Explicar cómo se utilizará/utilizan instrumentos fiables para recoger y analizar datos de forma fiable y objetiva, evitando todo sesgo. Explicar el trabajo en un orden lógico (quizá cronológico); recordando que el público es inteligente, pero puede no estar familiarizado o no entender exactamente su campo o los tipos de procedimientos de investigación que utiliza. Por ejemplo, el directivo farmacéutico con fondos para apoyar la investigación del cáncer pero que no entiende todos los detalles científicos del estudio de esta enfermedad. Es la responsabilidad del investigador explicar su proyecto.

4 RESULTADOS
Una vez que el público entienda cómo va a hacer/está haciendo la investigación, el investigador puede explicar lo que quiere aprender, está descubriendo o ha descubierto. También debe describir los resultados con honestidad, en conjunto a cualquier limitación y explicar por qué los resultados son precisos y fiables. En la fase de resultados es importante que el investigador tenga cuidado con los

**INTRODUCTION
GRAB THE ATTENTION OF YOUR AUDIENCE!**
Introduce yourself, your field and topic, and the problem you want to solve. Explain why the problem is important and to whom. Briefly explain your research and how you are solving the problem.

BACKGROUND
Explain the history or issues and any previous research concerning your project. Describe similar research; tell why it has not been complete or is incorrect and why there is a need for your work. Perhaps explain why you can solve the problem (your expertise, etc.), or your relationship with the research issues or research colleagues who will work or have worked with you.

METHODS
Now that your audience understands the problem, and why it's important, you need to explain the materials, processes, tools and tests you will use, are using, or have used to obtain your answers. How do/did/will you do your research? Explain how you will use/are using/used reliable instruments to collect and analyze data reliably and objectively, avoiding all bias. Explain your work in a logical order (perhaps chronologically); remember that your audience is intelligent but may not be familiar with or exactly understand your field or the types of research procedures you use. Such as the pharmaceutical manager with funds to support cancer research but who does not understand all the fine, scientific points of studying cancers. Explain your project to that person.

RESULTS
Once your audience understands how you will do/are doing/did your research, you can explain what you want to learn, are finding, or have found out. Describe the results honestly, describe any limitations, and explain why the results are accurate and reliable. BEWARE OF BIAS. And if the research did not fulfill expectations, say so. That knowledge is valuable



prejuicios. En el caso que la investigación no ha cumplido con las expectativas, es importante decirlo. Ese conocimiento es valioso para otros investigadores que estén leyendo o escuchando, y para que los organismos que conceden subvenciones planifiquen futuras financiaciones. En un foro de Ciencia Abierta, ese aviso invita a otros a unirse a su proyecto.

5

DISCUSIÓN

se debe explicar por qué los resultados resolvieron (o no) el problema. En esta parte de el "discurso", el investigador tiene que vender los resultados a la audiencia. Es importante demostrar que el trabajo es importante, ético, que resuelve un problema serio y que quizás en el futuro se necesiten más investigaciones para resolver problemas relacionados. En el caso de la ciencia abierta, se pueden invitar a otros investigadores a imitar o reproducir la investigación para encontrar o ampliar "la solución".

6

CONCLUSIÓN/RECOMENDACIONES

Al final del PITCH, el investigador debe dejar a la audiencia con una fuerte impresión; las impresiones finales serán recordadas. La conclusión hace justo lo que su nombre indica: concluye. También se puede recomendar que se investigue más sobre un tema relacionado, o que se amplíe la investigación sobre la temática, o que se refine una parte de los resultados, etc. En definitiva, no se debe dejar a la audiencia "colgada" o esperando a saber qué es lo más importante de la investigación; hay que VENDER el trabajo a al respectivo público; el investigador tiene que explicar por qué deben creerle y aceptar o "comprar" su investigación.

to other researchers who are reading or listening, and for granting agencies to plan for future funding. And in an Open Science forum, that notice invites others to join your project.

DISCUSSION

Explain why your results solve (or did not solve) the problem. In this part of your "pitch" you need to sell your results to your audience. PROVE that your work is important, ethical, that it solves a serious issue, and that perhaps more research will be needed in the future to solve related issues. In the case of Open Science, you may invite other researchers to mimic or replicate your research to find or extend "the solution."

CONCLUSION/RECOMMENDATIONS

At the end of your PITCH, leave your audience with a strong impression; final impressions will be remembered. The conclusion does just what its name implies: it concludes. You can also recommend that more research be done on a related issue, or to extend the research in your topic, or to refine a portion of your results, etc. In the end, do not leave your audience "hanging" or waiting to find out what's most important about your research; tell them what to believe! You need to SELL your work to your audience; explain why they should believe you and accept or "buy" your research.

Open Science as an open invitation to other researchers and the public to participate in their investigations, researchers not only educate others but form collaborative research that can help everyone, everywhere.

Millones de investigadores de todo el mundo trabajan para resolver problemas importantes en todos los ámbitos sociales, políticos, físicos, emocionales, médicos, medioambientales y otros importantes para el bienestar humano y ecológico. Al realizar sus importantes investigaciones, trabajar con colegas y "correr la voz" en publicaciones y congresos, y también en otros lugares, los investigadores ayudan al público en general a comprender y apreciar su trabajo y la ciencia en general, y a animarlos a apoyar y financiar sus investigaciones. Además, al considerar además la Ciencia Abierta como una invitación abierta a otros investigadores y al público para que participen en sus investigaciones, los investigadores no sólo educan a los demás, sino que forman una investigación colaborativa que puede ayudar a muchos, en cualquier parte. Internet es global, y la investigación también lo es. Por tanto, haga una investigación excelente y "preséntela al mundo".

Millions of researchers around the world are working to solve important problems in all social, political, physical, emotional, medical, environmental, and other areas important to human and ecological wellbeing. By doing their important research, working with colleagues, and "spreading the word" in publications and congresses, and in other venues as well, researchers help the general public to understand and appreciate their work and science in general, and to encourage them to support and fund their research. And, by additionally considering Open Science as an open invitation to other researchers and the public to participate in their investigations, researchers not only educate others but form collaborative research that can help everyone, everywhere. The Internet is global, and research is also global. So, do excellent research and "get it out there."

BIBLIOGRAFÍA

Open Science Guidelines: https://2021.esec-fse.org/attending/Open_Science_Guidelines
 Center for Open Science: <https://www.cos.io>
 Open Science Framework: <https://osf.io>

Sistema de monitorización del Acceso Abierto en Chile

Open Access Monitoring System in Chile

Por:

José Antonio Muñoz, PhD, Profesor Investigador Centro de Investigación en Complejidad Social (CICS) Facultad de Gobierno, Víctor Rocco, Dirección de Investigación¹

El propósito de este Informe de la Universidad del Desarrollo es establecer parámetros de comparación institucional de universidades de Chile para disminuir las brechas de la ciencia abierta en la comunidad universitaria, generando así un cambio cultural prioritario, progresivo y confiable en la forma en que se realiza el trabajo investigativo en las universidades nacionales. Los indicadores que se proponen entregan información que permitirá que la ciencia abierta sea una parte fundamental de la gestión de la información científica con sus bases operativas y procedimentales.

The purpose of this Report from the Universidad del Desarrollo is to establish parameters of institutional comparison of universities in Chile to reduce the gaps of open science in the university community, thus generating a priority, progressive, and reliable cultural change in the way research work is carried out in national universities. The proposed indicators provide information allowing open science to be a fundamental part of scientific information management with its operational and procedural bases.

LA EMERGENCIA DE LA CIENCIA ABIERTA EN UN CONTEXTO NACIONAL DE CRECIMIENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Chile dentro del contexto latinoamericano se le puede categorizar como uno de los grandes productores de ciencia. Esto se debe principalmente al hecho de que la investigación científica de alto nivel se ha vuelto un estándar para las instituciones educativas el país, convirtiéndose en un eje central de los procesos de desarrollo institucional, basado en dos grandes pilares. El primero, en relación con la ley de educación superior (N 21.091) publicada el año 2018, que establece la acreditación integral de las universidades y con ello, la inclusión de la investigación como una actividad regular. En este sentido, la investigación en el marco del sistema universitario chileno debe ser evaluada de forma objetiva por la Comisión Nacional de Acreditación, pues, la evidencia científica indica que esta incide de forma positiva en la calidad de las instituciones².

El segundo pilar dice relación con la relevancia de los indicadores de investigación para el financiamiento de las instituciones de educación superior. Los productos de investigación como la adjudicación de proyectos de investigación y las publicaciones científicas, influyen en el cálculo de los aranceles de referencia³ de las carreras universitarias y en la entrega del 5% variable del aporte fiscal directo. Ambos elementos son claves para la sustentabilidad de las universidades del país, por lo que la introducción de indicadores de productividad científica para determinar la entrega de fondos a las universidades ha supuesto la creación de sistemas internos que estimulan el aporte de las comunidades académicas a dichos indicadores. A las nuevas exigencias emanadas de las leyes hay que agregar la diversificación de los dispositivos de financiamiento que entrega la Agencia nacional de investigación y desarrollo (ANID) y la maduración de grupos de investigación que han logrado asentarse y crecer dentro del sistema universitario chileno.

Sin embargo, este sistema nacional de investigación, alojado principalmente en las universidades de nuestro país, conducido por leyes y orientado desde objetivos estratégicos de desarrollo de las universidades, tiene una limitación sustentada en la inequidad del acceso al conocimiento. El acceso deficiente al conocimiento es un problema de alta relevancia para la creación de ciencia de calidad que ya fue evidenciado en la década de los 90 como una realidad estructural para los países latinoamericanos y que hoy se reproduce a menor escala dentro de los sistemas universitarios de varios países, incluyendo Chile. Esto supone un gran desafío para un país que busca alcanzar un alto nivel de desarrollo científico, pues la ciencia necesita estar sujeta al libre escrutinio de los expertos, por lo que el acceso no debe limitarse de ninguna forma. En este artículo analizaremos el estado de la ciencia abierta en Chile. La ciencia abierta es el mecanismo que ha acordado la comunidad internacional para reducir las brechas de acceso a la información científica, por lo que resulta relevante el levantamiento de la información que contiene este informe, ya que constituye un diagnóstico para mejorar el impacto y la proyección futura del ecosistema investigativo chileno.

THE EMERGENCE OF OPEN SCIENCE IN A NATIONAL CONTEXT OF SCIENTIFIC RESEARCH GROWTH

Within the Latin American context, Chile can be categorized as one of the great producers of science. This is mainly because high-level scientific research has become a standard for the country's educational institutions, becoming a central axis of the institutional development processes based on two main pillars. The first is about the higher education law (Number 21.091) published in 2018, which establishes the comprehensive accreditation of universities and includes research as a regular activity. In this sense, research in the framework of the Chilean university system must be evaluated objectively by the National Accreditation Commission since scientific evidence indicates that it positively impacts the quality of institutions².

The second pillar is related to the relevance of research indicators for financing higher education institutions. Research products, such as the awarding of research projects and scientific publications, influence the calculation of reference fees for university degrees and the delivery of the variable 5% of the direct fiscal contribution. Both elements are critical to the sustainability of the country's universities, so the introduction of scientific productivity indicators to determine the allocation of funds to universities has led to the creation of internal systems that stimulate the contribution of academic communities to these indicators. The new requirements emanating from the laws must be added to the diversification of the funding mechanisms provided by the National Agency for Research and Development (ANID) and the maturation of research groups that have established themselves and grown within the Chilean university system.

However, this national research system, mainly housed in the universities of Chile, driven by laws and oriented from strategic development objectives of the universities, has a limitation based on the inequality of access to knowledge. Deficient access to knowledge is a highly relevant problem for creating quality science, already evidenced in the 90s as a structural reality for Latin American countries and that today is reproduced on a smaller scale within the university systems of several countries, including Chile. This is a challenge for a country that seeks to achieve a high level of scientific development since science needs to be subject to the free scrutiny of experts, so access should not be limited in any way. This article analyzes the state of open-science in Chile. Open science is the mechanism agreed upon by the international community to reduce the gaps in access to scientific information. Collecting the information in this report is relevant, as it is a diagnosis to improve the impact and future projection of the Chilean research ecosystem.

¹Con la colaboración inicial del SCImago Group.

²López, D. A., Rojas, M. J., López, B. A., & López, D. C. (2015). Chilean universities and institutional quality assurance processes. Quality Assurance in Education

³https://portal.beneficiosestudiantiles.cl/sites/default/files/metodologia_aranceles_de_referencia_universidades_2022_30122022.pdf

MONITORIZACIÓN CIENCIA ABIERTA EN CHILE

El propósito de este Informe Anual de la Universidad del Desarrollo es establecer parámetros de comparación institucional de universidades chilenas para disminuir las brechas en la comunidad universitaria. La ciencia abierta tiene el potencial de hacer que el proceso científico sea más transparente, inclusivo y democrático. Se reconoce cada vez más como un acelerador crítico para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas y un impulsor para cerrar las brechas de ciencia, tecnología e innovación y cumplir el derecho humano a la ciencia⁴.

El informe busca aportar para la generación de un cambio cultural prioritario, progresivo y confiable en la forma en que se realiza el trabajo investigativo en las universidades nacionales. Los indicadores que se proponen entregan un diagnóstico que permite avanzar hacia un entendimiento de la ciencia abierta, como una parte fundante de la gestión del acceso a la información científica, incluyendo sus bases operativas y procedimentales.

SOBRE LA METODOLOGÍA

Los análisis que se realizarán en los siguientes capítulos se efectúan a partir de datos de publicaciones SCOPUS (2017-2021) en acceso abierto a diversas escalas (mundial, sudamericana y nacional) comparando cálculos porcentuales de producción científica, de crecimiento, de colaboración internacional e impacto normalizado por área. Se ha elegido el sistema de indexación SCOPUS porque incluye publicaciones regionales y mundial, abarcando gran diversidad de áreas, lo que genera una fotografía más fiable de la investigación en las universidades chilenas.

Por último, se revisarán las universidades chilenas vigen-tes en 2021, desagregando el indicador (All Open Access) en distintos tipos de acceso abierto, que se describen a continuación:

OPEN SCIENCE MONITORING IN CHILE

This Annual Report of the Universidad del Desarrollo aims to establish parameters for institutional comparison of Chilean universities to reduce the gaps in the university community. Open science can make the scientific process more transparent, inclusive, and democratic. It is increasingly recognized as a critical accelerator for achieving the United Nations Sustainable Development Goals and a driver for closing science, technology, and innovation gaps and fulfilling the human right to do science⁴.

The report seeks to contribute to generating a priority, progressive, and reliable cultural change in research in national universities. The proposed indicators provide a diagnosis that allows progress toward understanding open science as a fundamental part of managing access to scientific information, including its operational and procedural bases.

ABOUT THE METHODOLOGY

The analyses to be carried out in the following chapters are made from SCOPUS publication data (2017-2021) in open access at various scales (World, South American, and National), comparing percentage calculations of scientific production, growth, international collaboration, and standardized impact by area. The SCOPUS indexing system has been chosen because it includes regional and global publications, covering many areas and generating a more reliable perception of research in Chilean universities.

Finally, the Chilean universities in force in 2021 will be reviewed, disaggregating the indicator (All Open Access) into different types of open access, which are described below:

⁴ Gibbs, W. W. (1995). Lost science in the third world. *Scientific American*, 273(2), 92-9

FIG 1. Different types of open access

1

Gold: Paper de revista que sólo publica en acceso abierto (versión publicada con licencia Creative Commons). Documentos que están en revistas que sólo publican en acceso abierto.

Gold: Journal paper that only publishes in open access (version published with Creative Commons license). Papers that are in journals that only publish in open access.

2

Hybrid Gold: Paper de revista híbrida (versión publicada con licencia Creative Commons). Documentos que están en revistas que dan al autor la elección de publicar en acceso abierto.

Hybrid Gold: Hybrid journal paper (version published under Creative Commons license). Papers in journals give the author the choice to publish in open access.

3

Bronze: Otras licencias, con acceso temporal o permanente para acceder al documento.

Bronze: Other licenses with temporary or permanent access to access the document.

4

Green: Versión publicada o manuscrito aceptado para publicación disponibles en repositorio. Los documentos podrían también estar disponibles en Gold u otra versión de lectura liberada en la plataforma de la revista.

Green: Published version or manuscript accepted for publication available in the repository. The documents may also be available in Gold or other reading version released on the journal's platform.

5

All Open Access: Incluye todas las demás categorías, pero no sumadas, ya que cada paper puede tributar a más de una categoría simultáneamente.

All Open Access: Includes all the other categories but not added together since each paper may simultaneously belong to more than one category.

1. LA CIENCIA ABIERTA CHILENA COMPARADA A NIVEL REGIONAL Y MUNDIAL

Lograr que la ciencia abierta sea parte regular de los procesos de investigación es un ambicioso objetivo que desde hace años busca la comunidad científica mundial. Las razones son varias, pero hay una que es crucial para la sustentabilidad de un sistema científico de calidad, y esto es, la adquisición de los protocolos de trabajo en ciencia abierta desde las primeras fases del desarrollo académico, tiene un impacto científico positivo para quienes se forman en investigación, permitiéndoles hacer más y mejor ciencia. Esto ocurre porque el trabajo en un ecosistema de ciencia abierta ayuda a evitar los sesgos de publicación hacia resultados positivos y la presión por "publicar o morir" que puede derivar en la expresión de comportamientos científicos aberrantes⁵. En este sentido, Chile está avanzando en la transformación de su forma de hacer ciencia con porcentajes de publicación en acceso abierto que aumentan progresivamente año a año (ver figura 2).

En el panorama mundial, menos del 40% de las publicaciones estaban en acceso abierto el 2017, alcanzando el año 2021 un 46,8%. Esto es relevante, pues en un quinquenio se han incrementado en un 10,9% las publicaciones en acceso abierto a nivel mundial.

Sudamérica presenta una evolución positiva del acceso abierto, comenzando por encima del nivel mundial con casi un 50% de las publicaciones en dicha modalidad. Esta tendencia se mantiene estable en los primeros 3 años, pero en los últimos dos casi alcanza el 55%, habiendo crecido en 4,6%.

1. CHILEAN OPEN SCIENCE COMPARED TO REGIONAL AND GLOBAL LEVELS

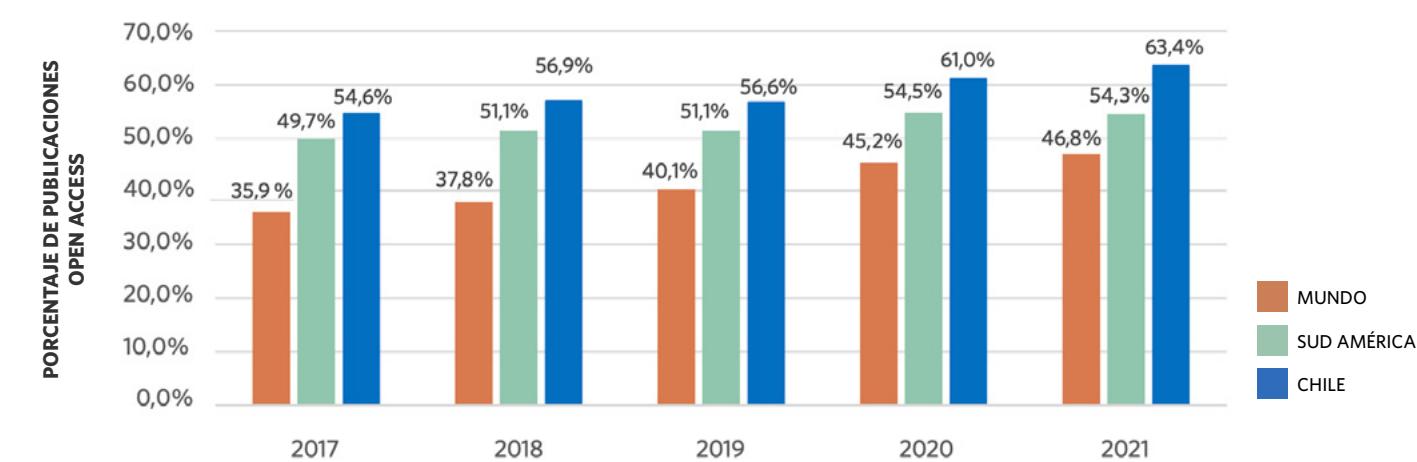
Making open science a regular part of research processes is an ambitious goal the world scientific community has sought for years. There are several reasons, but there is one that is crucial for the sustainability of a quality scientific system, and that is the acquisition of open science work protocols from the early stages of academic development has a positive scientific impact on those who are trained in research, allowing them to do more and better science. This happens because working in an open science ecosystem helps to avoid publication biases towards positive results and the pressure to "publish or perish" that can lead to the expression of aberrant scientific behavior. In this sense, Chile is advancing in transforming its way of doing science with percentages of open-access publications that are progressively increasing yearly (see Figure 2).

In the global landscape, less than 40% of publications were in open access in 2017, reaching 46.8% in 2021. This is relevant since open-access publications have increased by 10.9% worldwide in five years.

South America presents a positive evolution of open access, starting above the world level with almost 50% of publications in this modality. This trend remained stable in the first three years, but in the last two years, it almost reached 55%, having grown by 4.6%.

For Chile, the outlook is auspicious because, since 2017, it has had over 50% of its scientific productivity in open

FIG 2. Comparison of the percentage of publications in open-access journals in the World, South America, and Chile between 2017-2021.



Fuente: Dirección de Investigación y Doctorados UDD con datos de www.scopus.com (extraídos el 15/12/2022).

⁵ Es importante señalar que SCOPUS obtiene la información sobre los documentos de acceso abierto en Unpaywall (<https://unpaywall.org/>), una base de datos dirigida por Impactstory (una organización sin fines de lucro) la cual cosecha contenido de acceso abierto, desde más de 50.000 editoriales y repositorios.

