

Nº 5 / Abril 2019

**Boletín
Política
Comercial y
Ambiental**



**KONRAD
ADENAUER
STIFTUNG**



Los nuevos desafíos tecnológicos para las políticas sobre conservación de la biodiversidad y recursos genéticos

Manuel Ruiz Muller, SPDA

Índice

Introducción	3
Las nuevas tecnologías y su aplicación a la investigación y desarrollo en biodiversidad y recursos genéticos	4
El alcance de las políticas públicas y la normativa internacional	5
Ejemplos de su aplicación alrededor del mundo	7
Los retos y desafíos para los países de la región (Sudamérica).....	9
Conclusiones	10
Recomendaciones	11
Referencias	12

Introducción

Como pocas veces en la historia, resulta un verdadero reto mantenerse al día o relativamente al día, con relación a las nuevas tecnologías que se desarrollan y utilizan en el mundo de la conservación de la biodiversidad y utilización de los recursos genéticos. La sorprendente biotecnología de los años ochenta y que deslumbro con su potencial a la humanidad, ha dado lugar a lo que algunos denominan una Cuarta Revolución Industrial que se define como "... un cambio transformativo en las capacidades tecnológicas y de data combinadas con la fusión del mundo digital, físico y biológico ...". La genómica, proteómica, edición de genes, proteómica, biología sintética, inteligencia artificial, blockchain, entre otras herramientas, están transformando la manera de hacer investigación y desarrollo (I+D) y generar bienes y servicios en prácticamente todos los sectores de las actividades humanas. Este quinto número de la serie Boletín en Política Comercial y Ambiental analiza la relevancia de estos desarrollos desde la perspectiva de las políticas públicas internacionales y los marcos normativos y su relevancia para la región sudamericana en particular.

Las nuevas tecnologías y su aplicación a la investigación y desarrollo en biodiversidad y recursos genéticos

Las referidas tecnologías tienen aplicaciones muy concretas en la realidad. No se trata de proyecciones o expectativas. En la actualidad, todas se están utilizando en diferentes campos relacionados con la conservación y el desarrollo sostenible en general. No siendo el objeto de este documento de política hacer un análisis exhaustivo de cada tecnología, vale la pena hacer un repaso de las múltiples posibilidades en diferentes campos.

La proteómica, por ejemplo, permite el análisis en gran escala de las proteínas, su estructura y función. Se utiliza extensivamente en el diagnóstico de enfermedades en plantas, animales y humanos y para la identificación de las interacciones entre plantas e insectos para entender el funcionamiento de los ecosistemas.² Los “gene drives” o sistemas de genética dirigida son una variante de la ingeniería genética que permite la propagación de determinado tipo de genes entre una población determinada. Esto permite, entre otros, la alteración de insectos portadores de enfermedades o mutaciones inversas en insectos que confieren resistencia a los pesticidas y herbicidas. La nano-biotecnología es una rama de la nanotecnología que usa nanopartículas a modo de sensores o el transporte de biomoléculas en sistemas celulares, con aplicaciones especialmente relevantes en la inmunoterapia y en el saneamiento y purificación de aguas residuales.³ La edición de genes (o edición de genomas) por su parte, implica la inserción, eliminación o el reemplazo de ADN en un sitio específico en el genoma de un organismo o célula. Generalmente se logra en un laboratorio que utiliza nucleasas diseñados o tijeras moleculares. Las tecnologías de edición de genes incluyen CRISPR-Cas9, ZFNs o TALENs. Esta tecnología se aplica extensivamente en tratamientos médicos y terapias y en mejoramiento de cultivos agrícolas.⁴ En la convergencia entre la biología, la química y la física, se tiene a la biología sintética, que permite el diseño y construcción de partes, dispositivos y sistemas biológicos realmente nuevos y el rediseño de sistemas biológicos naturales existentes para fines útiles. Sus aplicaciones prácticas se encuentran en la producción de biocombustibles y fibras poliméricas, la síntesis de productos naturales y en el campo de la biomedicina.⁵ A su vez, “blockchain” es una suerte de lista creciente de datos que se acumulan en “bloques” y se vinculan y aseguran mediante criptología, que la hace particularmente resistente a modificaciones de dicha data. Blockchain permite registrar transacciones de manera eficiente y verificable de forma indefinida. Es especialmente relevante para el caso de almacenamiento de data genómica y médica y para la creación de contratos inteligentes.⁶ Finalmente, aunque para nada es una lista exhaustiva, la impresión molecular 3D permite combinar células, factores de crecimiento y biomateriales para fabricar piezas biomédicas que imiten al máximo características naturales de los tejidos – con usos evidentes en el desarrollo de órganos artificiales y de tejidos humanos para la reparación y el reemplazo.⁷