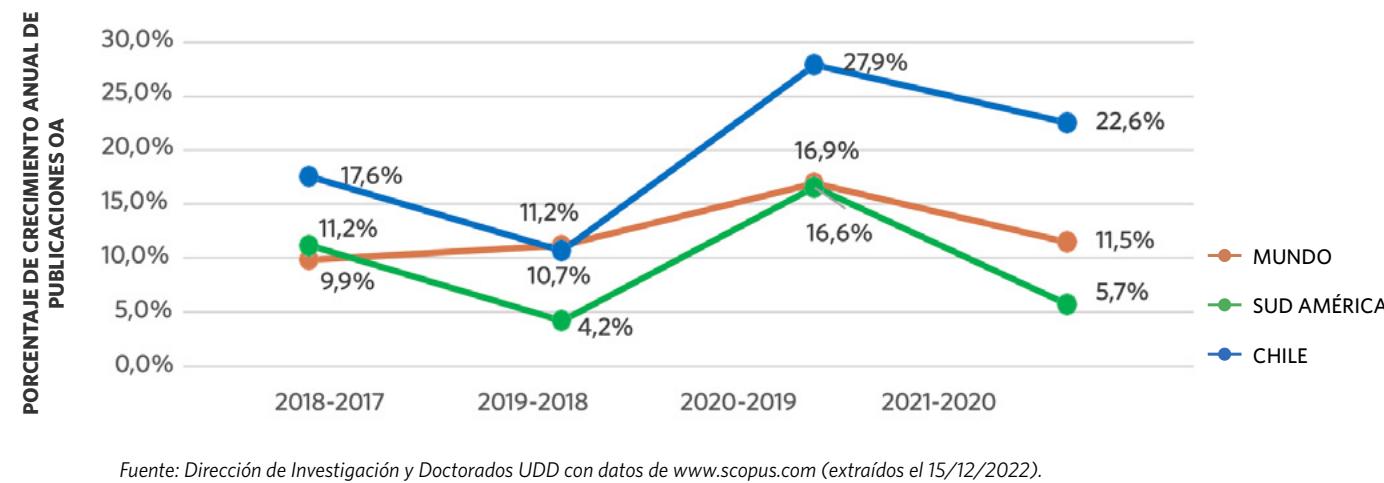
⁶ Allen, C., & Mehler, D. M. (2019). Open science challenges, benefits and tips in early career and beyond. *PLoS biology*, 17(5), e3000246.

Para Chile, el panorama es auspicioso porque desde el año 2017 tiene sobre un 50% de su productividad científica en acceso abierto. Al finalizar el año 2021, este porcentaje sobrepasa al 60% de la productividad total anual. Es así como Chile ha tenido un aumento de un 8,8% en publicaciones de acceso abierto hacia el final del quinquenio 2017-2021.

Al revisar el crecimiento anual (Fig. 3) es importante señalar que el crecimiento del mundo fue superior al de Sudamérica desde 2019 hasta el 2021, resaltando el año 2019, donde el mundo obtuvo un crecimiento casi igual al de Chile, pero además logrando la mayor diferencia porcentual respecto de Sudamérica (6,5%). Por su parte, Sudamérica superó el crecimiento mundial sólo en 2018, cuando se alzó sólo por 1,3%.

Es interesante notar que el crecimiento anual logrado por Chile en todos los años analizados, destacando el año 2020, donde el incremento fue de 27,9%. Es importante considerar que el crecimiento del Mundo, Sudamérica y Chile fue de 59,4%, 42,7% y 70,0%, respectivamente, al comparar la cantidad de publicaciones en revistas de acceso abierto en 2021 respecto de lo que había en 2017. Una de las razones para este incremento puede estar basado en el desarrollo de investigaciones relacionadas con la problemática del COVID, las que a nivel mundial están por sobre un 70% en formato de acceso abierto⁷.

FIG 3. Annual growth percentage of the World, South America, and Chile in OA publications



LAS REDES DE COLABORACIÓN SE ROBUSTECEN EN UN ECOSISTEMA DE CIENCIA ABIERTA

La ciencia abierta y los dispositivos que se desprenden de esta, tales como la preinscripción de proyectos, el acceso universal a los datasets o la publicación de los manuscritos en formato abierto, mejoran la comunicación entre los equipos de investigación, generando redes de

access. By the end of 2021, this percentage exceeded 60% of the total annual production. Thus, Chile has had an 8.8% increase in open-access publications by the end of the five years 2017-2021.

When reviewing the annual growth (Fig. 3), it is essential to note that the growth of the world was higher than that of South America from 2019 to 2021, highlighting the year 2019, where the world obtained a growth almost equal to that of Chile, but also achieving the highest percentage difference concerning South America (6.5%). For its part, South America exceeded world growth only in 2018, when it rose by only 1.3%.

It is interesting to note that the annual growth achieved by Chile in all the years analyzed highlighting the year 2020, where the increase was 27.9%. It is essential to consider that the growth of the World, South America, and Chile was 59.4%, 42.7%, and 70.0%, respectively, when comparing the number of publications in open-access journals in 2021 to what there was in 2017. One of the reasons for this increase may be based on the development of research related to the COVID issue, which worldwide is over 70% in open access format⁷.

colaboración basadas en la confianza de un trabajo científico que se puede evaluar y contrastar. Es por esto que la ciencia abierta tiene un impacto positivo para la formación de redes de trabajo internacional, algo que, para el caso de Chile, se destaca claramente cuando se comparan las redes internacionales de colaboración en publicaciones con/sin acceso abierto (Fig.4). Es decir, a partir de la presencia de coautores internacionales en las publicaciones. De hecho, al analizar el quinquenio 2017-2021 la producción en acceso abierto alcanzó 62,5% promedio de redes internacionales de colaboración, un 2,7% superior que el 59,8% obtenido por la producción general.

LAS PUBLICACIONES EN ACCESO ABIERTO NO PIERDEN SU CALIDAD

En los últimos años se ha vuelto usual estimar la calidad científica de las revistas científicas a partir de la división del ranking de estas en cuartiles. Esto último es un indicador supuesto de la calidad científica de una revista al ser comparada con otras revistas de élite dentro de una determinada área (p.ej., matemáticas, educación, filosofía, etc.) de un indexador. Para hacerlo, se utiliza una métrica de impacto de la revista como Citescore de Scopus o el factor de Impacto de WOS-JCR. En este sentido, en la tabla 1 se puede apreciar a partir del Citescore de las revistas SCOPUS, como en diferentes años, las publicaciones en acceso abierto constituyen más de la mitad del total de publicaciones generadas en Chile en el primer cuartil de las diferentes áreas temáticas que contempla este indexador. La tabla es interesante principalmente porque nos permite visualizar como desde al año 2017 se produce un incremento sostenido de publicaciones de cuartil 1 en acceso abierto a lo largo de los años.

La evidencia que se desprende de esta tabla es indicativa de que la decisión de publicar en acceso abierto no implica la pérdida de calidad del manuscrito.

uated and contrasted. This is why open science has a positive impact on the formation of international networks, something that, in the case of Chile, is highlighted when comparing international collaborative networks in publications with/ without open access (Fig. 4), i.e., based on the presence of international co-authors in the publications. When analyzing the five years 2017-2021, open-access production reached a 62.5% average of international collaborative networks, 2.7% higher than the 59.8% obtained by the overall production.

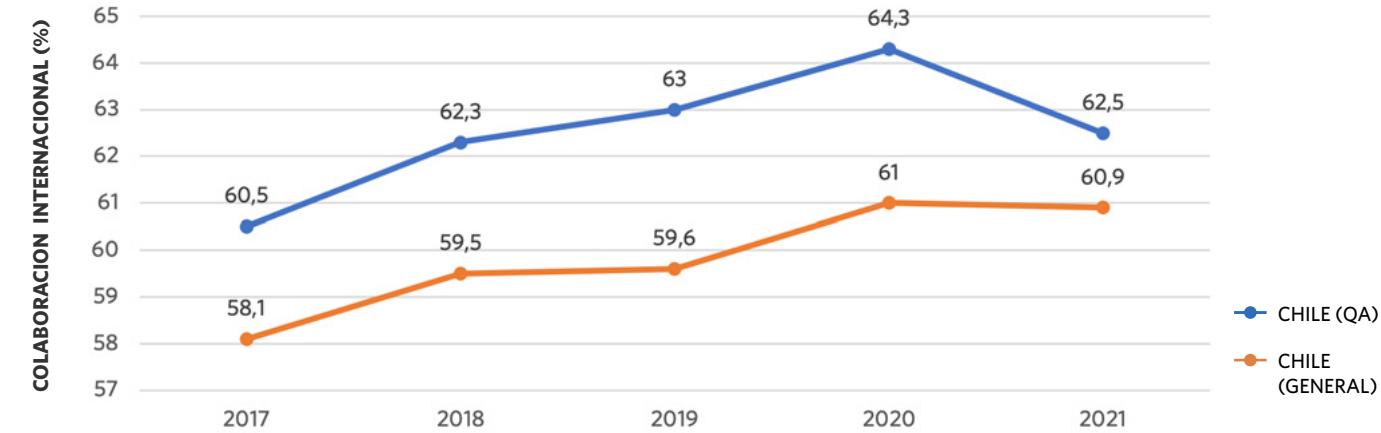
OPEN-ACCESS PUBLICATIONS DO NOT LOSE THEIR QUALITY

In recent years it has become customary to estimate the scientific quality of scientific journals by dividing their ranking into quartiles. The latter is an assumed indicator of the scientific quality of a journal when compared to other elite journals within a given area (e.g., mathematics, education, philosophy, among others.) of an indexer. Journal impact metrics such as Scopus Citescore or the WOS-JCR Impact factor are used to do so. In this sense, Table 1 shows from the Citescore of SCOPUS journals how in different years, open-access publications constitute more than half of the total number of publications generated in Chile in the first quartile of the different thematic areas covered by this indexer. The table is interesting mainly because it visualizes how since 2017, there has been a sustained increase in open access Q1 publications over the years.

The evidence from this table indicates that the decision to publish in open access does not imply a loss of manuscript quality.

⁷ Lee, J. J., & Haupt, J. P. (2021). Scientific globalism during a global crisis: Research collaboration and open access publications on COVID-19. Higher Education, 81(5), 949-966.

FIG 4. Percentage of international collaboration of publications for Chile (general) and Chile (open access)



LAS PUBLICACIONES EN ACCESO ABIERTO SUPERAN EL IMPACTO NORMALIZADO POR ÁREA

Uno de los indicadores usualmente utilizados para estimar el impacto científico de las investigaciones, lo constituye el Field-Weighted Citation Impact (FWCI) o Impacto Normalizado por Área. Este se define como la relación entre el total de citas recibidas y el total de citas esperadas en función del promedio del campo temático. La producción en acceso abierto logra valores más altos, que oscilan entre un 8% más (2021) y un 28% más (2017) que la producción general, promediando en el quinquenio 1,34 y 1,18, respectivamente. Es debe destacar que un valor de 1,00 para el FWCI, indica que las publicaciones de la entidad⁷ (instituciones, países, autores, áreas, conjuntos de publicaciones o agrupación de estos mismos) se han citado según el promedio mundial para publicaciones similares (Scopus, 2022⁹), si este es superior a 1,00 significa que las publicaciones se han citado más del promedio mundial.

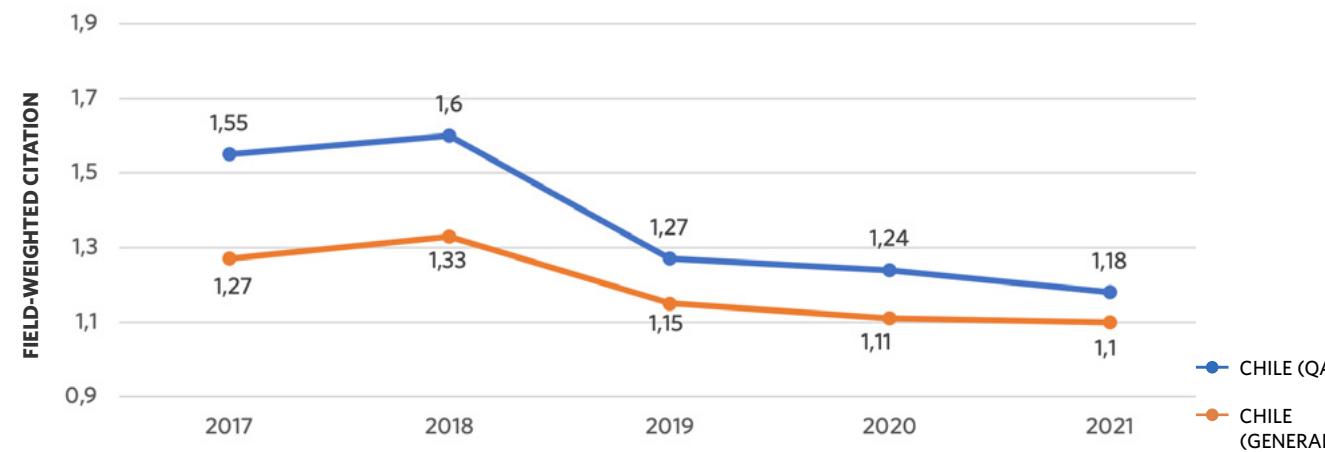
OPEN-ACCESS PUBLICATIONS EXCEED THE STANDARDIZED IMPACT BY AREA

One of the indicators usually used to estimate the scientific impact of research is the Field-Weighted Citation Impact (FWCI) or Field-Weighted Citation Impact (FWCI). This is the ratio between the total number of citations received and the total number of citations expected as a function of the average for the subject field. Open-access production achieves higher values, ranging between 8% more (2021) and 28% more (2017) than the overall production, averaging in the five years 1.34 and 1.18, respectively. It should be noted that a value of 1.00 for the FWCI indicates that the publications of the entity (institutions, countries, authors, areas, sets of publications, or grouping of these) have been cited according to the world average for similar publications (Scopus, 2022), if this is higher than 1.00 it means that the publications have been cited more than the world average.

TABLE 1. Total Chilean publications in quartile 1 measured from Citescore for the period 2017-2021 and considering open-access publications

	2017	2018	2019	2020	2021	Total
All papers	6.242	7.042	7.442	8.788	10.222	39.736
QA papers	3.579	4.216	4.398	5.518	6.595	24.306
%Q1	57,3%	59,9%	59,1%	62,8%	64,5%	61,2%

FIG 5. Normalized Area-Wide Impact (FWCI) of publications for Chile (overall) and (open-access)



Fuente: Dirección de Investigación y Doctorados UDD con datos de www.scopus.com (extraídos el 15/12/2022).

CONCLUSIONES

- Chile presenta mejores indicadores de acceso abierto que la media mundial y sudamericana. Al parecer, el sistema de investigación chileno ha optado por favorecer las publicaciones en acceso abierto, incluso antes de la publicación de la Política nacional de acceso abierto y de la creación de dispositivos que la fomenten, como los proyectos InES de ANID.
- Las redes internacionales de colaboración científica chilena parecen estar siendo potenciadas en los grupos que publican en acceso abierto. Las condiciones que generan este diferencial con las publicaciones de acceso restringido podrían estar sujetas a la mayor visibilidad y, por tanto, atractivo científico, que generan los grupos que publican en acceso abierto.
- Las publicaciones en acceso abierto no pierden calidad frente a aquellas que solo se pueden leer a través de un pago. Esto se evidencia por una presencia media del 60% de las publicaciones de acceso abierto en el promedio nacional total de publicaciones de cuartil 1 para el período 2017-2021.
- El impacto normalizado por área indica que las publicaciones chilenas son citadas más de lo esperado en función del promedio mundial. En este sentido, las publicaciones en acceso abierto presentan mejores indicadores de citas que las que no están en esta modalidad.

CONCLUSIONS

- Chile has better open access indicators than the world and South American average. It seems that the Chilean research system has chosen to favor open-access publications, even before the publication of the National Open Access Policy and the creation of mechanisms to promote it, such as ANID's InES projects.*
- International networks of Chilean scientific collaboration seem to be strengthened in the groups that publish in open access. The conditions that generate this differential with restricted access publications could be subject to greater visibility and, therefore, scientific attractiveness generated by groups that publish in open access.*
- Open access publications do not lose quality compared to those that can only be read for a fee. This is evidenced by an average presence of 60% of open access publications in the total national average of Q1 publications for 2017-2021.*
- The normalized impact by area indicates that Chilean publications are cited more than expected based on the global average. In this sense, open access publications present better citation indicators than those not in this modality.*

⁸https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/31480/supporthub/scival/

⁹https://elsevier.widen.net/s/chpkz57rqk/acad_rl_elsevierresearchmetricsbook_web

2. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA: LAS UNIVERSIDADES CHILENAS Y EL ACCESO ABIERTO

Como ya se señaló previamente, son varios los cambios estructurales de la investigación en Chile que han determinado un acelerado crecimiento en las universidades de nuestro país. De hecho, esto ha permeado hacia las políticas de acceso abierto las que se han visto fortalecidas en el sistema universitario nacional a partir de la creación de iniciativas administradas por la ANID. Dentro de estas, las más relevantes son la Política de acceso abierto¹⁰ y los proyectos de Innovación en Educación Superior (InES) Ciencia Abierta, que asignan fondos a las universidades para desarrollar sistemas de ciencia abierta y, de esta forma, cambiar la cultura en torno a esta. Considerando lo anterior, es importante que exista un diagnóstico del nivel de penetración de la ciencia abierta dentro del tejido de investigación nacional. Esto último mejorará la toma de decisiones futuras del Estado, y también de las universidades que quieran trazar una ruta e imitar experiencias paralelas. Esto es crucial si se consideran las heterogéneas condiciones sobre las que se organiza la investigación en las universidades del país.

En este artículo se busca entregar de forma pormenorizada el nivel de acceso abierto que presentan las universidades del sistema nacional. Para esto, se ha considerado no solo comparar el acceso abierto en las publicaciones científicas versus el total de documentos publicados por universidad, sino que también, se desglosan las diferentes formas de indicadores del acceso abierto levantando cifras que permiten comprender las estrategias de publicación por las que se decantan las diferentes comunidades académicas de las universidades (es decir, Gold, Hybrid gold, Bronze o Green). Es importante revelar que estos indicadores no son sumables entre sí, ya que una publicación podría tributar a más de una categoría, ya que están no son excluyentes, porque representan distintos aspectos.

EL SISTEMA UNIVERSITARIO Y LOS DIFERENTES TIPOS DE PUBLICACIONES EN ACCESO ABIERTO

A continuación, se revisaron las publicaciones 2021 en Scopus, totales y por tipo de acceso abierto de todas las universidades chilenas vigentes en el mismo año.

Se puede observar una estrecha relación entre el número de publicaciones totales con el número de publicaciones en acceso abierto. Sin embargo,

2. SCIENTIFIC PRODUCTION: CHILEAN UNIVERSITIES AND OPEN ACCESS

As previously mentioned, several structural changes in research in Chile have determined accelerated growth in the universities of our country. This has permeated into open access policies, which have been strengthened in the national university system by creating initiatives administered by ANID. Among these, the most relevant are the Open Access Policy and the Innovation in Higher Education (InES) Open Science project allocate funds to universities to develop its systems and, thus, change the culture around them. Considering the above, the penetration level of open science must be diagnosed within the national research fabric. The latter will improve future decision-making by the state and universities that want to trace a route and imitate parallel experiences. This is crucial considering the heterogeneous conditions under which research is organized in the country's universities.

This article seeks to provide in detail the level of open access presented by the universities of the national system. For this purpose, it was considered not only comparing open access in scientific publications versus the total number of documents published per university, but different forms of open access indicators were broken down also, providing figures to understand the publication strategies used by the different academic communities of the universities (i.e., Gold, Hybrid gold, Bronze or Green). It is important to note that these indicators cannot be added together since a publication could fall into more than one category, as they are not mutually exclusive since they represent different aspects.

THE UNIVERSITY SYSTEM AND DIFFERENT TYPES OF OPEN-ACCESS PUBLICATIONS

Next, the 2021 publications in Scopus were reviewed, total, and by type of open access of all Chilean universities in force in the same year.

A close relationship can be observed between the number of total publications and the number of open-access publications. However, there are some exceptions that, despite having a lower number of total publications than the university that precedes them, have a higher number of publications in some of the Open Access indicators (e.g., Univ. de Valparaíso vs. Univ. Autónoma; Univ. Católica del Norte vs. Univ. Autónoma; Univ. la Frontera and Univ. Técnica Federico Santa María, among others.).

¹⁰ https://s3.amazonaws.com/documentos.anid.cl/estudios/Politica_acceso_a_informacion_cientifica_2022

TABLE 2. Chilean universities scientific production 2021 in Scopus, total, and by type of OA

Nº	UNIVERSIDAD	PUB. TOTALES	ALL O. A	GOLD	HYBRID GOLD	BRONZE	GREEN
1	Universidad de Chile	3.684	2.329	1.390	186	329	1.642
2	Pontificia Universidad Católica de Chile	3.462	2.199	1.221	203	331	1.547
3	Universidad de Concepción	1.738	1.056	647	91	148	699
4	Universidad Andrés Bello	1.393	895	586	64	119	655
5	Universidad de Santiago de Chile	1.219	716	494	31	69	482
6	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	1.065	681	476	34	66	433
7	Universidad Austral de Chile	1.060	669	468	54	57	431
8	Universidad de la Frontera	912	591	436	29	65	356
9	Universidad Técnica Federico Santa María	831	487	293	67	37	367
10	Universidad de Talca	748	462	331	20	37	283
11	Universidad Católica del Norte	740	436	270	39	49	305
12	Universidad Autónoma de Chile	731	500	391	30	37	343
13	Universidad de Valparaíso	722	520	297	37	98	333
14	Universidad de Tarapacá	582	409	252	41	45	286
15	Universidad Católica del Maule	578	398	309	28	38	222
16	Universidad Adolfo Ibáñez	514	300	161	29	38	221
17	Universidad del Desarrollo	512	363	217	36	69	255
18	Universidad Diego Portales	499	367	168	37	78	284
19	Universidad Mayor	490	343	238	26	32	231
20	Universidad Católica de la Santísima Concepción	489	304	210	98	39	175
21	Universidad de los Andes	460	293	204	19	28	181
22	Universidad del Bío Bío	458	253	176	5	28	141

TABLE 2. Chilean universities scientific production 2021 in Scopus, total, and by type of OA

Nº	UNIVERSIDAD	PUB. TOTALES	ALL O. A	GOLD	HYBRID GOLD	BRONZE	GREEN
23	Universidad de Antofagasta	389	269	128	27	63	184
24	Universidad Santo Tomás	350	243	204	6	22	140
25	Universidad San Sebastián	342	221	180	17	17	126
26	Universidad Católica de Temuco	332	210	167	9	22	117
27	Universidad de Los Lagos	304	211	158	9	19	136
28	Universidad Bernardo O'Higgins	297	188	134	12	17	109
29	Universidad de La Serena	258	187	61	17	38	162
30	Universidad de Atacama	240	178	87	11	36	112
31	Universidad de Las Américas	238	165	134	5	14	105
32	Universidad Tecnológica Metropolitana	232	101	76	7	7	57
33	Universidad Alberto Hurtado	228	155	111	11	18	78
34	Universidad de Magallanes	189	135	102	7	12	95
35	Universidad Arturo Prat	188	136	111	8	6	87
36	Universidad Finis Terrae	179	108	80	6	18	65
37	Universidad de O'Higgins	179	110	71	4	8	79
38	Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación	171	109	91	5	10	62

Fuente: Dirección de Investigación y Doctorados UDD con datos de www.scopus.com (extraídos el 15/12/2022).

hay algunas excepciones que pese a tener menor número de publicaciones totales que la universidad que les antecede, tienen mayor número de publicaciones en alguno de los indicadores de Open Access (p.ej., Univ. de Valparaíso versus Univ. Autónoma; Univ. Católica del Norte versus Univ. Autónoma; Univ. la Frontera y Univ. Técnica Federico Santa María, etc.).

UNA MIRADA AL GRUPO DE UNIVERSIDADES CON MAYOR DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN

Se calculó el porcentaje de estos mismos indicadores, pero sólo para las instituciones que cuentan con más de 100 publicaciones Scopus en el año 2021, tomando como referencia la metodología del ranking Scimago¹¹, que indica "The inclusion criterion is that the institutions had published at least 100 works included in the SCOPUS database during the last year of the selected time period". Es decir, instituciones en las que la investigación es una actividad regular dentro de la comunidad académica.

El análisis porcentual, permite normalizar los valores obtenidos por cada institución y de este modo compararlos teniendo en cuenta la proporción de All Open Access (All OA) sobre el total de publicaciones y de cada tipo de indicador de Open Access (Gold, Hybrid Gold, Bronze y Green) sobre el total de All Open Access.

Es así como en All OA, existen nueve universidades que superan el 70% de publicaciones del año en acceso abierto, listando en orden descendente: la Universidad de Atacama, la Universidad Diego Portales, la Universidad de La Serena, la Universidad Arturo Prat, la Universidad de Valparaíso, la Universidad de Magallanes, la Universidad del Desarrollo, la Universidad de Tarapacá y la Universidad Mayor. Se destaca que de este grupo un tercio corresponde a universidades privadas no tradicionales, mientras que los dos tercios restantes son universidades públicas estatales. Luego, existen 25 universidades con menos de 70%, pero más de 60% de All open Access, también hay seis instituciones que se encuentran bajo el 60%. (ver tabla 2).

En cuanto al indicador Gold (Go), existen seis universidades que superan el 80% de su producción en acceso abierto perteneciente a esta categoría (dos públicas estatales y cuatro privadas no tradicionales). Luego, 25 instituciones se ubican bajo el 80%, pero sobre el 60%. Y nueve tienen bajo el 60%.

En la categoría Hybrid Gold (HG), sólo cinco universidades superan el 10%, destacando la Universidad Católica de la Santísima Concepción que supera el 30% en HG. Le siguen, 24 instituciones que tienen bajo 10%, pero sobre 5%, y 11 instituciones no superan el 5%.

En el indicador Bronze (B), sólo cuatro universidades superan el 20%. Luego, 16 universidades se ubican bajo el 20%, pero sobre el 10%, y bajo este número quedan 20 instituciones.

A LOOK AT THE GROUP OF UNIVERSITIES WITH THE HIGHEST RESEARCH DEVELOPMENT

The percentage of these same indicators was calculated, but only for institutions with more than 100 Scopus publications in the year 2021, taking as a reference the methodology of the Scimago¹¹ ranking, which indicates "The inclusion criterion is that the institutions had published at least 100 works included in the SCOPUS database during the last year of the selected period". In other words, institutions in which research is a regular activity within the academic community.

The percentage analysis makes it possible to normalize the values obtained by each institution and thus compare them, considering the proportion of All Open Access (All OA) over the total number of publications and of each type of Open Access indicator (Gold, Hybrid Gold, Bronze, and Green) over the total number of All Open Access.

Thus, in All OA, nine universities exceed 70% of the year's publications in open access, listed in descending order: Universidad de Atacama, Universidad Diego Portales, Universidad de La Serena, Universidad Arturo Prat, Universidad de Valparaíso, Universidad de Magallanes, Universidad del Desarrollo, Universidad de Tarapacá, and Universidad Mayor. It should be noted that one-third of this group corresponds to non-traditional private universities, while the remaining two-thirds are state public universities. Then, there are 25 universities with less than 70% but more than 60% of All OA. There are also six institutions with less than 60%.

As for the Gold indicator (Go), six universities exceed 80% of their open access production in this category (two state public and four non-traditional privates). Then, 25 institutions are below 80% but above 60%. Furthermore, nine have under 60%. (see table 2).

In the Hybrid Gold (HG) category, only five universities exceed 10%, with the Universidad Católica de la Santísima Concepción standing out with over 30% in HG. This is followed by 24 institutions with less than 10% but over 5% and 11 institutions with no more than 5%.

In the Bronze (B) indicator, only four universities exceed 20%. Then, 16 universities are below 20% but above 10%, and 20 institutions remain below this.

In relation to the Green indicator (Gr), 11 universities exceed 70%, even exceeding 86% (Universidad de La Serena). They are followed by Universidad Diego Portales, Universidad Técnica Federico Santa María, Universidad Adolfo Ibáñez, Universidad Andrés Bello, Universidad de O'Higgins, Universidad de Chile, Universidad de Magallanes, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad del Desarrollo and Universidad Católica del Norte (four public universities, three traditional private universities, and four non-traditional private universities). Finally, the remaining 29 universities are between 50% and 70%.

¹¹ <https://www.scimagoir.com/methodology.php>

TABLE 3. Scientific production 2021 of Chilean universities with more than 100 publications in Scopus, total, and by type of Open Access in percentage

Nº	UNIVERSIDAD	PUB. TOTALES	% ALL OA	% GOLD	% HYBRID GOLD	% BRONZE	% GREEN
1	Universidad de Chile	3.684	63,2%	59,7%	8,0%	14,1%	70,5%
2	Pontificia Universidad Católica de Chile	3.462	63,5%	55,5%	9,2%	15,1%	70,4%
3	Universidad de Concepción	1.738	60,8%	61,3%	8,6%	14,0%	66,2%
4	Universidad Andrés Bello	1.393	64,2%	65,5%	7,2%	13,3%	73,2%
5	Universidad Santiago de Chile	1.219	58,7%	69,0%	4,3%	9,6%	67,3%
6	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	1.065	63,9%	69,9%	5,0%	9,7%	63,6%
7	Universidad Austral de Chile	1.060	63,1%	70,0%	8,1%	8,5%	64,4%
8	Universidad de la Frontera	912	64,8%	73,8%	4,9%	11,0%	60,2%
9	Universidad Técnica Federico Santa María	831	58,6%	60,2%	13,8%	7,6%	75,4%
10	Universidad de Talca	748	61,8%	71,6%	4,3%	8,0%	61,3%
11	Universidad Católica del Norte	740	58,9%	61,9%	8,9%	11,2%	70,0%
12	Universidad Autónoma de Chile	731	68,4%	78,2%	6,0%	7,4%	68,6%
13	Universidad de Valparaíso	722	72,0%	57,1%	7,1%	18,8%	64,0%
14	Universidad de Tarapacá	582	70,3%	61,6%	10,0%	11,0%	69,9%
15	Universidad Católica del Maule	578	68,9%	77,6%	7,0%	9,5%	55,8%
16	Universidad Adolfo Ibáñez	514	58,4%	53,7%	9,7%	12,7%	73,7%
17	Universidad del Desarrollo	512	70,9%	59,8%	9,9%	19,0%	70,2%
18	Universidad Diego Portales	499	73,5%	45,8%	10,1%	21,3%	77,4%
19	Universidad Mayor	490	70,0%	69,4%	7,6%	9,3%	67,3%
20	Universidad Católica de la Santísima Concepción	489	62,2%	69,1%	32,2%	12,8%	57,6%
21	Universidad de los Andes	460	63,7%	69,6%	6,5%	9,6%	61,8%

22	Universidad del Bío Bío	458	55,2%	69,6%	2,0%	11,1%	55,7%
23	Universidad de Antofagasta	389	69,2%	47,6%	10,0%	23,4%	68,4%
24	Universidad Santo Tomás	350	69,4%	84,0%	2,5%	9,1%	57,6%
25	Universidad San Sebastián	342	64,6%	81,4%	7,7%	7,7%	57,0%
26	Universidad Católica de Temuco	332	63,3%	79,5%	4,3%	10,5%	55,7%
27	Universidad de Los Lagos	304	69,4%	74,9%	4,3%	9,0%	64,5%
28	Universidad Bernardo O'Higgins	297	63,3%	71,3%	6,4%	9,0%	58,0%
29	Universidad de La Serena	258	72,5%	32,6%	9,1%	20,3%	86,6%
30	Universidad de Atacama	240	74,2%	48,9%	6,2%	20,2%	62,9%
31	Universidad de Las Américas	238	69,3%	81,2%	3,0%	8,5%	63,6%
32	Universidad Tecnológica Metropolitana	232	43,5%	75,2%	6,9%	6,9%	56,4%
33	Universidad Alberto Hurtado	228	68,0%	71,6%	7,1%	11,6%	50,3%
34	Universidad de Magallanes	189	71,4%	75,6%	5,2%	8,9%	70,4%
35	Universidad Arturo Prat	188	72,3%	81,6%	5,9%	4,4%	64,0%
36	Universidad Finis Terrae	179	60,3%	74,1%	5,6%	16,7%	60,2%
37	Universidad de O'Higgins	179	61,5%	64,5%	3,6%	7%	71,8%
38	Universidad Playa Ancha de Ciencias de la Educación	171	63,7%	83,5%	4,6%	9,2%	56,9%
39	Universidad Central de Chile	129	64,3%	84,3%	1,2%	6,0%	61,4%
40	Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación	112	68,8%	72,7%	7,8%	10,4%	55,8%

Fuente: Dirección de Investigación y Doctorados UDD with data from www.scopus.com (extracted on 12/15/2022).

TABLE 4. Total Chilean publications versus open access for 2017-2021 in the different areas of knowledge present in the SCOPUS Indexer

ÁREAS SCOPUS	TOTAL	%OA	OA	2017	2018	2019	2020	2021
All Subjects	85511	59,04	50486	13981	15522	16647	18861	20500
Agricultural and Biological Sciences	10408	53,17	5534	1803	1890	1940	2250	2525
Arts and Humanities	7226	54,95	3971	1126	1228	1442	1662	1768
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	7362	64,24	4729	1209	1377	1384	1602	1790
Business, Management and Accounting	2080	33,37	694	320	392	493	405	470
Chemical Engineering	2702	48,67	1315	405	427	484	648	738
Chemistry	4762	46,58	2218	753	855	939	1107	1108
Computer Science	7903	39,83	3148	1202	1410	1702	1684	1905
Decision Sciences	1508	29,64	447	233	269	416	240	350
Dentistry	816	50,98	416	162	170	132	174	178
Earth and Planetary Sciences	9920	75,92	7531	1708	1872	1997	2257	2086
Economics, Econometrics and Finance	1783	36,34	648	281	323	381	372	426
Energy	3016	38,26	1154	383	474	753	635	771
Engineering	10303	40,35	4157	1610	1800	2155	2198	2540
Environmental Science	7001	52,55	3679	888	1094	1269	1719	2031
Health Professions	1565	49,01	767	174	227	289	398	477
Immunology and Microbiology	2441	68,74	1678	366	467	465	530	613
Materials Science	4086	44,66	1825	624	758	825	951	928
Mathematics	6610	48,37	3197	1016	1199	1489	1364	1542
Medicine	18486	66,65	12321	2975	3205	3368	4104	4834
Multidisciplinary	2143	85,11	1824	382	396	425	471	469
Neuroscience	1943	60,94	1184	310	367	380	414	472
Nursing	1578	63,37	1000	233	236	315	367	427
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	1730	55,03	952	277	304	338	399	412
Physics and Astronomy	12525	78,2	9795	2171	2461	2503	2740	2650
Psychology	2746	57,36	1575	443	479	514	594	716
Social Sciences	14704	58,08	8540	2039	2425	2936	3518	3786
Veterinary	880	60	528	130	126	166	211	247

Fuente: Dirección de Investigación y Doctorados UDD with data from www.scopus.com (extracted on 12/15/2022).

En relación al indicador Green (Gr), hay 11 universidades que superan el 70%, superando incluso el 86% (Universidad de La Serena). Le siguen la Universidad Diego Portales, la Universidad Técnica Federico Santa María, la Universidad Adolfo Ibáñez, la Universidad Andrés Bello, la Universidad de O'Higgins, la Universidad de Chile, la Universidad de Magallanes, la Pontificia Universidad Católica de Chile, la Universidad del Desarrollo y la Universidad Católica del Norte (4 universidades públicas, 3 universidades privadas tradicionales y 4 privadas no tradicionales). Finalmente, las 29 universidades restantes se posicionan entre el 50% y 70%.

EL ACCESO ABIERTO EN CHILE EN LAS DIFERENTES ÁREAS DEL CONOCIMIENTO

Como se ha demostrado el acceso abierto ha tenido una acogida positiva dentro del mundo de la investigación científica chilena, sin embargo, es importante comprender que la penetración de este cambio cultural no ha sido simétrica entre las diferentes áreas del conocimiento.

La ciencia abierta es un movimiento que también se vio potenciado por la crisis de replicabilidad de las ciencias, que en el año 2011 golpeó a la cultura científica mundial¹². Esta crisis de replicabilidad abogó por recuperar la transparencia y claridad de los procesos de investigación, algo que fue abrazado por algunas áreas, especialmente por aquellas más afectadas por la crisis de replicabilidad, como la Psicología¹³. A continuación, en la tabla 4 se detalla el grado de penetración en diferentes áreas del conocimiento del acceso abierto a partir de las publicaciones SCOPUS para el período 2017-2021.

A un diferente ritmo, prácticamente las 27 áreas presentes en la tabla 4 tienen una evolución positiva hacia la publicación en Ciencia abierta para el período 2017-2021. Por otro lado, el acceso abierto tiene una penetración por sobre el 50% en la mayoría a excepción de Business, Management and Accounting, Computer Science, Decision Sciences, Economics, Econometrics and Finance, Energy, Engineering, Health Professions, Materials Science y Mathematics.

Finalmente, el área Multidisciplinaria, las Ciencias de la Tierra y la Física y Astronomía son las áreas con el mayor nivel de penetración de Ciencia abierta. Esto se puede deber a la natural inter y multidisciplinar de estas áreas del conocimiento.

OPEN ACCESS IN CHILE IN THE DIFFERENT AREAS OF KNOWLEDGE

As has been shown, open access has had a positive reception within the world of Chilean scientific research. However, it is essential to understand that the penetration of this cultural change has not been symmetrical among the different areas of knowledge.

Open science is a movement enhanced by the replicability crisis in science, which in 2011 hit the global scientific culture¹². This replicability crisis advocated recovering the transparency and clarity of research processes, which some areas embraced, especially by those most affected by the replicability crisis, such as Psychology¹³. Below, Table 4 details the degree of penetration in different areas of open access knowledge from SCOPUS publications for 2017-2021.

At a different pace, practically all 27 areas in Table 4 have a positive evolution towards Open Science publishing for 2017-2021. On the other hand, open access has a penetration above 50% in most of them except for Business, Management and Accounting, Computer Science, Decision Sciences, Economics, Econometrics and Finance, Energy, Engineering, Health Professions, Materials Science, and Mathematics.

Finally, the Multidisciplinary areas, Earth Sciences, Physics, and Astronomy, have the highest level of Open Science penetration. This may be due to the natural inter- and multidisciplinary nature of these areas of knowledge.

¹¹ <https://www.scimagoir.com/methodology.php>

¹² Open Science Collaboration. (2015). Estimating the reproducibility of psychological science. *Science*, 349(6251), aac4716

¹³ Open Science Collaboration. (2015). Estimating the reproducibility of psychological science. *Science*, 349(6251), aac4716

CONCLUSIONES

1. Las universidades chilenas presentan un alto nivel de superposición entre sus publicaciones generales y aquellas que se efectúan en formato de acceso abierto. Todas las universidades del país tienen más del 50% de sus publicaciones en acceso abierto.
2. Las universidades chilenas concentran sus publicaciones de acceso abierto en revistas open Access (Gold) en hasta un 84,3% y al mismo tiempo poseen una gran cantidad de éstas disponibles para ser depositadas en repositorios (Green) en hasta un 86,6%, lo cual dista del 32,2% máximo para Hybrid Gold y del 23,4% de Bronze,
3. No se encuentran diferencias entre universidades públicas y privadas.
4. Aunque con diferencias entre áreas, la investigación realizada en las diferentes áreas del conocimiento en las Universidades Chilenas pareciese estar volcándose de manera generalizada hacia un sistema de publicación en acceso abierto.

CONCLUSIÓN FINAL

La ciencia abierta nace como la búsqueda de un cambio cultural que busca mejorar el acceso al conocimiento de base científica, así como también la calidad y fiabilidad de este. Se trata de una apuesta por mejorar el quehacer científico de alto alcance que desde hace algunos años ha logrado penetrar en el espacio de investigación en Chile.

Los datos emanados de este informe dan cuenta de un sistema de ciencia abierta saludable, con productos de calidad y que generan impacto, en crecimiento constante y presente en diferentes grados en todas las áreas de conocimiento. De hecho, las estrategias planteadas desde las universidades y fomentadas por ANID están dando resultado, lo que, junto a nuevas iniciativas de expansión del sistema abierta, debería generar un cambio aún más aguzado en los próximos años.

En el futuro se recomienda considerar otras dimensiones de la ciencia abierta con el fin de mejorar la focalización de recursos y con esto alcanzar el cambio cultural que se requiere para normalizar el quehacer científico bajo el alero de la ciencia abierta en todo el sistema nacional de universidades y, especialmente, en las nuevas generaciones de investigadores e investigadoras.

CONCLUSIONS

1. Chilean universities present a high level of overlap between their general publications and those in an open-access format. All universities in the country have more than 50% of their publications in open access.
2. Chilean universities concentrate their open access publications in open access journals (Gold) in up to 84.3% and at the same time have many these available for deposit in repositories (Green) in up to 86.6%, which is far from the maximum 32.2% for Hybrid Gold and 23.4% for Bronze,
3. No differences are found between public and private universities.
4. Although with differences between areas, the research carried out in the different areas of knowledge in Chilean Universities seems to be generalizing towards an open-access publication system.

FINAL CONCLUSION

Open science is born as the search for a cultural change that seeks to improve access to science-based knowledge and its quality and reliability. It is a commitment to improving the scientific work of high scope that, for some years, has managed to penetrate the research space in Chile.

The data from this report show a healthy open science system, with quality products that generate impact, in constant growth, and present in different degrees in all areas of knowledge. The strategies proposed by the universities and promoted by ANID are yielding results, which, together with new initiatives to expand the open system, should generate an even sharper change in the coming years.

In the future, it is recommended to consider other dimensions of open science to improve the targeting of resources and thus achieve the cultural change required to normalize scientific work under the aegis of open science throughout the national university system and, especially, in the new generations of researchers.

Open science can make the scientific process more transparent, inclusive, and democratic. It is increasingly recognized as a critical accelerator for achieving the United Nations Sustainable Development Goals and a driver for closing science, technology, and innovation gaps and fulfilling the human right to do science.



PROYECTOS

**POST
DOCTORALES**

CIENCIA ABIERTA E INTERDISCIPLINA: UN EJEMPLO CONCRETO EN EL CAMPO DE ESTUDIO DEL ALTRUISMO EN HUMANOS

Open science and interdiscipline:
A concrete example in the field
of study of altruism in humans

Por:
Oriana Figueroa, PhD
Postdoctoral Researcher, Laboratory of Animal and Human Behavior
(LABCAH), Center for Research in Social Complexity (CICS)



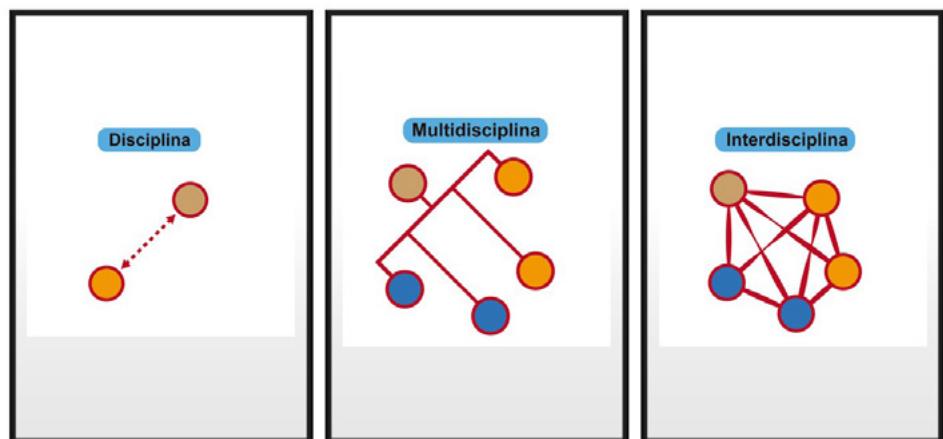
El estudio del comportamiento humano ha sido abordado por diversas disciplinas provenientes de las ciencias sociales y exactas, y uno de los desafíos que se plantean para entender su complejidad tiene que ver con el enfoque integral. En este sentido, movimientos como la ciencia abierta promueven la observación de fenómenos de investigación desde una esfera integrativa, incorporando en todo el proceso de estudio de valores como la transparencia, la colaboración, el cuidado por los estándares éticos y porque los resultados que se obtengan sean reproducibles y replicables.