A modo de síntesis y herramienta integradora que puede combinar igualmente la tecnología de la información, inteligencia artificial, “big data” (uso masivo de datos), la estadística, la biología y ciencias naturales en general, la bioinformática se ha convertido en una disciplina extremadamente potente e indispensable en el arsenal de la ciencia para entender la naturaleza y el entorno en todos sus niveles – genes, poblaciones y especies y ecosistemas.

El alcance de las políticas públicas y la normativa internacional

En los últimos años se ha hecho mucho más evidente el retraso que existe entre la comprensión de estas tecnologías y disciplinas desde el “sector” de la política pública y normatividad, y el avance incesante en sus desarrollos. Resulta especialmente interesante comprobar cómo las múltiples dimensiones de estas tecnologías y disciplinas se vinculan con temas tales como las patentes y los derechos de autor, el acceso a los recursos genéticos y la bioseguridad.

Diferentes foros e instituciones abordan diferentes aspectos de estas tecnologías. La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), como entidad con competencias globales para tratar temas de propiedad intelectual, ha estado especialmente activa en el análisis de cómo las herramientas de la propiedad intelectual, especialmente las patentes de invención, los derechos de autor y secretos empresariales deben adaptarse para proteger estas tecnologías y a sus creadores. Esto requiere equilibrarse con las necesidades de los países en desarrollo, aún poco interesados y capacitados para utilizar y aplicar estas tecnologías.⁸ Para ello, la Agenda para el Desarrollo de la OMPI (2007) busca, precisamente, analizar la manera en la que la propiedad intelectual puede tener impactos positivos pero en ocasiones igualmente negativos en las posibilidades de desarrollo tecnológico de los países, especialmente aquellos con menores capacidades tecnológicas y humanas para generar, gestionar y utilizar tecnologías como las descritas.⁹

La Organización Mundial para la Salud (OMS) también ha tenido interés creciente en temas vinculados al desarrollo de estas tecnologías y sus impactos en la salud. Por ejemplo, hace uno años se suscitó un intenso debate sobre las implicancias de la información genética, a propósito de líneas del virus de la influenza, incluyendo la dimensión del acceso y la distribución de beneficios generados a partir de la utilización de estas líneas y los principios del Protocolo de Nagoya en este contexto. Como resultado de esto, la OMS aprobó en 2012 el documento “Preparación para un Gripe Endémica: Marco para el Intercambio de Virus Gripales y el Acceso a las Vacunas y otros Beneficios”, que establece los principios básicos para compartir esas líneas de virus para la investigación y el desarrollo.¹⁰