Además de eso, y conforme avanzan los diferentes campos disciplinares, comienza a surgir la necesidad de complementar miradas de otras ciencias, para responder a preguntas nuevas y tener alcances mayores a nivel social. De ahí, la interdisciplina se puede entender como "cualquier estudio o grupo de estudios realizados por académicos de dos o más disciplinas científicas distintas. La investigación se basa en un modelo conceptual que vincula o integra los marcos teóricos de esas disciplinas, utiliza un diseño de estudio y una metodología que no se limita a ningún campo y requiere el uso de perspectivas y habilidades de las disciplinas involucradas a lo largo de las múltiples fases de estudio" (Aboelela et al., 2007, p.341).

Desde esta perspectiva, se concibe a la investigación interdisciplinaria como un proceso que en última instancia tendrá un beneficio para la sociedad, ya que se crea una mejor comprensión de aquello que se está observando. Por lo tanto, se configura como un proceso de cooperación y generación de alianzas entre disciplinas tanto a nivel teórico como metodológico (ver figura 1). En el fondo, el objetivo de un abordaje interdisciplinario responde a la construcción de un lenguaje común entre discursos y perspectivas previamente independientes y tiene como foco el pensar los procesos y fenómenos sociales entendiéndolos como sistemas complejos que al ser abordados de una única perspectiva sacrificarían en parte aspectos importantes para poder comprender de manera acabada aquello que estamos estudiando.

Various disciplines from the social and exact sciences have addressed the study of human behavior. One challenge that arises is the integral approach to understanding the complexity of human behavior. In this sense, movements such as open science promote the observation of research phenomena from an integrative sphere, incorporating values such as transparency, collaboration, care for ethical standards and care that the results obtained are reproducible and replicable throughout the study process. In addition, as the different disciplinary fields advance, the need to complement the viewpoints of other sciences begins to emerge to answer new questions and have greater social reach. Hence, interdiscipline can be understood as "any study or group of studies carried out by scholars from two or more different scientific disciplines. The research is based on a conceptual model that links or integrates the theoretical frameworks of these disciplines, uses a study design and methodology that is not limited to any one field, and requires the use of perspectives and skills from the disciplines involved throughout the multiple phases of the study" (Aboelela et al., 2007, p.341). From this perspective, interdisciplinary research is conceived as a process that will ultimately benefit society by creating a better understanding of what is being observed. Therefore, it is configured as a process of cooperation and the generation of alliances between disciplines at both the theoretical and methodological levels (see Figure 1). The objective of an interdisciplinary approach is to respond to the construction of a common language between previously independent discourses and perspectives. It focuses on thinking about social processes and phenomena as complex systems that, if approached from a single view, would partly sacrifice essential aspects in order to understand what we are studying thoroughly..

FIG 1.
Diagram of differences
between single discipline,
multidisciplinary and
interdisciplinary approaches.



Especificamente en el campo de la investigación en ciencias sociales, uno de los temas que genera mayor interés investigativo son los fenómenos asociados a la cooperación, para lo cual se han desarrollado modelos explicativos desde la biología, la psicología social, y otras ciencias como la matemática y la economía. La cooperación, se define como cualquier acto que otorga un beneficio a otro, pero que no necesariamente beneficia al individuo en términos personales ni contingentes (Rand & Nowak, 2013). En este sentido, se han propuesto diferentes modelos para explicar por qué cooperamos con otros, como con nuestros familiares, amigos o personas con las que tendremos algún tipo de interacción directa o indirecta (ver figura 2).

Sin embargo, existen otros comportamientos que no alcanzan a ser explicados por estos modelos clásicos como, por ejemplo, el altruismo, entendido como aquella interacción donde se entrega un beneficio a un desconocido sin esperar reciprocidad en esa interacción (por ejemplo, cuando hacemos donaciones a la caridad). Esto, ha implicado para distintas disciplinas como la psicología, la biología, la economía y las matemáticas el cruce de los límites tradicionales o las controversias internas de cada una de ellas, teniendo que dar un paso más allá integrando aspectos teóricos y metodológicos de otros campos de investigación como los ya mencionados.

Una de las investigaciones que se encuentra en desarrollo a partir de este año en el Laboratorio de Comportamiento Animal y Humano (LABCAH) del Centro de Investigación en Complejidad Social (CICS) de la Facultad de Gobierno corresponde a un proyecto de investigación postdoctoral financiado por FONDECYT llamado "Altruismo competitivo como señal de estatus y el rol de las estrategias reproductivas en su expresión en hombres y mujeres" (3220233). Esta iniciativa busca entender uno de los mecanismos que podría estar detrás de la aparición del altruismo y que se conoce como el fenómeno del altruismo competitivo.

El altruismo competitivo surge en aquellos contextos en el que los individuos van a competir por mostrarse más generosos en una situación social determinada (Hardy & van Vugt, 2006; Vugt & Roberts, 2005). Se plantea que este tipo de comportamientos estaría a la base de la búsqueda de estatus a través del prestigio y que tendría como fin último el mostrarse como una buena pareja.

Estudiar el fenómeno del altruismo competitivo en términos funcionales necesariamente requiere de una mirada interdisciplinaria. De esta

Specifically in social science research, one of the topics that generates the most significant research interest is the phenomena associated with cooperation, for which explanatory models have been developed from biology, social psychology, and other sciences such as mathematics and economics. Cooperation is any act that benefits another but does not necessarily benefit the individual in personal or contingent terms (Rand & Nowak, 2013). In this sense, different models have been proposed to explain why we cooperate with others, such as our relatives, friends, or people with whom we interact directly or indirectly (see Figure 2). However, there are other behaviors that these classical models cannot explain, such as, for example, altruism, which is understood as an interaction where a benefit is given to a stranger without expecting reciprocity in that interaction (for example, when we donate to charity). This has implied for different disciplines such as psychology, biology, economics, and mathematics the crossing of the traditional limits or internal controversies of each one, having to take a step further by integrating theoretical and methodological aspects of other research fields such as those already mentioned.

One investigation that is under development as of this year in the Laboratory of Animal and Human Behavior (LABCAH) is titled "Competitive altruism as a sign of status and the role of reproductive

FIG 2.
Classical models of cooperation in humans (family, friends, or close ones).



►
FIG 2.
Classical models of cooperation in humans (family, friends, or close ones).

forma, esperamos comprender cómo esta conducta es afectada por la expresión de la sociosexualidad en hombres y mujeres, concepto que se refiere a la predisposición individual a establecer relaciones sin un compromiso previo, pero también hacia establecer relaciones comprometidas de largo plazo (Simpson & Gangestad, 1991; Jackson & Kirkpatrick, 2007) y estaría en parte relacionado con la menor o mayor inversión en la búsqueda de pareja, lo que podría tener consecuencias para la expresión del altruismo. En este estudio confluyen disciplinas como la psicología, la biología, economía y matemáticas, ya que el abordaje metodológico se realizará utilizando herramientas provenientes de la psicometría, la teoría de juegos y además realizaremos análisis de redes para entender la influencia de la posición social dentro de una red sobre los comportamientos altruistas competitivos.

Para llevar a cabo lo anterior, probaremos hipótesis en dos contextos diferentes, uno natural con personas que se conocen previamente y tienen interacciones repetidas (ej. cursos de pregrado de segundo, tercero y cuarto año) para establecer si la posición social que cada una/uno tenga en la red tiene alguna influencia en la sociosexualidad y en el comportamiento altruista competitivo.

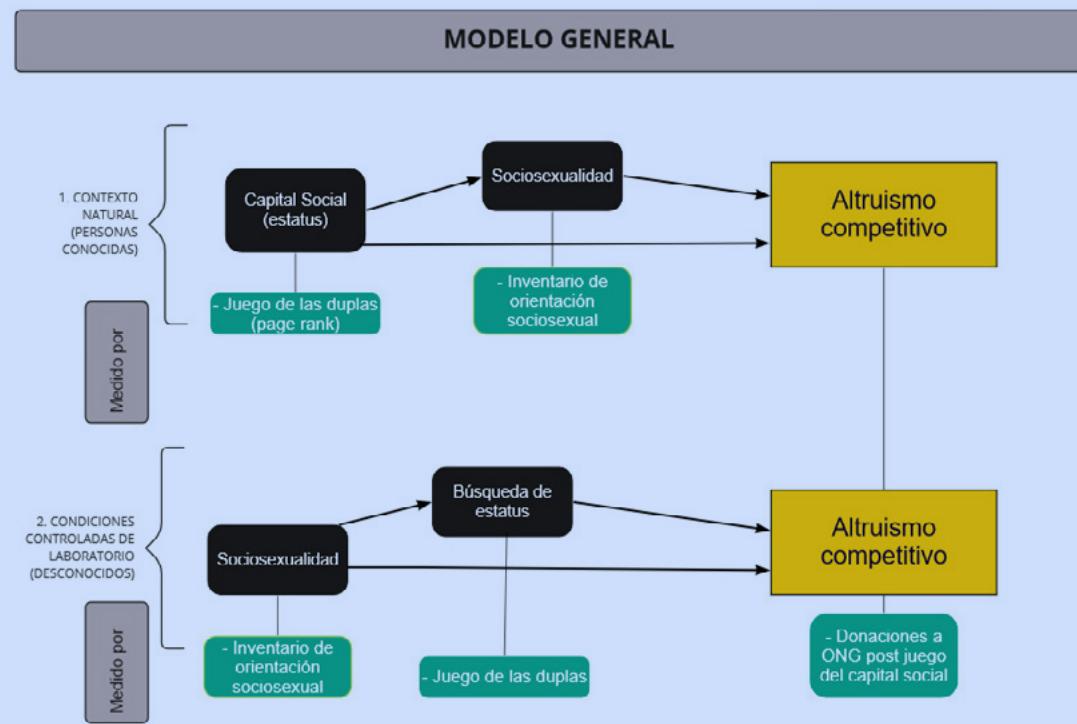
En una segunda etapa realizaremos lo mismo, pero en condiciones controladas de laboratorio donde las personas no se conocerán. En este caso, veremos como la sociosexualidad puede influir sobre un comportamiento asociado a la búsqueda de estatus como es el altruismo competitivo. Como metodología, las y los participantes responderán una serie de cuestionarios psicométricos (inventario de orientación sociosexual, cuestionario de los cinco grandes de la personalidad) y luego jugarán el juego de las duplas. Esta herramienta, proveniente de la economía experimental y de la teoría de juegos, se trata de un juego con un dilema social en el que los individuos deben asignar una cantidad de fichas (que corresponden a dinero que se les entrega al final) a cada miembro del grupo (6 miembros, 3 hombres y 3 mujeres) en un total de 5 rondas. Esta medición nos permitirá tener una medida objetiva de la posición (estatus) de cada una de las personas en la red. Una vez terminada esta etapa, se les pedirá que escriban en una pizarra qué porcentaje de las ganancias obtenidas desearían donar a una ONG y esta decisión es comunicada a todos los miembros. Con esto, observaremos la conducta de altruismo competitivo a nivel intragrupal.



strategies in its expression in men and women" (3220233). The study corresponds to a postdoctoral research project funded by FONDECYT, and it seeks to understand one of the mechanisms that could be behind the emergence of altruism and that is known as the phenomenon of competitive altruism. Competitive altruism arises when individuals compete to be more generous in each social situation (Hardy & van Vugt, 2006; Vugt & Roberts, 2005). It is suggested that this behavior would be the basis of the search for status through prestige and that its goal would be to show oneself as a good partner. Studying the phenomenon of competitive altruism in practical terms necessarily requires an interdisciplinary approach. In this way, we hope to understand how this behavior is affected by the expression of socio-sexuality in men and women. Socio-sexuality refers to the individual predisposition to establish relationships without prior commitment but also to establish long-term committed relationships (Simpson & Gangestad, 1991; Jackson & Kirkpatrick, 2007) and would be partly related to the lesser or more significant investment in the search for a partner, which could have consequences for the expression of altruism. This study combines disciplines such as psychology, biology, economics, and mathematics since the methodological approach will be carried out using tools from psychometrics, game theory, and network analysis to understand the influence of social position within a network on competitive altruistic behaviors.

To carry out the above, we will test hypotheses in two different contexts, a natural one with people who know each other previously and have repeated interactions (e.g., second, third, and fourth-year undergraduate courses) to establish if the social position that each one has in the network has any influence on sociosexuality and competitive altruistic behavior. In the second stage, we will do the same, but in controlled laboratory conditions, people will not know each other. In this case, we will see how sociosexuality can influence a behavior associated with status-seeking, such as competitive altruism. As a methodology, participants will answer a series of psychometric questionnaires (sociosexual orientation inventory, Big Five personality questionnaire) and then play the game of pairs. This tool, coming from experimental economics and game theory, is a game with a social dilemma in which individuals must assign several tokens (corresponding to money given to them at the end) to each member of the group (six members, three men, and three women) in a total of five rounds. This measurement will allow us to objectively measure each person's position (status) in the network. Once this stage is finished, they will be asked to write on a blackboard what percentage of the profits they would like to donate to an NGO, and this decision is communicated to all members. With this, we will observe competitive altruism behavior at the intra-group level.

FIG 3. General model postdoctoral project. According to the treatments, competitive altruism is expected to be influenced in two ways. 1) In the natural context, i.e., individuals playing with an initial social capital of relationships with each other, competitive altruism will be influenced by this social capital and its effect on socio-sexuality. 2) In the controlled laboratory condition, competitive altruism will be influenced by the search for social status in people without prior social capital and socio-sexuality's effect on this search.



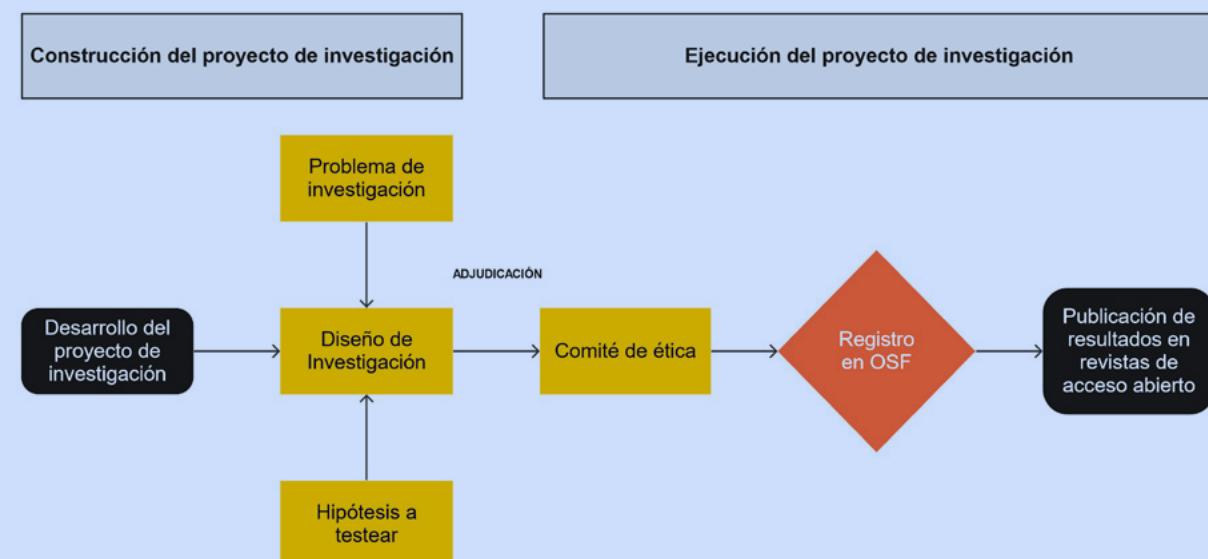
Además, y como parte de las prácticas que promueve la ciencia abierta, este proyecto cuenta con la aprobación del comité de ética institucional, es decir, con la aprobación y el aseguramiento del bienestar de las y los participantes durante todo el proceso investigativo. También se encuentra inscrito en el repositorio Open Science Framework (OSF) y cuenta con un pre-registro tanto de las hipótesis a comprobar, como del diseño y el plan de análisis de datos (disponible en <https://osf.io/hqny6/>).

Este pre-registro tiene varias ventajas: primero, nos asegura que aun cuando se encuentren resultados nulos o negativos, tendremos la posibilidad de publicar en revistas de alto impacto para el campo. En segundo lugar, asegura que las hipótesis no se construyeron luego de la toma y análisis de datos (la llamada cocina de datos). De la misma manera, en ese repositorio quedarán disponibles las bases de datos y materiales utilizados para el desarrollo del proyecto. Por último, se consideró que la publicación de los manuscritos que se desarrollen a partir de esta investigación, serán enviados a revistas de acceso abierto y los resultados serán expuestos en instancias de divulgación científica, congresos científicos nacionales e internacionales y notas de prensa. Esto, con miras a aportar al desarrollo de una ciencia más transparente, inclusiva, reproducible y replicable.

In addition, and as part of the practices promoted by open science, this project has the approval of the institutional ethics committee. That is, it has the support and assurance of the welfare of the participants throughout the research process. It is also registered in the Open Science Framework (OSF) repository. It has a pre-registration of the hypotheses to be tested and the design and data analysis plan (available at <https://osf.io/hqny6/>). This pre-registration has several advantages: first, it ensures that even if null or negative results are found, we can publish in high-impact journals in the field. Secondly, it ensures that the hypotheses were not constructed after data collection and analysis (the so-called data kitchen).

In the same way, the databases and materials used to develop the project will be available in this repository. Finally, in the construction of this research, it was considered that the publication of the manuscripts developed from this research would be sent to open-access journals, and the results would be exposed in scientific dissemination instances, national and international scientific congresses, and press releases. This is to contribute to developing a more transparent, inclusive, reproducible, and replicable science.

FIG 4. Stages of the research process. The first stage is developing the research project containing the research problem, the design, and the hypotheses to be tested. After the award, the ethical approval process was initiated. Then, the registration in OSF is started, and once the process is finished, the results will be published in open-access journals.

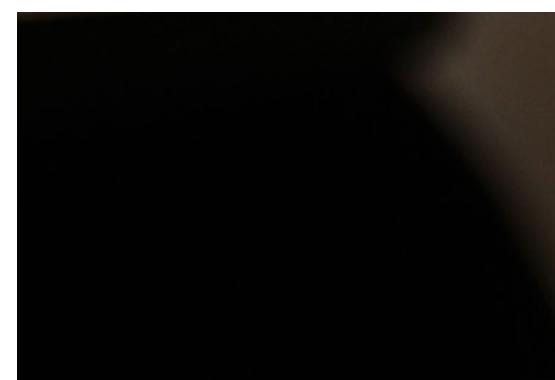


BIBLIOGRAFÍA

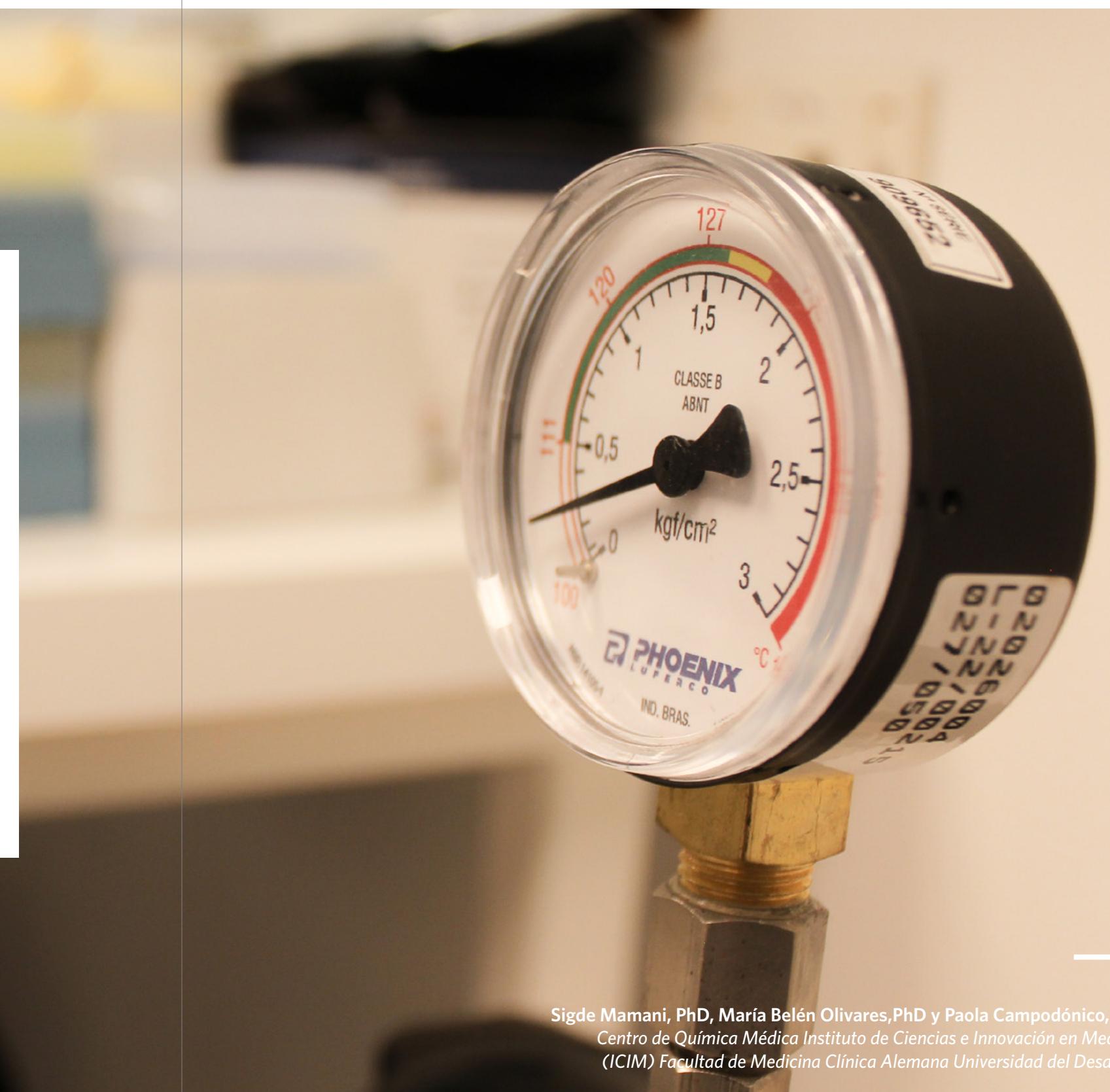
- Aboelela, S. W., Larson, E., Bakken, S., Carrasquillo, O., Formicola, A., Glied, S. A., Haas, J., & Gebbie, K. M. (2007). Definir la investigación interdisciplinaria: Conclusiones from a critical review of the literature. En *Health Services Research* (Vol. 42, Issue 11, pp. 329-346). <https://doi.org/10.1111/j.1475-6773.2006.00621.x>
- Hardy, C. L., & van Vugt, M. (2006). Los chicos buenos acaban primero: La hipótesis del altruismo competitivo. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 32(10), 1402-1413. <https://doi.org/10.1177/0146167206291006>
- Nesse, R. M. (2009). Runaway social selection for displays of partner value and altruism. *The Moral Brain: Essays on the Evolutionary and Neuroscientific Aspects of Morality*, 2(2), 211-231. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6287-2_10
- Rand, D. G., & Nowak, M. A. (2013). La cooperación humana. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(8), 413-425. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.06.003>
- Simpson, J. A., y Gangestad, S. W. (1991). Individual differences in sociosexuality: Evidence for convergent and discriminant validity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 60(6), 870-883. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.60.6.870>
- Vugt, M. van, & Roberts, G. (2005). Competitive Altruism: Development of Reputation-based Cooperation in Groups. Enero de 2007. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1132.5556&rep=rep1&type=pdf>

CARACTERIZACIÓN DE BIOPELÍCULAS DESARROLLADAS POR BACTERIAS PATÓGENAS EN HERIDAS CRÓNICAS

Characterization of biofilms
developed by pathogenic bacteria
in chronic wounds



Por:
Sigde Mamani, PhD, María Belén Olivares, PhD y Paola Campodónico, PhD.
Centro de Química Médica Instituto de Ciencias e Innovación en Medicina
(ICIM) Facultad de Medicina Clínica Alemana Universidad del Desarrollo



INTRODUCCIÓN

Las biopelículas están definidas como una comunidad organizada de microorganismos adheridos a una superficie del dominio Bacteria o Archaea (1 y 2). Las biopelículas bacterianas son las que se han investigado con más detalle debido a su interacción directa con las superficies ambientales comunes con el ser humano, o bien por la capacidad de infección que poseen, lo que las convierte en un objeto de estudio relevante (3).

En general, las biopelículas están compuestas por sustancias poliméricas extracelulares del tipo exopolisacáridos, lípidos, ácidos nucleicos y proteínas, generando una matriz que además de soporte, les confiere a los microorganismos una alta resistencia frente a condiciones ambientales adversas o a los mecanismos de defensa que puede poseer el huésped en el caso de infección.

Debido a esto, el tipo de matriz de exopolisacáridos está definida por la superficie y las condiciones ambientales donde se desarrolla la biopelícula, dando las condiciones adecuadas para el crecimiento de los microorganismos. En superficies hidrofílicas las bacterias se adhieren uniformemente en una capa, mientras que en superficies hidrófobas tienden a unirse en grupos. Por otro lado, los ambientes con alta disponibilidad de agua son idóneos para el desarrollo de las biopelículas, pues una humedad relativa en torno al 80% posibilita el crecimiento bacteriano.

De la misma forma, la disponibilidad de nutrientes y oxígeno es fundamental para la estructura y composición de las biopelículas. Dependiendo de la concentración de uno o más nutrientes se puede inhibir o estimular la formación de sustancias poliméricas extracelulares (4). Un ejemplo de esto son los estudios realizados en *Listeria monocytogenes*, donde pusieron de manifiesto que los niveles bajos de fosfatos estimulan el desarrollo de la biopelícula (5). Por último, la temperatura ambiental es un factor determinante para el crecimiento de los microorganismos y dependiendo de si estos son mesófilos o termófilos, se desarrollarán unos mejor que otros, determinando el tipo de matriz de la biopelícula dentro de un consorcio (6, 7).

En base a lo anterior, la composición del consorcio o comunidad microbiana es el factor más importante en el desarrollo de las biopelículas, siendo las multiespecies las que presentan un mayor grosor y son más estables a factores ambientales que las monoespecies. Esto se debe a que en cada consorcio existe una relación de comensalismo o mutualismo entre los microorganismos, generando que una o más especies bacterianas prospere mejor que otras dentro de una misma comunidad en una condición ambiental determinada, procurando que aquellas que se desarrollen mejor protejan a las que se desarrollen más lento (8 y 9).

La supervivencia de todos los miembros dentro de una comunidad se relaciona con la tolerancia que poseen los microorganismos frente a distintas condiciones del medio

INTRODUCCIÓN

Biofilms are defined as an organized community of microorganisms attached to a surface of the Bacteria or Archaea domain (1 and 2). Bacterial biofilms are the ones that have been investigated in more detail due to their direct interaction with environmental surfaces common to humans or because of their capacity for infection, which makes them a relevant object of study (3).

In general, biofilms are composed of extracellular polymeric substances such as exopolysaccharides, lipids, nucleic acids, and proteins, generating a matrix that, in addition to providing support, gives the microorganisms a high resistance to adverse environmental conditions or to the defense mechanisms that the host may possess in the event of infection.

For this reason, the type of exopolysaccharide matrix is defined by the surface and environmental conditions where the biofilm develops, providing the appropriate conditions for the growth of microorganisms. On hydrophilic surfaces, the bacteria adhere uniformly in one layer, while on hydrophobic surfaces, they coalesce in clusters. On the other hand, environments with high water availability are ideal for developing biofilms since a relative humidity of around 80% makes bacterial growth possible.

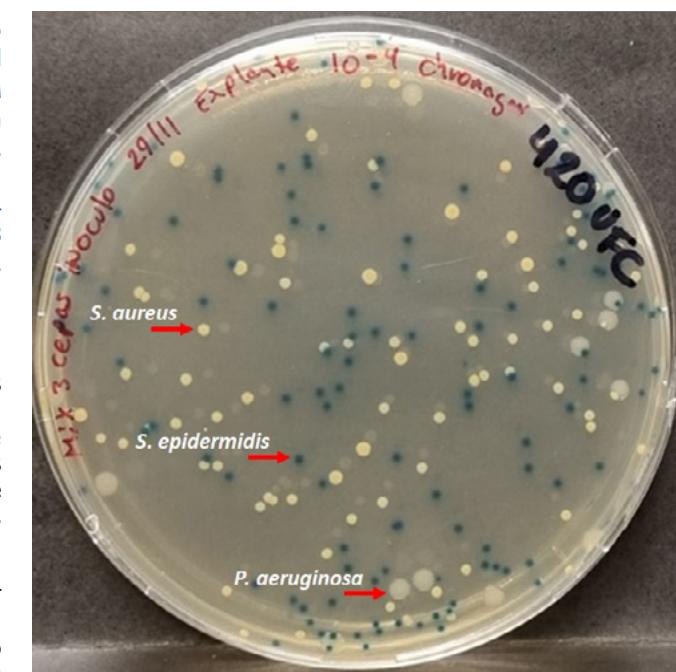
*Likewise, the availability of nutrients and oxygen is fundamental for the structure and composition of biofilms. Depending on the concentration of one or more nutrients, the formation of extracellular polymeric substances can be inhibited or stimulated (4). An example of this is the studies carried out on *Listeria monocytogenes*, where it was shown that low phosphate levels promote biofilm development (5). Finally, environmental temperature is a determining factor for the growth of microorganisms. Depending on whether they are mesophilic or thermophilic, some will develop better than others, determining the type of biofilm matrix within a consortium (6, 7).*

Based on the above, the composition of the consortium or microbial community is an essential factor in the development of biofilms. Multispecies are thicker and more stable to environmental factors than monospecies. This is because, in each consortium, there is a relationship of commensalism or mutualism among microorganisms, generating the environmental conditions in which one or more bacterial species grow better than others within the same community, ensuring that those that develop better protect those that produce more slowly (8 and 9).

The survival of all members within a community is related to the tolerance of microorganisms to different conditions of the environment in which they are found. An example of this is the consortia between mesophilic and thermophilic bacteria. In high-temperature environments, it is the latter that grows actively. At the same time, mesophilic bacteria have a slower metabolism, but their growth is maintained thanks to the mutualism generated by thermophilic bacteria (10 and 11).

FIG 1. GROWTH OF A BACTERIAL CONSORTIUM IN SELECTIVE MEDIUM

The result of the plate count in Chromagar particular medium allows differentiation of *P. aeruginosa*, *S. aureus*, and *S. epidermidis* colonies by their distinct morphology (see red arrows). The colony forming unit (CFU) count indicates that 14 colonies of *P. aeruginosa*, 113 colonies of *S. epidermidis*, and 293 colonies of *S. aureus* developed out of 420 CFU.



en el que se encuentran. Un ejemplo de aquello son los consorcios entre bacterias mesófilas y termófilas. En ambientes de altas temperaturas son estas últimas las que crecen activamente, mientras que si bien las mesófilas presentan un metabolismo más lento, su crecimiento se mantiene gracias al mutualismo generado por las bacterias termófilas (10 y 11).

Distintos microorganismos tienen la capacidad de generar biopelículas en heridas crónicas y se cree que contribuyen a su estado inflamatorio crónico, retrasando o impidiendo la cicatrización. Entre el 60 y el 100% de estas heridas presentan biopelículas, las que reducen la eficacia de los tratamientos aplicados. Es por ello que para hacer frente al desarrollo de las biopelículas y su erradicación, se combina el desbridamiento con el uso de agentes antimicrobianos en curaciones frecuentes (12). Sin embargo, muchos de los tratamientos aplicados hasta la fecha no han logrado eliminar eficientemente la formación de biopelículas, por lo que la búsqueda de un nuevo procedimiento se torna un imperativo.

Para ello, resulta imprescindible conocer los fundamentos de los tratamientos para la curación de heridas crónicas más utilizados en la actualidad, de manera de corregir y/o mejorarlo. Diferentes métodos se basan en conocer la composición del consorcio microbiológico y los componentes de la matriz extracelular de las biopelículas, entre ellas, la identificación de moléculas del sistema quorum sensing presentes en las comunidades bacterianas. Con esta información, se busca inhibir la formación de biopelículas mediante el uso de antibióticos o agentes antimicrobianos (13), sin embargo, ningún estudio ha caracterizado las interacciones existentes dentro de un consorcio bacteriano, o si el metabolismo de cada miembro de la comunidad se encuentra activo o pasivo, pudiendo afectar a la resistencia que posee la biopelícula en heridas crónicas.

En base a lo anterior, en este trabajo caracterizamos el crecimiento en distintas condiciones de cultivo de un consorcio compuesto por tres cepas bacterianas presentes en la mayor parte de las heridas crónicas: *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus epidermidis*. Como objetivo, buscamos definir las condiciones ambientales que influyan en el desarrollo de cada miembro de este consorcio, de manera de controlar su proporción dentro de la comunidad bacteriana y así generar una biopelícula más débil y tratable con los procedimientos antimicrobianos ya utilizados.

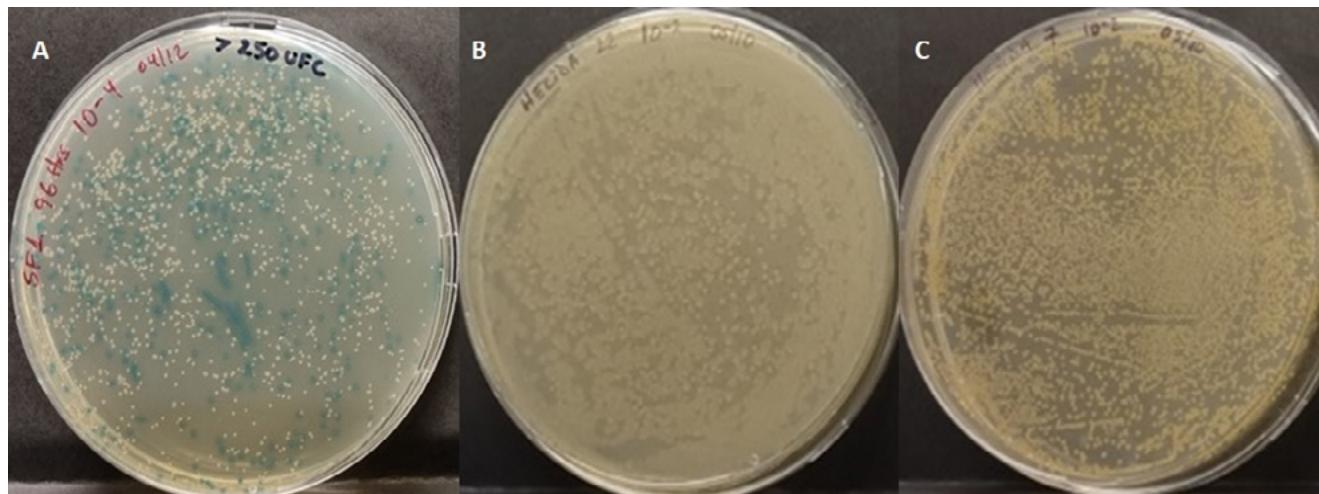
Different microorganisms can generate biofilms in chronic wounds, and it is believed that they contribute to their chronic inflammatory state, delaying or preventing healing. Between 60 and 100% of these wounds show biofilms, which reduce the treatments' efficacy. Therefore, to deal with the development of biofilms and their eradication, debridement is combined with the use of antimicrobial agents in frequent dressings (12). However, many of the treatments applied to date have not been able to efficiently eliminate biofilm formation, making the search for a new procedure imperative.

To this end, it is essential to know the basics of the most commonly used treatments for the healing of chronic wounds to correct and improve them. Different methods are based on understanding the composition of the microbiological consortium and the components of the biofilms' extracellular matrix, including identifying molecules of the quorum sensing system present in the bacterial communities. With this information, the aim is to inhibit biofilm formation through antibiotics or antimicrobial agents (13). However, no study has characterized the existing interactions within a bacterial consortium or if the metabolism of each member of the community is active or passive, which could affect the resistance of the biofilm in chronic wounds.

*Based on the above, we characterized the growth in different culture conditions of a consortium composed of three bacterial strains in most chronic wounds: *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Staphylococcus epidermidis*. As an objective, we seek to define the environmental conditions that influence the development of each member of this consortium to control their proportion within the bacterial community and thus generate a weaker biofilm that can be treated with the antimicrobial procedures already used.*

FIG 2. GROWTH OF A CONSORTIUM BETWEEN *P. AERUGINOSA*, *S. AUERUS*, AND *S. EPIDERMIDIS* IN DIFFERENT GROWTH MATRICES

Growth of the consortium developed on a collagen matrix where the development of *S. aureus* is favored. B and C, the growth of the consortium grown on human skin where the growth of *Staphylococcus* strains is selected. The plate count technique was performed for each assay.



RESULTADOS

Las biopelículas bacterianas que aparecen en las heridas son comunidades estructuradas de microorganismos presentes en el lecho de la lesión, lo que significa un obstáculo para la erradicación de la infección. Las principales bacterias que colonizan las heridas son *P. aeruginosa*, *S. epidermidis* y *S. aureus*, por lo que la formación y estudio de un consorcio compuesto por estos tres microorganismos es relevante para comprender las interacciones bacterianas en una lesión crónica.

Como ensayo inicial se evaluó en medio TSB durante seis horas el crecimiento del consorcio entre *P. aeruginosa*, *S. epidermidis* y *S. aureus* en una razón 1:1:1, iniciando a una concentración de 1×10^6 cel/mL. Mediante la técnica de recuento de placas en medio agar selectivo para cada tipo de bacteria, se observó que la proporción de cada miembro del consorcio varía transcurrido el tiempo de incubación, no manteniéndose la proporción inicial 1:1:1. Esto sugiere que existe un sistema de comunicación bacteriana que favorece el desarrollo de unos miembros en desmedro de otros dentro del consorcio en estudio.

Para identificar si esta respuesta bacteriana es especie-dependiente, se cultivaron las tres cepas en forma independiente en medio TSB por 24 horas a 37 °C para luego, mediante cuantificación por microscopía de campo claro, generar un cultivo en una proporción 1:1:1. El cultivo fue inmediatamente analizado por recuento de placas en medio

RESULTS

*Bacterial biofilms appearing in wounds are structured communities of microorganisms present in the wound bed, which are an obstacle to eradicating infection. The main bacteria that colonize wounds are *P. aeruginosa*, *S. epidermidis*, and *S. aureus*. The formation and study of a consortium composed of these three microorganisms are relevant to understanding bacterial interactions in a chronic lesion.*

*As an initial assay, the consortium's growth between *P. aeruginosa*, *S. epidermidis*, and *S. aureus* was evaluated in TSB medium for six hours at a 1:1:1 ratio, starting at a concentration of 1×10^6 cells/mL. Using the plate counting technique in a selective agar medium for each type of bacteria, it was observed that the proportion of each consortium member varied after the incubation time, and the initial 1:1:1 ratio was not maintained. This suggests that a bacterial communication system favors the development of some members to the detriment of others within the consortium under study.*

*To identify whether this bacterial response is species-dependent, the three strains were grown independently in a TSB medium for 24 hours at 37 °C. Then, by brightfield microscopy quantification, a 1:1:1 ratio culture was generated. The culture was immediately analyzed by plate counting on a selective medium. It was observed that there is a significant variation from the initial ratio, where *P.**

selectivo y se observó que existe una variación significativa respecto a la proporción inicial, dónde *P. aeruginosa* crece mucho menos que las otras dos cepas (fig. 1). Esto indica que la comunicación bacteriana entre estas tres cepas es inmediata y que existen señales inter-especie que estimulan el crecimiento de los *Staphylococcus* o que inhiben el desarrollo de las *Pseudomonas* en las condiciones descritas.

Ensayos in vitro (matriz de colágeno) y ex vivo (piel humana) fueron realizados con el mismo consorcio (*P. aeruginosa*, *S. aureus* y *S. epidermidis* en una proporción 1:1:1, respectivamente) para observar si las condiciones ambientales son determinantes para la proporción del consorcio y el crecimiento de cada bacteria. Los resultados evidenciaron que al cambiar la matriz de crecimiento (condiciones ambientales) la proporción de cada bacteria varía, favoreciendo el crecimiento de una de ellas respecto a las otras (fig. 2). Estos resultados respaldan nuestro objetivo respecto a la búsqueda de condiciones ambientales que permitan controlar el desarrollo de cada miembro de un consorcio bacteriano para la generación de biopelículas que sean sensibles a los tratamientos antimicrobianos existentes.

En conclusión, de acuerdo a estos resultados preliminares, se torna relevante continuar con el estudio de condiciones ambientales que permitan controlar el crecimiento de cada miembro dentro de un consorcio bacteriano, otorgando así la capacidad de manipular el tipo de biopelícula desarrollado.

**aeruginosa* grows much less than the other two strains (Fig. 1). This indicates that bacterial communication between these three strains is immediate. It also suggests that interspecies signals stimulate the growth of *Staphylococcus* or inhibit the development of *Pseudomonas* under the conditions described.*

*In vitro (collagen matrix) and ex vivo (human skin) assays were performed with the same consortium (*P. aeruginosa*, *S. aureus*, and *S. epidermidis* in a 1:1:1 ratio, respectively) to observe whether environmental conditions are determinants for the consortium ratio and growth of each bacterium. The results showed that by changing the growth matrix (environmental conditions), the proportion of each bacterium varies, favoring the growth of one of them over the others (Fig. 2). These results support our objective regarding the search for environmental conditions that allow controlling the development of each member of a bacterial consortium for the generation of biofilms that are sensitive to existing antimicrobial treatments.*

In conclusion, according to these preliminary results, it becomes relevant to continue studying environmental conditions that allow controlling the growth of each member within a bacterial consortium, thus allowing the ability to manipulate the type of biofilm developed.

BIBLIOGRAFÍA

- Van Wolferen, M., Orell, A., & Albers, S. V. (2018). Archaeal biofilm formation. *Nature reviews. Microbiology*, 16(11), 699–713.
- Flemming, H. C., & Wuertz, S. (2019). Bacteria and archaea on Earth and their abundance in biofilms. *Nature reviews. Microbiology*, 17(4), 247–260.
- Costerton, J. W., Stewart, P. S., & Greenberg, E. P. (1999). Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. *Science* (New York, N.Y.), 284(5418), 1318–1322.
- Fong, J. N. C., & Yildiz, F. H. (2015). Biofilm Matrix Proteins. *Microbiology spectrum*, 3(2), 10.1128 / microbiolspec. MB-0004-2014.
- Somers, E. B., Schoeni, J. L., & Wong, A. C. (1994). Effect of trisodium phosphate on biofilm and planktonic cells of *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium*. *International journal of food microbiology*, 22(4), 269–276.
- Zhao Y, Caspers MP, Metselaar KI, de Boer P, Roeselers G, Moeselaar R, Nierop Groot M, Montijn RC, Abree T, Kort R. Abiotic and microbiotic factors controlling biofilm formation by thermophilic sporeformers. *Appl Environ Microbiol*. 2013 Sep;79(18):5652–60.
- Almeida, M., de França, F. Thermophilic and mesophilic bacteria in biofilms associated with corrosion in a heat exchanger. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 15, 439–442 (1999).
- Kuroda, K., Yamamoto, K., Nakai, R., Hirakata, Y., Kubota, K., Nobu, M. K., & Narihiro, T. (2022). Symbiosis between *Candidatus Patescibacteria* and *Archaea* Discovered in Wastewater-Treating Bioreactors. *mBio*, 13(5), e017112.
- Wrede, C., Dreier, A., Kokoschka, S., & Hoppert, M. (2012). *Archaea in symbioses. Archaea* (Vancouver, B.C.), 2012, 596846.
- Goldstein RA. Amino-acid interactions in psychrophiles, mesophiles, thermophiles, and hyperthermophiles: insights from the quasi-chemical approximation. *Protein Sci*. 2007 Sep;16(9):1887–95.
- Shaw GT, Liu AC, Weng CY, Chou CY, Wang D. Inferring microbial interactions in thermophilic and mesophilic anaerobic digestion of hog waste. *PLoS One*. 2017 Jul 21;12(7): e0181395.
- Omar A, Wright JB, Schultz G, Burrell R, Nadworny P. Microbial Biofilms and Chronic Wounds. *Microorganisms*. 2017 Mar 7;5(1):9.
- Omotayo Adeyemo R, Famuyide I, Dzoyem J, Joy M, "Anti-Biofilm, Antibacterial, and Anti-Quorum Sensing Activities of Selected South African Plants Traditionally Used to Treat Diarrhoea", *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, vol. 2022, Article ID 1307801, 12 pages, 2022.