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB, 1992) y el Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios (2010) han sido especialmente importantes como instrumentos para visibilizar las diferentes tensiones e intereses entre países, la industria, el sector académico y otros actores. La regla básica que promueven estos dos instrumentos internacionales es, en términos sencillos: así como es necesario facilitar el acceso a los recursos genéticos y otros componentes biológicos para la investigación y desarrollo, se deben igualmente compartir de manera justa y equitativa los beneficios que se derivan de dicho acceso, incluyendo a través del acceso a la biotecnología y otras tecnologías relevantes. Este principio aparentemente “sencillo”, es objeto de grandes debates y controversia en tanto el “demonio está en los detalles”. Para empezar, los desarrollos tecnológicos descritos en la sección anterior han trastocado enormemente la discusión en la medida que el elemento biológico material, tangible, empieza a perder relevancia frente a la dimensión informacional que se “extrae” de lo material y permite que la investigación y desarrollo se realice.¹¹ Los conceptos de “información genética digital” o “información natural” plantean un desafío aún por resolverse para políticas públicas y normas que buscan desarrollar los principios del CDB y del Protocolo de Nagoya, especialmente por la imposibilidad práctica de controlar flujos de información y

siquiera empezar a entender las dimensiones de las bases de datos ya existentes con dicha información.¹²

El Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO (2001) tampoco ha escapado de las discusiones sobre los avances tecnológicos y el significado de los “recursos genéticos” en el marco de este nuevo paradigma. Desde 2016 en adelante, tanto la Secretaría del Tratado como la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura han realizado sendas investigaciones para explorar las implicancias de la información genética digital, biología sintética, genómica, etc. sobre el propio Tratado y sus reglas y principios de acceso y participación en beneficios. De hecho hay un proceso en marcha para mejorar el sistema multilateral de participación en los beneficios derivados del acceso y uso de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, especialmente en su dimensión de beneficios monetarios, que han sido casi inexistentes, más allá de los aportes voluntarios de los países.¹³ Hay especial interés en el rol que juegan las bases de datos y la disponibilidad de data e información genética con relación a la propiedad intelectual y posibilidad de prever una distribución justa y equitativa de beneficios.¹⁴

La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (UNCLOS), también ha iniciado su propio debate interno para evaluar la necesidad de desarrollar un instrumento *ad hoc* para regular el acceso y la utilización de recursos genéticos marinos. El potencial de la bioprospección en los mares, incluyendo en ambientes extremos de los fondos marinos, es muy considerable y las actividades que se llevan a cabo crecientes. Ante esta situación, y dado que muchas de estas actividades ocurren en zonas donde no hay jurisdicciones nacionales propiamente, el diseño de políticas públicas coherentes y principios regulatorios es esencial.¹⁵

Lo que resulta sorprendente dentro de esta “fotografía” institucional internacional es que no se hubiera reparado antes sobre el elemento informacional como crítico en los procesos de investigación y desarrollo sobre recursos genéticos y componentes biológicos o bioquímicos en general (p.ej. moléculas, encimas, proteínas, etc.). Desde tiempos de Darwin y Mendel había cierta intuición sobre esta dimensión informacional, que luego fue definitivamente corroborada con los descubrimientos de Watson y Crick sobre la estructura del ADN y su funcionamiento. Más aún, las disciplinas plenamente establecidas de la economía de la información (por la cual se han otorgado Premios Nóbel) y la propia reflexión sobre los principios de la propiedad intelectual, debieron llevar mucho más rápido a entender que el verdadero objeto de acceso *no es lo material*, sino la dimensión informacional como esencial en la investigación y desarrollo y en la aplicación de las diferentes tecnologías descritas en la sección anterior. Para algunos, este fue un error fundacional del CDB al definir recursos genéticos como “material”, y que solo recientemente empieza a percibirse en sus implicancias.¹⁶

Ejemplos de su aplicación alrededor del mundo

Escapa largamente los alcances de este Boletín de Política Comercial y Ambiental realizar un mapeo siquiera preliminar de los ejemplos concreto en los cuales estas tecnologías se están utilizando, pero hay un caso particularmente relevante que integra de alguna manera todas o algunas de ellas, así como los elementos institucionales y de políticas que se han ido planteando.