HABLEMOS DE CÁNCER: ¿CUÁL ES EL ROL DE LA GENÉTICA EN EL CÁNCER NO-HEREDITARIO?

Let's Talk Cancer: What is the role of genetics in non-hereditary cancer?



El cáncer es la primera causa de muerte en nuestro país, superando a la mortalidad por enfermedades cardiovasculares. Su incidencia ha ido en aumento en los últimos años, en directa relación con mayores expectativas de vida y el envejecimiento de la población. En Chile, la tasa de natalidad ha ido descendiendo, por lo que la proporción de personas adultas mayores será mucho mayor que lo observado en años anteriores. Estos datos dan sustento para afirmar que la investigación relacionada al cáncer será un imperativo para los años venideros.

El cáncer es una enfermedad crónica que incluso una vez tratada puede volver a aparecer (recurrencia). Puede ser diagnosticado en distintas etapas, cuya clasificación más común es la TNM (Tumor-Nódulos-Metástasis). La clasificación del tumor se refiere al sitio donde se inicia al cáncer; los nódulos, a la infiltración de células cancerígenas en los nódulos linfáticos proximales; y la metástasis hace referencia a que el cáncer primario (sitio inicial) ha llegado a otros tejidos, generando más tumores a lo largo del cuerpo. La combinación de las distintas etapas de TNM da origen a lo que conocemos como estadios I-IV, que también pueden ser subclasiﬁcados (a,b,c).

La sintomatología del cáncer depende del tejido de origen y esto tiene relación con la posibilidad de un diagnóstico temprano. Cánceres como el de mama y de próstata pueden tener un diagnóstico en estadios iniciales por eso se recomienda a las personas un seguimiento a través de mamografías y test de PSA (antígeno prostático) y examen rectal, respectivamente. Otros tipos de cánceres se pueden confundir con patologías más comunes: la acidez estomacal con el cáncer gástrico; y una neumonía con el cáncer de pulmón, lo que hace su diagnóstico más complicado y mayormente en estadios III-IV. Generalmente el tratamiento es la cirugía, así como quimioterapia, radioterapia e incluso terapia hormonal, como es en el cáncer de mama. En otros casos, si hay sospecha de metástasis en algún punto del desarrollo de la enfermedad se debe realizar una resonancia magnética u otras técnicas diagnósticas avanzadas.

Cancer is Chile's leading cause of death, surpassing mortality from cardiovascular diseases. Its incidence has recently increased concerning longer life expectancy and population aging. In Chile, the birth rate has been declining, so the proportion of older people will be much higher than that observed in previous years. These data assert that research related to cancer will be imperative in the coming years.

Cancer is a chronic disease that can recur (recurrence) even once treated. It can be diagnosed at different stages and is the most common classification of TNM (Tumor-Nodule-Metastasis). Tumor classification refers to the site where cancer starts; nodules to the infiltration of cancer cells in the proximal lymph nodes; and metastasis refers to the fact that primary cancer (initial site) has reached other tissues, generating more tumors throughout the body. The combination of the different TNM stages gives rise to what we know as stages I-IV, which can also be subclassified (a,b,c).

The symptomatology of cancer depends on the tissue of origin, which is related to the possibility of an early diagnosis. Cancers such as breast and prostate cancer can be diagnosed in early stages, so people are recommended to be followed up through mammography and PSA (prostate antigen) test and rectal examination, respectively. Other types of cancers can be confused with more common pathologies: heartburn with gastric cancer; and pneumonia with lung cancer, which makes their diagnosis more complicated and mostly in stages III-IV. Generally, the treatment is surgery, chemotherapy, radiotherapy, and even hormonal therapy, as in breast cancer. In other cases, if there is suspicion of metastasis at some point in the development of the disease, an MRI or other advanced diagnostic techniques should be performed.

Cancer is associated with genetic and non-genetic risk factors that influence its development. Non-genetic risk factors include environmental components (e.g., exposure to arsenic and ultraviolet light), infectious agents (e.g., Helicobacter pylori, Epstein-Barr virus), poor diet (e.g., high consumption of red meat and sugar), and even socioeconomic factors such as the possibility of accessing a sound healthcare system.

Por:

Rocío Retamales-Ortega, PhD

Centro de Genética y Genómica

Instituto de Ciencias e Innovación en Medicina (ICIM)

Facultad de Medicina Clínica Alemana Universidad del Desarrollo



FIG 1.
Cell culture work
in the Functional
Genomics
of Cancer
Laboratory.

El cáncer está asociado a factores de riesgo genéticos y no genéticos que influyen en su desarrollo. Dentro de los no genéticos se incluyen componentes ambientales (ej., exposición a arsénico, luz ultravioleta), agentes infecciosos (ej. Helicobacter pylori, virus Epstein-Barr), mala alimentación (ej. alto consumo en carnes rojas y/o azúcar), e incluso factores socioeconómicos como la posibilidad de acceder a un buen sistema de salud.

Ahora, ¿cuál es la biología del cáncer? Primero, casi todos los tejidos pueden dar inicio a un cáncer y los más comunes se originan en células epiteliales, que son aquellas que recubren un tejido para formar un lumen. Por ejemplo, el intestino grueso tiene un lumen por donde pasan las heces, pero muchas veces las células se dañan durante este proceso, generando un rápido recambio de las mismas y si se desregulan se puede dar inicio a un cáncer de colon. Sin embargo, el cáncer es una enfermedad de la cual no se sabe cómo se inicia, pero sí los mecanismos para su desarrollo.

Existe una clasificación para los hitos que dan origen al inicio, desarrollo, progresión y metástasis del cáncer, llamados los "Hallmarks del cáncer"¹, y dentro de éstos el más conocido es la desregulación de la proliferación celular.

Now, what is the biology of cancer? First, almost all tissues can give rise to cancer, and the most common cancers originate in epithelial cells, which line a tissue to form a lumen. For example, the large intestine has a lumen through which feces pass, but the cells are often damaged during this process, generating a rapid replacement of the cells. If they are deregulated, colon cancer can begin. However, cancer is a disease of which it is not known how it starts, but the mechanisms for its development are understood.

There is a classification for the milestones that give rise to the onset, development, progression, and metastasis of cancer called the "Hallmarks of cancer "¹. Among these, the deregulation of cell proliferation is the best known. What does this mean? Some healthy tissue cells accelerate their multiplication rate, producing a more significant number of cells.

Among several other mechanisms, the focus will be on genome instability and mutations, which are part of the genetic factors that influence cancer development. This process can occur for different reasons; among them, the stage in which the DNA is condensed is found. During cell division, their chromosomes or parts can be lost or rearranged

¿Qué quiere decir esto? Que algunas células de un tejido sano aceleran su tasa de multiplicación, produciendo un mayor número de células.

Dentro de varios otros mecanismos, nos centraremos en la inestabilidad del genoma y mutaciones, que son parte de los factores genéticos que influyen en el desarrollo del cáncer. Este proceso se puede dar por distintas razones, entre ellas, encontramos la etapa en que el ADN se encuentra condensado, y durante la división celular, se pueden perder cromosomas o partes de ellos, se re-arreglan (se mezclan o intercambian partes entre distintos cromosomas) e incluso una célula puede tener un cromosoma extra y otro uno menos.

Las mutaciones en el ADN son identificadas porque hay una variante en una ubicación en el ADN (locus), y como un individuo tiene dos cromosomas por sección, entonces puede tener los mismos o distintos nucleótidos, distintos en cada cromosoma para el mismo locus. Por lo tanto, un locus puede tener una o más variantes, y las más comunes son los SNP (Single Nucleotide Polymorphism) en español Polimorfismo Único Nucleótido. Esto quiere decir que hay dos posibles alelos para un locus. Hay mutaciones muy conocidas que dan origen al cáncer hereditario como las que están en el gen BRCA1/2 que está asociada al cáncer de mama. Se sabe que si esta mutación se hereda los descendientes tienen una mayor posibilidad de desarrollarlo.

Otro tipo de cáncer, que es el más común, es el cáncer esporádico. Es aquel que no ha tenido historia personal o familiar de cáncer, es decir, que puede ser el primer caso dentro de una familia, descartando un factor genético único relacionado a la herencia. Es de características complejas, o sea, que pueden incluir factores genéticos, no-genéticos y su interacción, y si bien se relaciona con la genética, tiene un efecto mucho menor que el observado en el cáncer hereditario.

Dentro de los SNPs existen mutaciones que podemos encontrar en el cáncer esporádico: i) Mutaciones germinales: están presentes en todas las células, o sea, alteraciones que se originan en el inicio de la vida, cuando se desarrolla el embrión; y ii) Mutaciones somáticas, que se producen cuando ya existe una diferenciación celular y molecular en los tejidos, por lo que solo se pueden obtener desde el tejido cancerígeno que se quiere evaluar.

Las mutaciones germinales tienen un rol importante en el inicio del cáncer, desde que inician las primeras alteraciones celulares (displasia) hasta que las células ya tienen un rol cancerígeno. Por

(components are mixed or exchanged between different chromosomes). Even one cell can have an extra chromosome and another one less.

Mutations in DNA are identified because there is a variant at a location in the DNA (locus). Since an individual has two chromosomes per section, it can have the same or different nucleotides in each chromosome for the same locus. Therefore, a locus can have one or more variants, and the most common are SNPs (Single Nucleotide Polymorphism). This means that there are two possible alleles for a locus. There are well-known mutations that give rise to hereditary cancer, such as those in the BRCA1/2 gene associated with breast cancer. It is known that if this mutation is inherited, the descendants have a greater chance of developing it.

Another type of cancer, which is the most common, is sporadic cancer. It is the one that has not had a personal or family history of cancer. That is to say; it may be the first case within a family, ruling out a single genetic factor related to heredity. It has complex characteristics, including genetic and non-genetic factors and their interaction. Although it is related to genetics, it has a much lesser effect than that observed in hereditary cancer.

Within the SNPs, some mutations can be found in sporadic cancer: i) germline mutations: which are present in all cells, that is, alterations that originate at the beginning of life when the embryo develops; and ii) somatic mutations, which occur when there is already cellular and molecular differentiation in the tissues, so they can only be obtained from the cancerous tissue to be evaluated.

Germline mutations play an essential role in the onset of cancer, from when the first cellular alterations (dysplasia) begin until the cells already have a carcinogenic role. On the other hand, somatic mutations are more involved in cancer development and differentiation.

Many types of germline mutations have been described, some for cancer in general and others for a single type, but no consensus has been reached across regions on the role of each. This is because it has been observed that different population groups have other mutations and that some strongly associated with one cancer are not in another population.

A study carried out by one of the largest cancer databases in the world called "The Cancer Genome Atlas (TCGA)" of the National Cancer Institute of the United States published the genetic variability that exists within same cancer among different populations, and this occurred in cancers such



otro lado, las mutaciones somáticas, están más involucradas en el desarrollo y diferenciación del cáncer.

Se han descrito muchos tipos de mutaciones germinales, algunas para el cáncer en general y otras para un solo tipo, pero no se ha llegado a un consenso a través de las distintas regiones sobre el rol de cada una. Esto se debe a que se ha observado que los distintos grupos poblacionales tienen diferencias en las mutaciones y que algunas que están fuertemente asociadas con un cáncer, en otra población no lo están.

Un estudio realizado por una de las bases de datos más grandes del mundo del cáncer llamada "The Cancer Genome Atlas (TCGA)" del National Cancer Institute de Estados Unidos, publicó la variabilidad genética que existe dentro de un mismo cáncer entre distintas poblaciones, y esto ocurrió en cánceres como el de mama y gástrico. Esto confirma la importancia de realizar estudios con

as breast and gastric cancer. This confirms the importance of conducting studies with data from our people to understand cancer's biology better.

In the Laboratory of Functional Genomics of Cancer of the Center for Genetics and Genomics of the Institute of Science and Innovation in Medicine (ICIM) of the Faculty of Medicine Clínica Alemana Universidad del Desarrollo, we study Chilean patients with cancer to understand biological mechanisms that help us to understand the predisposition, development better and even infer cancer treatments. We do this work from different points of view, working with germline and somatic variants, cell culture tools (Figure 1), and bioinformatic analysis (Figure 2).

Using germline genetic variants could allow us to establish whether an individual is at risk of developing a disease (Figure 2). An early diagnosis could be made by employing a panel of genetic markers. However, as mentioned, it has

datos de nuestra población para poder entender mejor la biología del cáncer.

En el Laboratorio de Genómica Funcional del Cáncer del Centro de Genética y Genómica del Instituto de Ciencias e Innovación en Medicina (ICIM) de la Facultad de Medicina Clínica Alemana Universidad del Desarrollo, estudiamos pacientes chilenos con cáncer con el fin de comprender mecanismos biológicos que nos ayuden a entender mejor la predisposición, desarrollo e incluso inferir tratamientos para del cáncer. Este trabajo lo hacemos desde distintos puntos de vista, trabajando con variantes germinales, somáticas, herramientas de cultivos celulares (Figura 1) y análisis bioinformático (Figura 2).

El uso de las variantes genéticas germinales nos podría permitir establecer si un individuo tiene riesgo a desarrollar una enfermedad (Figura 2), y mediante un panel de marcadores genéticos se podría realizar un diagnóstico temprano. Sin embargo, tal como se comentó, se ha observado que las poblaciones tienen distintas variantes de riesgo, por lo que es necesario determinar cuáles son las que podrían predecir el riesgo en nuestra población.

En nuestro laboratorio se está utilizando una cohorte de pacientes oncológicos chilenos para hacer este tipo de estudios. Luego de identificar las variantes germinales, ¿cómo se puede determinar el riesgo que tiene un individuo a desarrollar algún tipo de cáncer? Esto es posible mediante modelos matemáticos que permiten predecir el riesgo de desarrollar cáncer, utilizando ecuaciones que incluyen variables genéticas.

Los modelos de riesgo que son más exactos incluyen tanto variables genéticas como no-genéticas (ej. clínicas), pero no es tan fácil acceder a ambos tipos de datos. Estos modelos son herramientas importantes, ya que la mayoría de los cánceres que tienen una baja tasa de mortalidad se debe a su diagnóstico temprano, que permite tratar la enfermedad en sus estadios iniciales. Cabe explicar que tener estas variantes genéticas germinales no es determinante para desarrollar cáncer, sino que significa que puede haber un aumento en la probabilidad de padecerlo. Sin embargo, el tener esta información puede ayudar a la persona a evitar algunos factores no-genéticos que podrían incidir en el desarrollo del cáncer.

BIBLIOGRAFÍA

Hanahan, D. Cancer Discov. 2022 Jan;12(1):31-46. DOI: 10.1158/2159-8290.CD-21-1059.

been observed that populations have different risk variants, so it is necessary to determine which are the ones that could predict the risk in our people.

In our laboratory, we use a cohort of Chilean oncology patients to carry out this study. After identifying the germline variants, how can we determine an individual's risk of developing cancer? This is possible by utilizing mathematical models that predict the risk of developing cancer, using equations that include genetic variables.

The most accurate risk models include genetic and non-genetic (e.g. clinical) variables, but it is not as easy to access both data types. These models are essential tools since most cancers with a low mortality rate are due to their early diagnosis, allowing the disease to be treated in its early stages. It should be made clear that having these germline genetic variants is not a determinant for developing cancer but rather means that there may be an increase in the probability of suffering from it. However, having this information can help the person avoid some non-genetic factors that could influence cancer development.

On the other hand, our laboratory also studies somatic genetic variants to develop models that will allow us to evaluate cancer progression since they play an essential role in response to treatment and survival, among others.

Due to their genetic variability, somatic variants have also been studied in different populations, and our cohort is no exception. The need to access samples of different types of cancers to have a genetic profile of our oncology patients has been corroborated. It has been observed that both cancer treatments and the doses used do not work in the same way in different populations. Understanding why this occurs would be an essential tool for establishing more efficient lines of treatment.

In summary, germline and somatic variants, which do not cause hereditary cancer, play a predominant role in sporadic cancer, and understanding the biology of the disease will make it possible to generate tools and establish public policies that improve the quality of life of cancer patients.



ANTICUERPOS NEUTRALIZANTES CONTRA SARS-COV-2 EN LA POBLACIÓN CHILENA

Neutralizing antibodies against SARS-CoV-2 in the Chilean population

Por:

Juan Hormazábal, PhD

Programa Hantavirus y Zoonosis Instituto de Ciencias e Innovación en Medicina (ICIM) Facultad de Medicina Clínica Alemana Universidad del Desarrollo

Fueron varios los desafíos que se presentaron para enfrentar e intentar controlar la pandemia del SARS-CoV-2. En un escenario inicial, lo más apremiante fue su diagnóstico temprano para intentar contener el virus mediante el aislamiento de las personas que cursaron COVID19, evitando potenciales brotes y por ende, limitando su propagación. El Instituto de Ciencias e Innovación en Medicina (ICIM), en un continuo esfuerzo, contribuyó activamente a la capacidad científica para el diagnóstico molecular, y realizó grandes estudios epidemiológicos que buscaban conocer la seroprevalencia de la población contra el SARS-CoV-2, es decir, si ante una infección se generan defensas a través de la producción de anticuerpos.

A casi un año de los primeros brotes de COVID19 a nivel mundial, surgieron las primeras versiones de vacunas diseñadas contra la variante original de SARS-CoV-2 con el fin de generar protección mediante la presentación de antígenos virales a las células de nuestro sistema inmune. Así, en respuesta a esta exposición, se comienzan a crear anticuerpos que detienen la entrada del virus y su posterior replicación, logrando evitar en mayor medida un cuadro clínico severo de COVID19. No obstante, la continua aparición de variantes del SARS-CoV-2 y la disminución de los niveles de anticuerpos de la inmunidad natural e inducida por vacunas que se da con el paso del tiempo (disminución significativa alrededor de los 6 meses), genera escenarios que mantienen la susceptibilidad de la población y el riesgo de brotes.

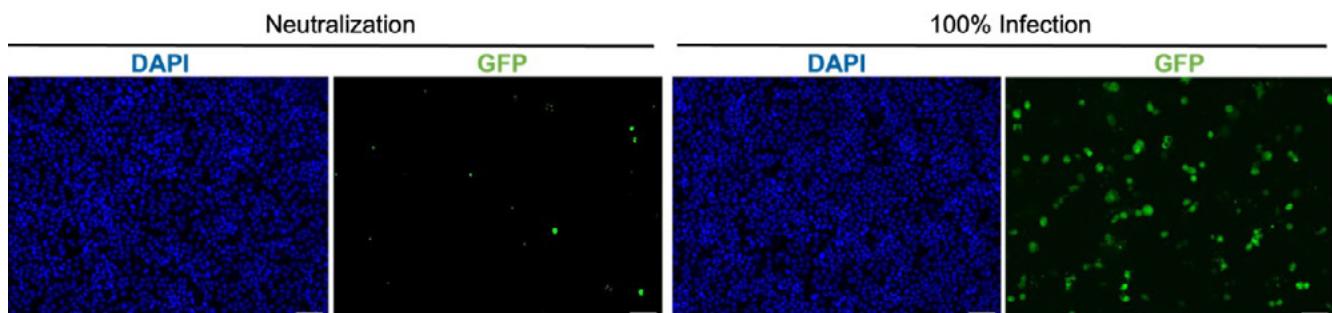
En Chile, hubo brotes que pusieron al límite la capacidad del sistema de salud. Paralelamente, la campaña de vacunación fue una de las mejores a nivel mundial, por lo que estudiar la respuesta inmune humoral (producción de anticuerpos) se volvió esencial para entender cuánto dura nuestra inmu-

*T*here were several challenges to face and try to control the SARS-CoV-2 pandemic. In an initial scenario, the most pressing issue was early diagnosis to try to contain the virus by isolating people who had COVID-19, thus avoiding potential outbreaks and limiting the spread of the virus. The ICIM, in a continuous effort, actively contributed to the scientific capacity for molecular diagnosis and carried out extensive epidemiological studies that sought to know the seroprevalence against SARS-CoV-2 in the population, i.e., whether an infection generated defenses through the production of antibodies. Almost a year after the first outbreaks of COVID-19 worldwide, the first versions of vaccines designed against the original variant of SARS-CoV-2 were released.

These vaccines aim to generate protection by presenting viral antigens to the cells of our immune system. In response to this exposure, they create antibodies that stop the entry of the virus and its subsequent replication. However, the continuous appearance of SARS-CoV-2 variants, together with the decrease in the levels of antibodies of natural and vaccine-induced immunity over time (significant reduction at around six months), generates scenarios that maintain the susceptibility of the population and the risk of outbreaks. In Chile, some outbreaks put the health system's capacity to the limit, while in parallel, the vaccination campaign was one of the best worldwide, so studying the humoral immune response (production of antibodies) became essential to understand how long our immunity lasts and of course, also contribute with information to decision-making regarding vaccination plans and schedules.

Within the universe of antibodies that our vaccine-activated immune system cells can generate, there is a type that can recognize and specifically bind to the SARS-CoV-2 Spike protein, a binding that blocks the ability of the virus to infect

FIG 1.



The images show the DAPI dye (which stain the nucleus of all cells) and GFP signal (which are cells already infected) of 1 of 16 acquired images for two conditions, complete neutralization (virus with COVID19+ serum; left panel) and 100% infection (Virus without COVID19+ serum; right panel). 10X objective.

nidad y contribuir con información a la toma de decisiones respecto a planes y esquemas de vacunación.

Dentro del universo de anticuerpos que pueden generar nuestras células del sistema inmune activado por vacunas, existe un tipo que tiene la capacidad de reconocer y unirse de manera específica a la proteína Spike del SARS-CoV-2. Esta unión bloquea la capacidad del virus para infectar a las células, quedando a la deriva para ser fagocitado por células del sistema inmune y finalmente eliminar la infección viral. De esta manera, se torna determinante la presencia de anticuerpos neutralizantes -denominados NAbs, por sus siglas en inglés para Neutralizing Antibodies- para la progresión de pacientes con COVID19.

La determinación de NAbs es una estrategia bien conocida para comprender la evolución de la inmunidad contra ciertas enfermedades. Durante los dos últimos años, estos anticuerpos han sido ampliamente utilizados para explorar la progresión del SARS-CoV-2 y su presencia se correlaciona con cierto grado de inmunidad, dependiendo de los niveles de NAbs de cada individuo.

Es en este contexto, desde el ICIM y el Programa de Hantavirus y Zoonosis, se profundizó en el desarrollo de tecnologías que permitieron montar una rápida respuesta a preguntas urgentes, como por ejemplo, ¿Qué poblaciones carecen de protección?, ¿Cuál es el nivel de anticuerpos

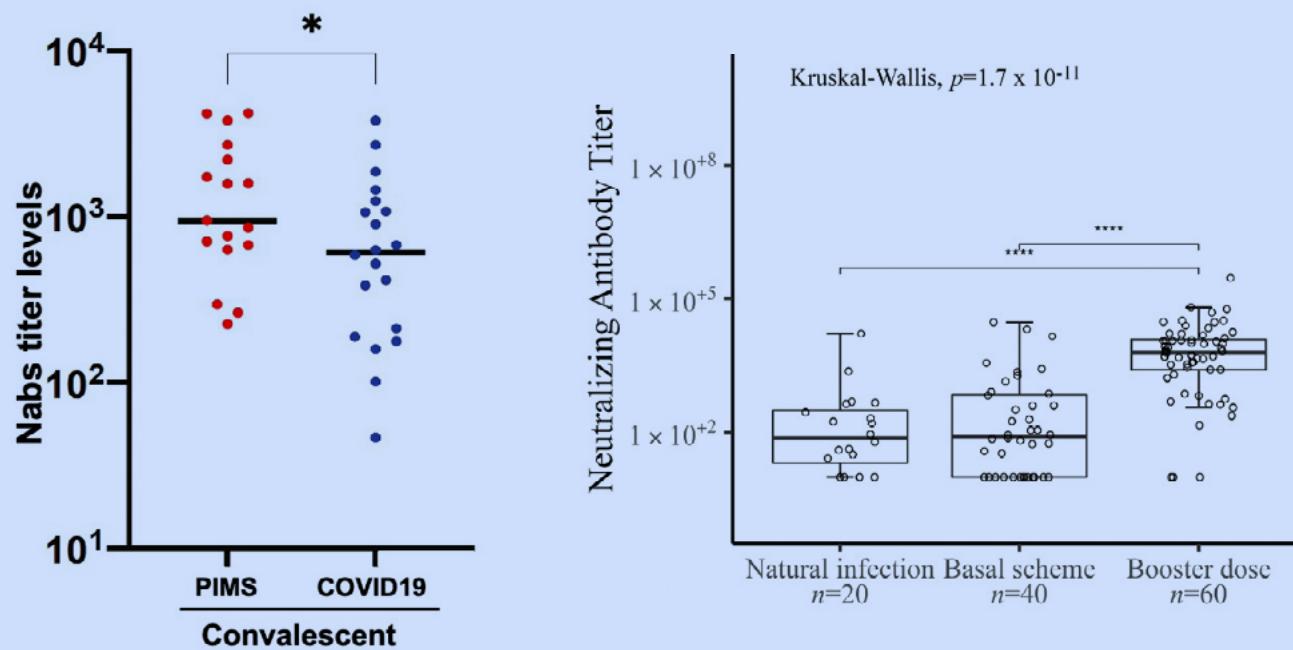
cells, leaving it adrift to be phagocytosed by immune system cells and finally eliminate the viral infection. Thus, neutralizing antibodies (NAbs) are crucial for the progression of patients with COVID-19.

The presence of neutralizing antibodies (NAbs) is thus determinant for the progression of patients with COVID-19. Determination of NAbs is a well-known strategy for understanding the evolution of immunity against certain diseases. During the last two years, NAbs have been widely used to explore the progression of SARS-CoV-2, and their presence correlates with a certain degree of immunity, depending on the NAbs levels of each individual.

In this context, from ICIM and the Hantavirus and Zoonosis Program, we deepened the development of technologies that allowed us to mount a rapid response and answer urgent questions. For example: Which populations lack protection? What is the level of total antibodies that confer protection? Are these levels different if obtained by natural infection or by vaccination? What is the level of whole antibodies that confer protection?

Given the vast previous experiences in the management of high-risk viral pathogens such as hantavirus, and by making knowledge and technologies available, we were able to quickly and efficiently implement the use of viral pseudotypes for the measurement of NAbs, but this time to understand the humoral immune response of patients with COVID-19. In general terms,

FIG 2 y 3.



totales que nos confieren protección?, ¿Son estos niveles distintos si se obtienen por una infección natural o por vacunación?.

Gracias a la vasta experiencia previa en el manejo de patógenos virales de alto riesgo -como el hantavirus-, y poniendo a disposición conocimientos y tecnologías, pusimos en marcha de manera rápida y eficaz el uso de pseudotipos virales para la medición de NAbs, pero esta vez para entender la respuesta inmune humoral de los pacientes que cursaron COVID19.

En términos generales, utilizamos la estructura viral de la estomatitis vesicular (previamente usada en nuestra línea de investigación e inocuo para humanos), la cual se modificó genéticamente para producir una proteína fluorescente verde llamada GFP (Green Fluorescent Protein) cuando una célula esté infectada por el virus, lo que nos permitió observar y cuantificar las células en ese estado.

Este pseudovirus es adicionalmente complementado con la proteína Spike del SARS-CoV-2, proteína estructural que tiene el primer contacto y permite la entrada a la célula blanco, un mecanismo que también se reproduce para la entrada viral del SARS-CoV-2 a las células.

Para medir la neutralización específica de la entrada viral, pre-incubamos sueros de una muestra de sangre de pacientes que tuvieron COVID-19 o bien, vacunados contra SARS-CoV-2. Si alguno de estos sueros presenta NAbs, debieran unirse a la proteína del virus y neutralizar su infección, lo que se traduce en ausencia de la señal de fluorescencia en las células blanco (Fig1.). Finalmente, cuantificamos la inhibición de la entrada viral, lo que permitió calcular el porcentaje de neutralización para cada suero de paciente.

Medimos los anticuerpos neutralizantes de manera cuantitativa. Esto permitió, en un esfuerzo en conjunto con investigadoras del Programa de Inmunología Traslacional, evidenciar que los niños con Síndrome Inflamatorio Multisistémico Pediátrico (PIMS, por sus siglas en inglés Pediatric Inflammatory Multisystemic Syndrome), -pese a que presentaron niveles más altos de anticuerpos neutralizantes en comparación a un grupo de individuos adultos que cursaron COVID-19 (Fig2.),-, tenían síntomas inflamatorios que persisten más allá de una fase aguda, atribuidos en mayor medida a una deficiencia en la respuesta de inmunidad celular. En estos pacientes, se identificaron diferencias en biomarcadores claves para contribuir a su correcto diagnóstico y potenciales tratamientos terapéuticos.

we use the viral structure of vesicular stomatitis virus (previously used in our line of research and harmless to humans), which has been genetically modified to produce a green fluorescent protein (GFP). Once the virus infects a cell, it will begin to make the GFP, which emits a green fluorescence that allows us to observe the number of cells infected. This pseudovirus is additionally complemented with the SARS-CoV-2 Spike protein (a structural protein that has the first contact and allows entry into the target cell), reproducing the mechanism of SARS-CoV-2 viral entry into cells. To measure the specific neutralization of viral entry, we pre-incubated sera from a blood sample of patients who had either COVID-19 or were vaccinated against SARS-CoV-2, with the objective that if this serum presents NAbs, they should bind to the virus protein and neutralize its infection, which translates into an absence of the fluorescence signal in the target cells (Fig1.). Finally, we quantified the inhibition of viral entry, which allowed us to calculate the percentage of neutralization for each patient's serum.

We were able to measure neutralizing antibodies quantitatively. In a joint effort with researchers from the translational immunology program, our team demonstrated that the symptoms of children with Pediatric Inflammatory Multisystemic Syndrome (PIMS) persist beyond the acute phase, despite having higher levels of neutralizing antibodies compared to a group of adult individuals with COVID-19 (Fig2.). This finding can be attributed to a deficiency in the cell-mediated immune response. Differences in crucial biomarkers were identified in these PIMS patients to contribute to their correct diagnosis and potential treatments.

On the other hand, the measurement of neutralizing antibodies also allows us to evaluate the efficacy of vaccines. In an interdisciplinary work involving the Universidad de Talca, Universidad de La Frontera, and UDD, from a subgroup of the population that participated in previous seroprevalence studies, we described and demonstrated that people with natural infection had a similar level of NAbs compared to people vaccinated with the basal schemes (double dose Coronavac or double dose Pfizer). However, the NAbs levels in both groups, natural infection, and basal schedules, were significantly lower than those of people with booster doses (evaluated programs: Coronavac-Coronavac-Oxford Aztrazeneca; Coronavac-Coronavac-Pfizer; Pfizer-Pfizer-Pfizer-Pfizer), independent of the vaccination schedule received, which reinforced the importance of universal vaccination that confers greater protection to the population (Fig3.).

Por otro lado, la medición de anticuerpos neutralizantes también permitió evaluar la eficacia de vacunas, un trabajo interdisciplinario que involucró a la Universidad de Talca, la Universidad de La Frontera y a la UDD. Desde un subgrupo de la población que participó en los estudios de seroprevalencia previos, demostró que las personas con infección natural tenían un nivel similar de NABs en comparación con quienes se vacunaron con los esquemas basales (doble dosis Coronavac o doble dosis Pfizer). Sin embargo, en ambos grupos -infección natural y esquemas basales-, los niveles de NABs fueron significativamente inferiores a los de las personas con dosis de refuerzo (esquemas evaluados: Coronavac-Coronavac-Oxford Aztrazeneca; Coronavac-Coronavac-Pfizer; Pfizer-Pfizer-Pfizer), independiente del esquema de vacunación recibido. Este hecho reforzó la importancia de la vacunación universal que le confiere a la población una mayor protección (Fig3.).

En el último tiempo dirigimos y extendimos la investigación a poblaciones de riesgo, como individuos inmunodeficientes, donde en colaboración con el Programa de Inmunogenética e Inmunología Traslacional estudiamos la eficacia de vacunas en

pacientes trasplantados renales y crónicos de patología renal. Lo que encontramos fue una menor respuesta inmune celular y humoral en pacientes con enfermedad crónica renal después de un esquema de vacunación basal, niveles que mejoran sustancialmente después de recibir una vacuna de refuerzo. Con estos resultados, concluimos que una dosis de refuerzo de la vacuna con ARNm de SARS-CoV-2 en pacientes con patología renal crónica mejora las respuestas inmunitarias con respecto a lo observado tras un esquema de vacunación basal.

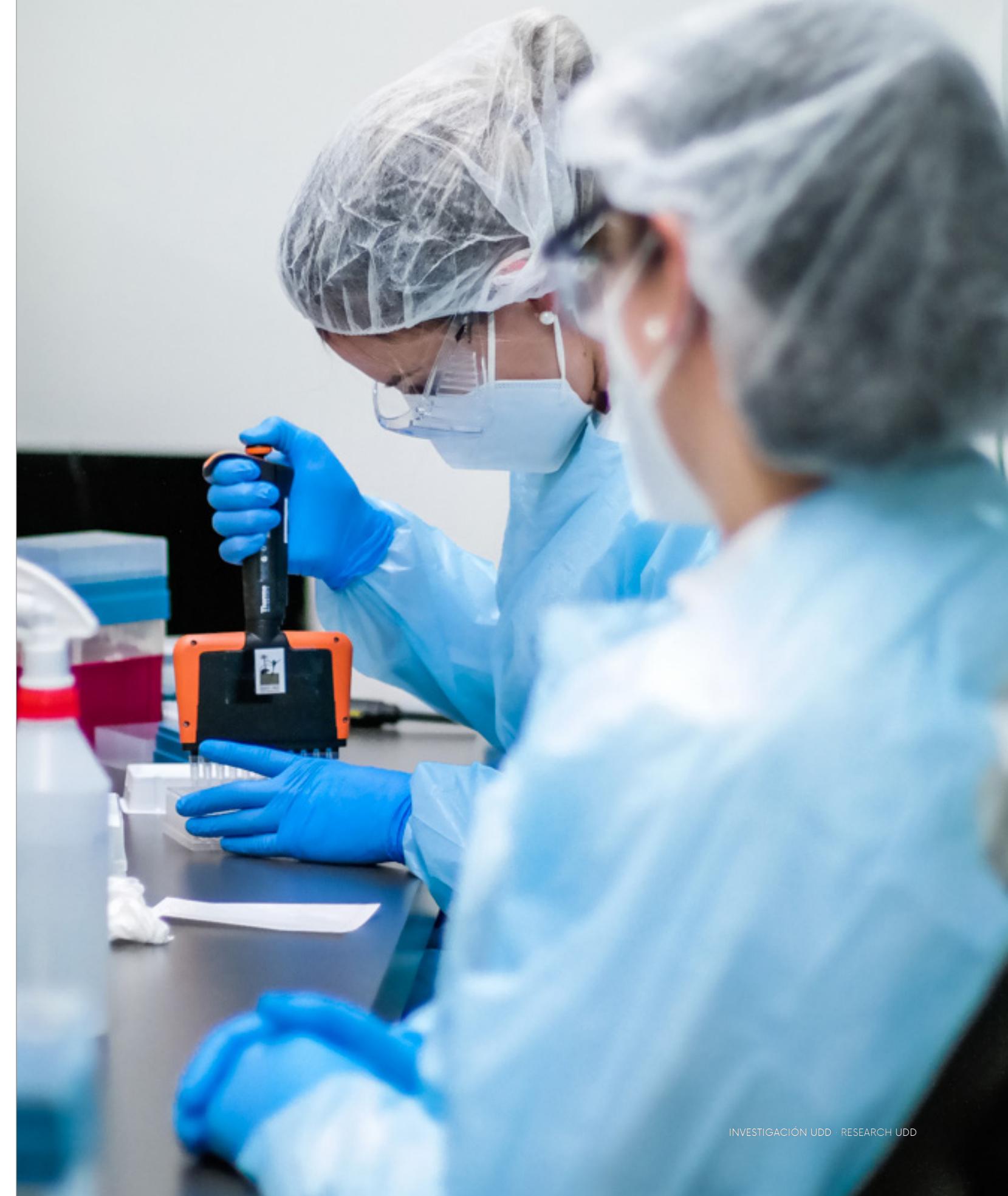
Por otra parte, evaluamos la eficacia de vacunas en individuos con tratamiento para VIH, pacientes inmunodeficientes en los que es fundamental saber si la respuesta inmune será suficiente para conferirles inmunidad contra el SARS-CoV-2.

Desde el Programa de Hantavirus y Zoonosis seguimos comprometidos a aportar con nuestra experiencia en virología, herramientas, y tecnologías que continúen generando nuevos conocimientos e información que contribuyan a políticas de salud pública y a la población chilena en general, especialmente a grupos de riesgo susceptibles al COVID19.

In recent years we have directed and extended our research to at-risk populations such as immunodeficient individuals. In collaboration with the immunogenetics and translational immunology program, we study the efficacy of vaccines in patients with renal transplants and chronic renal pathology.

After a basal vaccination schedule, we found a lower proportion of cellular and humoral immune responses in patients with chronic renal disease. These levels substantially improved after receiving a booster vaccination. With these results, we conclude that a booster dose of the SARS-CoV-2 mRNA vaccine in patients with chronic kidney disease improves immune responses compared to what was observed after a basal vaccination schedule. On the other hand, we have had the opportunity to evaluate the efficacy of vaccines in individuals with HIV treatment. In these immunodeficient patients, it is essential to know whether the immune response they mount will be sufficient to confer immunity against SARS-CoV-2.

Undoubtedly, from the Hantavirus and Zoonosis program, we remain committed to contribute and contribute with all our experience in virology, tools, and technologies that continue to generate new knowledge and information that continue to contribute to public health policies and the Chilean population in general, especially people at risk susceptible to COVID-19.



PROYECTOS INTERDISCIPLINARIOS 2023

INTERDISCIPLINARY PROJECTS 2023

INSTITUCIÓN QUE FINANCIAS	TIPO DE CONCURSO	FACULTAD PPAL / FACULTAD ASOCIADA	UDD_RESEARCHER	COINV_UDD	NOMBRE PROYECTO	AÑO
ANID	FONDAP - CENTROS DE EXCELENCIA	Ingeniería / Economía y Negocios	Diego Andrés Rivera Salazar	Alex Oriel Godoy Faundez, Roberto Daniel Ponce Oliva, Diego Andrés Rivera Salazar	Water Research Center for Agriculture and Mining (CRHIAM).	2013
ANID	FONDECYT REGULAR	Gobierno / Psicología	Francisco Javier Zamorano Mendieta	Jaime Silva Concha, Pablo Ernesto Billeke Bobadilla, Carlos Andrés Rodríguez Sickert	Mecanismos cognitivos y neurobiológicos de la cohesión social: fútbol como modelo de afiliación y conflictividad intergrupal.	2018
ANID	FONDECYT REGULAR	Medicina / Psicología	Baltica Beatriz Cabieses Valdes	Baltica Beatriz Cabieses Valdés	Efectos de la percepción de discriminación y trato injusto en obesidad y síndrome metabólico: Mecanismos psicológicos y fisiológicos en un estudio longitudinal.	2018
ANID	FONDECYT REGULAR	Derecho / Economía y Negocios	Julio Álvear Tellez	Vesna Véronica Mandakovic Pizarro	El abuso de la libertad de empresa en los contratos de adhesión. Un análisis integral de las cláusulas abusivas de consumo (2008-2018).	2018
ANID	FONDEF IDEA	Medicina / Educacion	Anna Christina Pinheiro Fernandes	Anna Christina Pinheiro Fernandes	Desarrollo, Escalamiento Validación de un sistema integrado de intervenciones en escolares en alimentación, actividad física y entorno comunitario en ciudades del sur.	2018
ANID	FONDEF IDEA	Medicina / Gobierno	Orozimba Iris Delgado Becerra	Maurizio Giorgio Mario Mattoli Chiavarelli,Ximena Paz Aguilera Sanhueza,Mauricio Ivan Apablaza Salinas,Marcelo Ariel Lopetegui Lazo	Optimización de la capacidad predictiva del examen de medicina preventiva del adulto mayor (empam) a través del desarrollo de una herramienta digital y el uso machine learning	2019

INSTITUCIÓN QUE FINANCIAS	TIPO DE CONCURSO	FACULTAD PPAL / FACULTAD ASOCIADA	UDD_RESEARCHER	COINV_UDD	NOMBRE PROYECTO	AÑO
ANID	FONIS	Gobierno / Medicina	Pablo Ernesto Billeke Bobadilla	Leonie Margarita Kausel Kamp, Mauricio Alejandro Aspe Sanchez, Paula Andrea Muñoz Venturelli	Evaluación de una terapia de rehabilitación cognitiva basada en el entrenamiento de oscilaciones cerebrales en pacientes con Deterioro Cognitivo Leve.	2019
UDD	Concurso interfacultades	Psicologia / Medicina	Gabriel Eduardo Reyes Muñoz	Karena Alexandra Espinoza Saavedra	MetaKids-II: Rol de la coordinación diádica en la regulación del estrés en infantes.	2020
UDD	Concurso interfacultades	Educacion / Gobierno	Magdalena Fernandez Hermosilla	Mauricio Alejandro Bravo Rojas	Confianza en las escuelas chilenas .	2020
UDD	Concurso interfacultades	Diseño / Medicina	Nataly Roxana Silva Gonzalez	Jessica Isabel Martinez Arenas	Composito antimicrobiano en base a papel y nanopartículas metálicas obtenidos mediante síntesis in situ asistida por ultrasonido y potencial aplicación en envase primario de frutillas.	2020
UDD - Empresas Nacionales	Fondo interno interdisciplinaria empresa UDD	FEN / Ingeniería	Maria Loreto Bravo Celedon	Jorge Cristian Echeverria Valenzuela	Estimación de participación de COPEC en el mercado de gasolina.	2020
UDD - Empresas Nacionales	Fondo interno interdisciplinaria empresa UDD	Derecho / Ingeniería/ Economía y Negocios	Camila Boettiger Philipp	Diego Jesus Rivera Jimenez,Roberto Daniel Ponce Oliva	Hacia un modelo de tarifa progresiva en el sector sanitario.	2020
UDD - Empresas Nacionales	Fondo interno interdisciplinaria empresa UDD	Medicina / Clinica Alemana	Flavio Rigoberto Carrion Arriagada	Daniel Matias Ernst Diaz	Desarrollo y validación de un ensayo de potencia para Células Madre Mesenquimales como criterio de liberación para su uso en ensayos clínicos avanzados.	2020
UDD - Empresas Nacionales	Fondo interno interdisciplinaria empresa UDD	Diseño / Medicina	Nataly Roxana Silva Gonzalez	Jessica Isabel Martinez Arenas	Diseño y validación del proceso productivo para la generación de bobinas de papel con partículas de cobre con potenciales aplicaciones como barrera superficial para la transmisión fomite de SARS-CoV-2.	2020
Otros Fondos Publicos	GORE FIC BIO BIO	Diseño / Ingeniería	Francisco Jose Del Desposito San Martin	Paulina Del Pilar Contreras Correa,Alex Oriel Godoy Faundez	RED BÍOS DISEÑO E INNOVACIÓN SOSTENIBLE	2020