En 2018 el Foro Económico Mundial (DAVOS) lanzó el Proyecto Biogenoma de la Tierra que en términos simples tiene por finalidad mapear y secuenciar los genomas de todas las especies de plantas, animales, y organismos unicelulares, empezando por la Amazonía. Pretende almacenar esos datos e información en el Banco de Códigos de la Tierra, entre otros repositorios internacionales de reconocido prestigio.¹⁷

Sobre la base de los avances del Proyecto Genoma Humano impulsado por el Instituto Nacional de Salud de EEUU de Norteamérica, el Proyecto Biogenoma es un esfuerzo masivo por contribuir a la conservación de la biodiversidad global, generar conocimientos científicos y, especialmente, aprovechar los recursos genéticos y componentes biológicos para generar bienes y servicios en una multiplicidad de campos.

El Proyecto Biogenoma está liderado por algunas de las más importantes y prestigiosas universidades y centros de investigación del mundo, tanto de países desarrollados como en desarrollo, incluyendo el Centro de Investigación de Sao Paulo (Brasil), el Instituto de Genómica de Beijing (China) el Departamento de Agricultura y el Instituto Smithsonian (EEUU), los Reales Jardines Botánicos (Reino Unido), entre otros, agrupados en un consorcio colaborativo de alto nivel.

Como es evidente, este esfuerzo colaborativo demanda de múltiples disciplinas y tecnologías para poder llevarse a cabo, incluyendo las más notorias como la bioinformática, genómica, proteómica, Inteligencia Artificial y el uso y gestión masiva de datos (Big Data), solamente para empezar. Un punto particularmente interesante y que el Proyecto Biogenoma resalta es la posibilidad de aplicar “blockchain” como herramienta para cumplir con los principios y reglas de ABS y del Protocolo de Nagoya en particular. Para cumplir con las exigencias de “consentimiento informado previo” y “términos mutuamente convenidos” en el campo de las acciones de recolección de muestras y para hacer el seguimiento del cumplimiento de la participación en los beneficios, se plantea que contratos a través de “blockchain” podrían servir para transparentar y garantizar la seguridad jurídica requerida para llevar adelante actividades de recolección de recursos genéticos y componentes biológicos en los países, para empezar, en la cuenca amazónica.

Esta iniciativa es interesante porque ayuda a formular una serie de preguntas relacionadas con su proceso de implementación. Por ejemplo, ¿qué niveles de accesibilidad habrá para la información genética digital almacenada en el Banco de Códigos de la Tierra o el Banco de Códigos de la Amazonía? ¿qué tipo de propiedad intelectual podría invocarse para la protección de estos datos e información o sus repositorios? ¿cómo se podrá determinar el origen de los especímenes y, posteriormente, la data o información para fines de cumplimiento con el Protocolo de Nagoya y las reglas de ABS en general? ¿es aplicable el Protocolo de Nagoya? ¿cómo se materializará la participación justa y equitativa de beneficios? Estas son algunas de las preguntas que podrían plantearse a este proyecto en

particular pero que tienen un alcance mayor en tanto serían igualmente aplicables a otras iniciativas similares. Nótese que se trata de un esfuerzo donde la dimensión informacional aparece como el activo central, objeto de interés – que ciertamente permite impactos en el campo de la conservación a nivel de especies y ecosistemas.

En última instancia, siguen siendo relevantes preguntas profundas sobre: ¿quién tiene derechos y controla esta información y las tecnologías que permiten su aprovechamiento?¹⁸ Casi como reflejo de los debates de los años noventa, estas interrogantes se complejizan por la propia naturaleza de la información – diseminada y difusa- y la imposibilidad práctica de invocar soberanía sobre la misma. Es decir ¿de qué sirve a un país como el Perú invocar soberanía sobre una secuencia de genes de una especie determinada, que además se encuentra en Bolivia y Ecuador? Qué implicancias tiene este tipo de pregunta sobre las posibilidades de control y, tal vez más importante, desarrollar un sistema regulatorio que sea justo y equitativo en la distribución de beneficios derivados de la utilización de esta secuencia.