INSTITUCIÓN QUE FINANCIAS	TIPO DE CONCURSO	FACULTAD PPAL / FACULTAD ASOCIADA	UDD_RESEARCHER	COINV_UDD	NOMBRE PROYECTO	AÑO
ANID	Desarrollo de capacidades institucionales para gestionar conocimiento de información científica y datos de investigación, ines ciencia abierta	Gobierno / Dirección de Investigación y Doctorados	Marie Denise Saint Jean Matzen	Jose Antonio Muñoz Reyes	Integración del acceso abierto dentro de la cultura de investigación de la Universidad del Desarrollo. Un programa de implementación, capacitación y monitorización con impacto institucional y nacional".	2021
ANID	FONDECYT INICIACION	Diseño / Medicina	Nataly Roxana Silva Gonzalez	Jessica Isabel Martinez Arenas	Design of modified paper substrates with metallic nanoparticles and cyclodextrins for remediation and detection of organic pollutants.	2021
ANID	FONDECYT REGULAR	Ingeniería / Medicina	Juan Antonio Ugalde Casanova		Establishing a long-term observatory of the urban microbiome and antimicrobial resistance in Chile.	2021
ANID	FONDECYT REGULAR	Medicina / Derecho	Claudia Andrea Silva Dittborn		Ciudadanías emergentes y organización social migrante desde el centro-sur de Chile: imaginarios y demandas en el nuevo marco institucional.	2021
ANID	FONIS	Medicina / Ingeniería	Macarena Soledad Hirmas Aduay		Salud digital y personas mayores: una exploración al uso actual y oportunidades de optimización en Chile"	2021
Otros Fondos Publicos	GORE FIC BIO BIO	Ingeniería / Ciencias de la Salud	Felipe Fabian Baesler Abufarde		Laboratorio Tecnologio para Salud del Adulto Mayor	2021
ANID	Concurso de proyectos de exploración	Ingeniería / Educación	Mauricio Roberto Calderon Nettle	Mauricio Roberto Calderon Nettle	"The late paleozoic accretion of tectonostratigraphic terranes to the southwest gondwana margin : A test in southern Chile".	2022
UDD	Concurso interfacultades 2022	Psicología / Medicina	Jaime Silva Concha	Paula Andrea Farias Rodriguez	¿Todo lo que necesitas es OT?: El rol de las representaciones de apego en la relación de la oxitocina (OT) y los cuidados sensibles de madres con sintomatología depresiva.	2022
UDD	Concurso interfacultades 2022	Clinica Alemana / Medicina	Paola Rossana Campodonico Galdames	Rene Ramon Lopez Hernandez	Caracterización farmacocinética y farmacodinámica de ceftazidima/avibactam en suero y en líquido intersticial de pacientes críticos con infección por bacilos Gram negativos multirresistentes	2022

INSTITUCIÓN QUE FINANCIAS	TIPO DE CONCURSO	FACULTAD PPAL / FACULTAD ASOCIADA	UDD_RESEARCHER	COINV_UDD	NOMBRE PROYECTO	AÑO
UDD	Concurso interfacultades 2022	Ingeniería / Medicina	Mauricio Andrés Varas Valdes	Ricardo Arnoldo Ronco Macchiavello	Diseño y programación óptimo de rutas para la hospitalización domiciliaria: el caso del Hospital Padre Hurtado.	2022
ANID	Fomento a la vinculacion internacional para instituciones de investigacion	Derecho / Economía y Negocios/ Ingeniería	Camila Boettiger Philipps		"Caudales mínimos e información de usos en aguas superficiales: experiencias y desafíos en Chile y California (minimum flows and information of water uses in superficial waters: experiences and challenges in Chile and California)".	2022
ANID	FONDEF IDEA I+D	Ingeniería / Ciencias de la Salud	Gabriel Alfonso Candia Agusti,Maria Loreto Bravo Celedon		Plataforma de simulación y evaluación del riesgo para la gestión integrada y planificación óptima de recursos críticos en redes de salud de emergencia para enfrentar condiciones extremas en la demanda hospitalaria.	2022
ANID	FONDEF IDEA I+D	Medicina / Ingeniería	Christina Schuh	Jessica Isabel Martinez Arenas	Silk-PEV: A novel nano-delivery based wound gel to reduce inflammation and scarring in second degree burn wounds.	2022
ANID	FONDEF IDEA I+D	Psicología / Salud /Educación	Jaime Andrés Alfaro Inzunza	Ana Loreto Ditzel Lacoa	Programa Multidimensional de Promoción del Bienestar en la Escuela" (ProgMPBE).	2022
ANID	FONDEF IDEA I+D	Ingeniería / Educación	Cristian Esteban Candia Vallejos	Cristian Esteban Candia Vallejos	Admisión universitaria más allá de la selección.	2022
ANID	FONDEQUIP	Gobierno / Medicina	Pablo Ernesto Billeke Bobadilla	Pablo Ernesto Billeke Bobadilla	Implementación del Laboratorio de Neurorrehabilitación Cognitiva.	2022
ANID	FONIS	Medicina / Ciencias de la Salud / Gobierno Ingeniería / Psicología	Paola Andrea Rubilar Ramirez		Exposición a arsénico y su asociación con citoquinas pro inflamatorias en niños nacidos entre 2013-2016 de la ciudad de Arica.	2022
Otros fondos públicos	GORE FIC metropolitano	Arquitectura Economía y Negocios / Gobierno	Francisca Adriana Astaburuaga Orchard		Plataforma de compensaciones para la recuperación ecológica y social de los cerros isla en Santiago.	2022
Otros fondos públicos	GORE FIC metropolitano	iCubo / Economía y Negocios / Diseño / Ingeniería	Rodrigo Francisco Gajardo Valdes		"Modelo de laboratorio abierto para la innovación interdisciplinaria y el emprendimiento en para potenciar el capital territorial de la región".	2022

INSTITUCIÓN QUE FINANCIAS	TIPO DE CONCURSO	FACULTAD PPAL / FACULTAD ASOCIADA	UDD_RESEARCHER	COINV_UDD	NOMBRE PROYECTO	AÑO
Anid	PAI - subvención a la instalación en la academia	Medicina / Psicología / Ciencias de la Salud	Lorena Hoffmeister Arce, Miguel Angel Cordero Vega		Construcción de cohortes virtuales poblacionales con estándares de localización, accesibilidad, integración y reutilización; aplicación a cohorte infantil en el área sur-oriente de la RM.	2022
Anid	PAI - subvención a la instalación en la academia	FEN / Economía y Negocios	Felipe Antonio Vasquez Lavin, Nelyda Aurora Campos Requena		Sustentabilidad empresarial y Preferencias del consumidor.	2022
Empresas internacionales	Pfizer Chile S.A.	Medicina / Ciencias de la Salud	Paula Andrea Muñoz Venturelli		Inflammatory predictors of COVID-19 long-lasting neurological symptoms.	2022
Empresas nacionales	Pontificia Universidad Católica de Chile	Medicina / Medicina	Andrea Ingrid Schilling Redlich		Estudio clínico fase 2, randomizado, doble ciego, para evaluar la superioridad en inmunogenicidad de una dosis de refuerzo con vacuna Ómicron o con vacuna trivalente (cepa ancestral y variantes Delta y Ómicron), comparadas con CoronaVac (cepa ancestral), en adultos que han recibido dos dosis de refuerzo en distintos esquemas vacunales contra SARS-CoV-2 en Chile.	2022
Anid	Centros de excelencia en áreas prioritarias	Medicina / Ingeniería / Psicología	Johanna Patricia Acevedo Romo	Johanna Patricia Acevedo Romo	Centro para la prevención y el control del cáncer (cecan).	2022
UDD	Concurso Interfacultades	Medicina / Ingeniería	Paola Andrea Rubilar Ramirez	Zoe Louise Fleming .	Aire, suelo y agua: exposiciones medioambientales y salud comunitaria en La Pintana.	2023
UDD	Concurso Interfacultades	Gobierno / Psicología	Jose Antonio Muñoz Reyes	Francisca Cuevas	Bienestar en la relación humano-animal: Desarrollo de competencias socioemocionales en adolescentes chilenos a través de un programa de actividades asistidas con animales.	2023
UDD	Concurso Interfacultades	Psicología / Medicina	Soledad Coo Calcagni	Fabiola Ximena Marin Garrido	Factores protectores y de riesgo en el establecimiento de una lactancia exclusiva satisfactoria desde la perspectiva materna: Análisis de variables fisiológicas y socioemocionales.	2023

INSTITUCIÓN QUE FINANCIAS	TIPO DE CONCURSO	FACULTAD PPAL / FACULTAD ASOCIADA	UDD_RESEARCHER	COINV_UDD	NOMBRE PROYECTO	AÑO
UDD	Concurso Interfacultades	Psicología / Educación	Jorge Javier Varela Torres	Kiomi Matsumoto Royo	Elaboración, aplicación y evaluación de un programa integral de habilidades socio emocionales para estudiantes de 5to y 6to básico de enseñanza.	2023
UDD	Concurso Interno 2022	Psicología / Ingeniería	Felipe Eduardo Rojas Thomas		Un enfoque basado en machine learning para predecir nivel de estrés a partir de características extraídas de múltiples medidas electrofisiológicas.	2023
UDD	Concurso Interno 2022	Comunicaciones / Ingeniería	Nairbis Desiree Sibrian Diaz		Exposición a discursos de odio en medios y redes sociales de comunidades migrantes en Chile.	2023
ANID	FONDECYT Postdoctorado	Gobierno / Psicología	Pablo Polo Rodrigo		Altruismo competitivo como señal de estatus y el rol de las estrategias reproductivas en su expresión en hombres y mujeres.	2023
ANID	FONDECYT Postdoctorado	Diseño / ciencias de la Salud	Nataly Roxana Silva Gonzalez		Diseño y elaboración de un nuevo dispositivo analítico electroquímico basado en papel para la determinación de dopamina.	2023
UDD	Concurso Interfacultades	Medicina / Ingeniería	Paola Andrea Rubilar Ramirez	Zoe Louise Fleming .	Aire, suelo y agua: exposiciones medioambientales y salud comunitaria en La Pintana.	2023
UDD	Concurso Interfacultades	Gobierno / Psicología	Jose Antonio Muñoz Reyes	Francisca Cuevas	Bienestar en la relación humano-animal: Desarrollo de competencias socioemocionales en adolescentes chilenos a través de un programa de actividades asistidas con animales.	2023
UDD	Concurso Interfacultades	Psicología / Medicina	Soledad Coo Calcagni	Fabiola Ximena Marin Garrido	Factores protectores y de riesgo en el establecimiento de una lactancia exclusiva satisfactoria desde la perspectiva materna: Análisis de variables fisiológicas y socioemocionales.	2023
UDD	Concurso Interfacultades	Psicología / Educación	Jorge Javier Varela Torres	Kiomi Matsumoto Royo	Elaboración, aplicación y evaluación de un programa integral de habilidades socio emocionales para estudiantes de 5to y 6to básico de enseñanza	2023

NUEVOS INVESTIGADORES

NEW RESEARCHERS

Durante el último periodo se han sumado a la UDD los siguientes profesores investigadores y postdoctorales:

Throughout the last period, the following researchers and postdoctorals have joined UDD:

PROFESORES INVESTIGADORES REGULARES REGULAR RESEARCH PROFESSORS

FACULTAD DE MEDICINA - FACULTY OF MEDICINE



ANDREA SCHILLING REDLICH

Médico Ginecóloga de Adolescentes de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.



MIGUEL CORDERO VEGA

Doctor Salud Poblacional, Universidad de Bristol, Reino Unido.



LORENA HOFFMEISTER ARCE

Doctora en Ciencias de la Salud Servicio de Evaluación y Epidemiología del Hospital del Mar-Parc de Salut Mar, España.



JOHANNA ACEVEDO

Enfermera-matrona Magíster en Epidemiología y Magíster en Administración de Empresa-MBA, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile..



MARÍA LAURA AUÉD

Cirujana Plástica Reconstructiva y Estética. Magíster en Bioética, Universidad del Desarrollo, Chile.



ERICK VALDÉS MEZA

Doctor en Filosofía, Postdoctorado en Bioética, Universidad de Georgetown, Estados Unidos.

FACULTAD DE DERECHO - FACULTY OF LAW



LILIAN SAN MARTÍN NEIRA

Doctora en Leyes, Università di Roma Tor Vergata, Italia.



PEDRO GOIC MARTINIC

Doctor en Ciencias Jurídicas, Derecho Civil, Comercial y Concursal, Università degli Studi di Siena, Italia.

PRORRECTORÍA FARO



JAQUELINE DUSSAILANT CHRISTIE

Doctora en Historia, Pontificia Universidad Católica, Chile.



MARÍA PAZ RAVEAU MORALES

Doctora en Ciencias de la Complejidad Social, UDD.



VÍCTOR ESPINOSA LOYOLA

Doctor en Economía por la Universidad Rey Juan Carlos, España.



FELIPE SCHWEMBER AUGIER

Doctor en Filosofía, Universidad de Navarra, España.



PABLO PANIAGUA PRIETO

Doctor en Economía Política, Universidad de Londres, Inglaterra.



MIGUEL FERNÁNDEZ PLAZA

Doctor en Ciencia Política, Universidad de Boston, Estados Unidos.

PRORRECTORÍA FARO



**EDUARDO FUENTES
CARO**

Doctor en Filosofía, Universidad de Los Andes, Chile.

FACULTAD DE INGENIERÍA -
FACULTY OF ENGINEERING

**JOSÉ IGNACIO
GUZMÁN**

Doctor en Ciencias Técnicas, Instituto Técnico José Martí, Cuba.

VICERRECTORÍA DID



**ANDREA
GAJARDO**

PhD in Neuropsychology and Cognitive Neuroscience, University College London, Reino Unido, 2018.

FACULTAD DE COMUNICACIONES -
FACULTY OF COMMUNICATIONS

**MARÍA JOSÉ
LABRADOR**

Doctora en Comunicación, Universidad Complutense de Madrid, España.

FACULTAD DE ECONOMÍA Y NEGOCIOS - FACULTY OF ECONOMY AND BUSINESS



**TOMÁS SANTA
MARÍA**

Doctor en Sustentabilidad y Gestión de la Innovación, Universidad de Graz, Austria. PhD in Sustainability and Innovation Management. University of Graz, Austria.



**NELYDA
CAMPOS**

Ph.D. Macquarie University y Doctor en Economía y Negocios, UDD.



**CLAUDIO
AQUEVEQUE
TORRES**

Ph.D. en Business Administration, Universidad Bocconi, Italia.

LIBROS, CAPÍTULOS DE LIBROS Y NUEVAS PUBLICACIONES

BOOKS, BOOK CHAPTERS AND NEW PUBLICATIONS



**INVESTIGACIÓN Y PRÁCTICA EN
CONTEXTOS CLÍNICOS Y DE LA
SALUD (PP.197-206)**

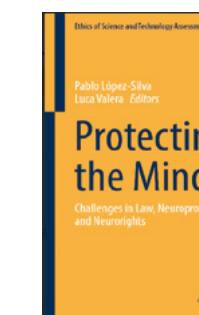
Author: Rodríguez Rivas, Matías; Martínez-Martínez, Ana María; Fernández Campoy, Juan Miguel; Collado Soler, Rocío; Rodríguez Ferrer, José Miguel; Manzano León, Ana; Díaz-López, María del Pilar; Molina-Alonso, Laura.

Publisher: Urano
Year: 2022



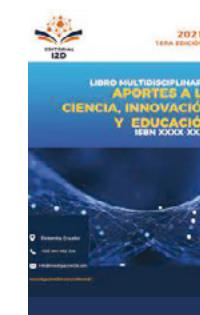
**INVESTIGANDO LA SALUD A LO LARGO
DEL CICLO VITAL: NUEVOS RETOS Y
ACTUALIZACIONES**

Author: Rodríguez Ferrer, José Miguel; Manzano León, Ana; Díaz-López, María del Pilar; Molina-Alonso, Laura; Rodríguez Rivas, Matías; Martínez Martínez, Ana María; Fernández Campoy, Juan; Collado Soler, Rocío.
Publisher: Dykinson
Year: 2022



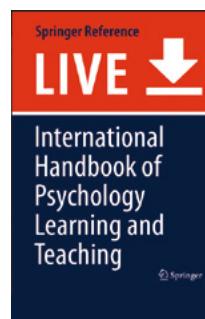
**PROTECTING THE MIND: CHALLENGES
IN LAW, NEUROPROTECTION,
AND NEURORIGHTS**

Author: Álamos, Florencia; Kausel, Leonie; Baselga-Garriga, Clara; Ramos, Paulina; Aboitiz, Francisco; Uribe-Etxebarria, Xabier; Yuste, Rafael.
Publisher: Springer
Year: 2022



**APORTES A LA CIENCIA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN**

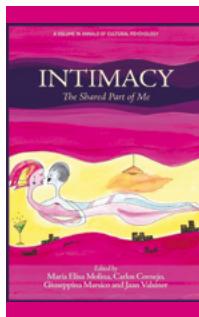
Editors: Tautiva, J. A., Romero, M. G., Rivera, F. R., & Barragán, C.
Publisher: Riobamba: Editorial I2D
Year: 2022


INTERNATIONAL HANDBOOK OF PSYCHOLOGY LEARNING AND TEACHING

Author: Molina, M.E., Fossa, P., Hojman, V.
Publisher: Springer International
Year: 2022


ACERCAMIENTO MULTIDISCIPLINAR PARA LA INVESTIGACIÓN E INTERVENCIÓN EN CONTEXTOS EDUCATIVOS

Author: Manzano León, Ana; Díaz-López, María del Pilar; Molina-Alonso, Laura; Rodríguez Rivas, Matías; Martínez-Martínez, Ana María; Fernández Campoy, Juan Miguel; Collado Soler, Rocío; Rodríguez Ferrer, José Miguel.
Publisher: Dykinson
Year: 2022


INTIMACY: THE SHARED PART OF ME

Author: Fossa, P. & Pacheco
Publisher: IAP publishing.
Year: 2022


INVESTIGACIÓN Y PRÁCTICA EN CONTEXTOS CLÍNICOS Y DE LA SALUD

Author: Molina-Alonso, Laura; Rodríguez Rivas, Matías; Martínez-Martínez, Ana María; Fernández Campoy, Juan Miguel; Collado Soler, Rocío; Rodríguez Ferrer, José Miguel; Manzano León, Ana; Díaz-López, María del Pilar.
Publisher: Dykinson
Year: 2022


ACERCAMIENTO MULTIDISCIPLINAR PARA LA INVESTIGACIÓN E INTERVENCIÓN EN CONTEXTOS EDUCATIVOS

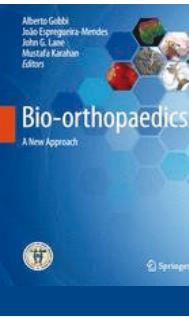
Author: Díaz-López, María del Pilar; Molina-Alonso, Laura; Rodríguez Rivas, Matías; Martínez-Martínez, Ana María; Fernández Campoy, Juan Miguel; Collado Soler, Rocío; Rodríguez Ferrer, José Miguel; Manzano León, Ana.
Publisher: Dykinson
Year: 2022


NEW PERSPECTIVES ON MIND-WANDERING

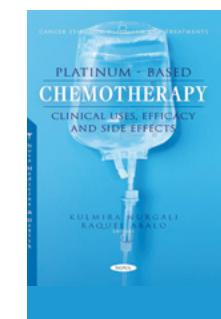
Editors: González, N., García-Huidobro, C., Fossa, P.
Publisher: Springer
Year: 2022


LA RUTA DEL MEDICAMENTO EN CHILE

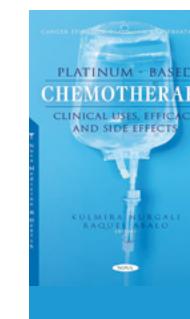
Director: Castillo-Laborde C, Matute I., Aguilera X.
Year: 2022


ORTHOBIOLOGICS

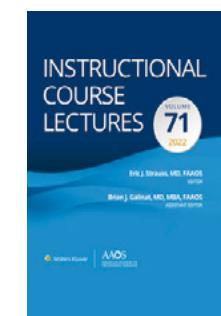
Director: Figueroa, D., Guiloff, R., Figueroa, F.
Publisher: Springer
Year: 2022


PLATINUM-BASED CHEMOTHERAPY: CLINICAL USES, EFFICACY AND SIDE EFFECTS

Editor: Ignacio A. Cortés-Fuentes, Mauricio Retamal Lucero and Juan G. Gormaz.
Publisher: Newly Published Books, Nova Medicine and Health, Oncology
Year: 2022


PLATINUM-BASED CHEMOTHERAPY: CLINICAL USES, EFFICACY AND SIDE EFFECTS

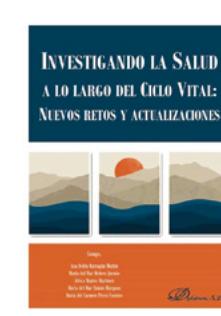
Author: Mauricio A. Retamal, Ignacio A. Cortés-Fuentes, Juan G. Gormaz and Paola R. Campodónico.
Publisher: Newly Published Books, Nova Medicine and Health, Oncology
Year: 2022


INSTRUCTIONAL COURSE LECTURES (VOL.71)

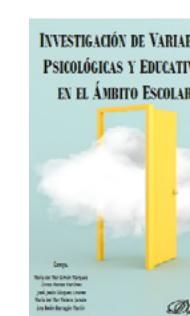
Editors: Figueroa D, Figueroa F.
Publisher: Wolters Kluwer
Year: 2022


PROPIUESTA DE UN MODELO DE PLANIFICACIONES DOCENTES EN LAS ASIGNATURAS LENGUAJE Y COMUNICACIÓN, MATEMÁTICAS, HISTORIA, GEOGRAFÍA Y CIENCIAS SOCIALES, SEGUNDO A QUINTO BÁSICO

Editors: Anna Christina Pinheiro Fernandes; Trinidad Ríos Salas ; Daiana Aparecida Quintiliano Scarpelli Dourado; Mónica Suárez Reyes.
Publisher: Editorial USACH
Year: 2022


INVESTIGANDO LA SALUD A LO LARGO DEL CICLO VITAL: NUEVOS RETOS Y ACTUALIZACIONES

Author: Anna Christina Pinheiro Fernandes; Trinidad Ríos Salas ; Daiana Aparecida Quintiliano Scarpelli Dourado; Mónica Suárez Reyes.
Publisher: Editorial USACH
Year: 2022


INVESTIGACIÓN DE VARIABLES PSICOLÓGICAS Y EDUCATIVAS EN EL ÁMBITO ESCOLAR

Author: Collado Soler, Rocío; Rodríguez Ferrer, José Miguel; Manzano León, Ana; Díaz-López, María del Pilar; Molina-Alonso, Laura; Rodríguez Rivas, Matías; Martínez-Martínez, Ana María; Fernández Campoy, Juan.
Publisher: Dykinson
Year: 2022