A los países de la región se suma además un factor de complejidad adicional: el elemento cultural. Con una porción importante de las poblaciones indígenas localizadas en las regiones andino y amazónicas, los paradigmas occidentales de progreso y desarrollo no se condicen, necesariamente, con las visiones de progreso de estos grupos. Aunque paulatinamente se han ido conciliando de alguna manera estas visiones, hay un largo camino por recorrer. Las tecnologías descritas en este documento abordan dimensiones que son particularmente sensibles en el mundo indígena, como es la posibilidad de manipular la vida y sus componentes. Este elemento debe ser igualmente considerado en el debate.

Caja 1

Una de las más prometedoras tecnologías para contribuir a la conservación de la biodiversidad y la protección del medio ambiente la constituye la Inteligencia Artificial (IA). Sus aplicaciones son múltiples e insospechadas. Por ejemplo, ya se aplica la IA y la teoría de juegos, para modelar escenarios que permiten combatir la caza y pesca furtiva e ilegal. Esto ayuda a los guardaparques, guardias costeras y aquellos responsables de proteger el patrimonio natural adelantarse a la acción delictiva con un alto grado de certeza a partir de la aplicación de la IA en estos escenarios.¹⁹ En otro ejemplo, la IA combinada con vehículos autónomo (p.ej. drones) está empezando a suplir las ineficiencias de modelos antiguos de control y monitoreo de espacios marinos y la salud de las pesquerías. La potencia de este dúo de tecnologías puede ayudar a informar de manera mucho más eficiente los procesos de toma de decisión.²⁰ Un tercer ejemplo, la NASA, a través de imágenes satelitales e IA, se encuentra monitoreando la presencia y distribución de fitoplancton a partir de los efectos del cambio climático sobre las temperaturas del mar. La presencia de esta microalga es esencial para prevenir la elevación de concentraciones de CO₂ en el planeta.²¹ Las aplicaciones de la IA son innumerables y su efectividad comprada. Para los países de la región, mantenerse al día en sus avances y aplicaciones puede resultar esencial en la lucha por conservar el patrimonio natural.

Fuentes: Elaboración propia.

Inteligencia Artificial y conservación

Los retos y desafíos para los países de la región (Sudamérica)

Visto este escenario que se avecina con la Cuarta Revolución Industrial, es indispensable para los países de la región entender sus implicancias y alcances y preparar los marcos de políticas públicas y eventualmente normativos que le den cabida.

Con algunas excepciones en instituciones de especial prestigio (p.ej. Centro Internacional de la Papa, Centro Internacional para Agricultura Tropical, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, Instituto de Biotecnología de la UNAM, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Instituto Sinchi, EMBRAPA), los desarrollos biotecnológicos y afines, no se han consolidado ni expandido en la región. Mucho más retrasados se encuentran los países en el campo de la Inteligencia Artificial, "Big Data" y tecnologías de la información en general, como herramientas convergentes con la biotecnología, bioinformática, genómica, etc. Esa experticia en la interdisciplinariedad está confinada a mucho menos instituciones, principalmente en Brasil y México.

En la medida que estas tecnologías y sus aplicaciones sean vistas como "lejanas" y con poca aplicación práctica, difícilmente pueden integrarse de manera continua y permanente a una agenda política de desarrollo nacional, más allá de la existencia de documentos de estrategias y planes que las mencionen. Pasar el umbral en el cual estas tecnologías son indispensables para el desarrollo social y económico de un país, requiere de esfuerzos y mensajes potentes y sustentados.

Tampoco se trata de ser ilusos o excesivamente entusiastas, toda vez que la accesibilidad a estas tecnologías y las experticias para su manejo y gestión son costosas. La protección dada a muchas de estas tecnologías a través de la propiedad intelectual dificulta, sin lugar a dudas, su accesibilidad. Las licencias para utilizar algunas de ellas implican presupuestos considerables. Igualmente, se demandan capacidades humanas muy considerables para aprovechar debidamente este arsenal de herramientas tecnológicas. Un núcleo de profesionales comprometidos con el desarrollo nacional y con PhD como mínima exigencia académica, garantizan la sostenibilidad de iniciativas y esfuerzos en todos los campos. A todo esto, se suma el compromiso estatal, expresado concretamente en presupuestos asignados a la investigación. Esa es la valla con la cual se pueden medir los compromisos para potenciar las capacidades tecnológicas de un país. Los países en la región están muy lejos aún de destinar porcentajes adecuados de su PBI a la innovación e investigación científica.²²

Conclusiones

- La convergencia y casi fusión entre los mundos biológicos, digitales y físicos está teniendo impactos profundos en las ciencias de la vida, en la conservación de la biodiversidad y, en última instancia, en el desarrollo de las sociedades alrededor del mundo.
- Tecnologías intensivas en conocimiento y transversales en cuanto a sus campos de experticia tales como la genómica, edición de genes, biología sintética, bioinformática, Inteligencia Artificial, "blockchain", nano-biotecnología, entre otras, están cambiando la forma en la que se realiza la investigación y desarrollo, donde los recursos humanos y sus capacidades son tan o más importantes que las herramientas tecnológicas mismas.
- Las innovaciones resultantes en el campo de las ciencias de la salud, agricultura y producción de bienes industriales han alterado notablemente y en muchas formas el panorama legal, principalmente en materia de propiedad intelectual aplicable a estas innovaciones y en materia de ABS en tanto el objeto de interés dejó de ser el elemento tangible/material para pasar a ser la dimensión informacional.
- Para los países de la región en especial, pese a contar con la biodiversidad y recursos genéticos como la base material *fuentes* de la data e información, se está considerablemente retrasados no solamente en el conocimiento y uso de estas tecnologías -con contadas excepciones- sino que en general no cuenta con marcos de políticas públicas ni normativos que hagan frente adecuadamente a este nuevo fenómeno y paradigma de desarrollo

Recomendaciones

- Es necesario conciliar las tensiones que hay entre algunas tendencias internas en los países, como el Perú y otros ricos en biodiversidad. Por un lado, se estimulan, promueven y resaltan en las agendas políticas las oportunidades que ofrecen la biodiversidad y los recursos genéticos a través de estrategias, planes e incluso normativa. Pero, por otro lado, se tiende también a sobre regular o regular ineficientemente aspectos que inciden directamente en desestimular las inversiones e investigación en estos recursos. Estas tensiones generan incertidumbre e inestabilidad y, por ende, repercuten en el interés de diferentes actores en desarrollar proyectos e invertir en la investigación y desarrollo.
- En ese sentido, se sugiere implementar las muchas estrategias y planes existentes en los países de la región en materia de promoción de la tecnología, incluyendo la biotecnología. Brasil, Colombia, Chile, México, Perú, entre otros, cuentan con instrumentos vinculantes y no vinculantes que promueven el desarrollo tecnológico. Los diversos institutos públicos de promoción de la ciencia y tecnología (p.ej. CONCYTEC en Perú, SENACYT en Panamá, COLCIENCIAS en Colombia) deben elevar sus inversiones en apoyos al desarrollo y gestión de las diferentes tecnologías descritas en el presente Boletín.
- No hay en el ámbito regional (p.ej. en la CAN o la OTCA) espacios institucionalizados que permitan debatir entre los países y expertos los avances y posibilidades de estas tecnologías para luego informar y nutrir discusiones en el ámbito nacional. En ese sentido, se propone conformar un Grupo Técnico Permanente sobre Tecnologías Transformadoras y sus Desafíos, con una agenda dinámica que vaya alcanzado los debates internacionales en foros como los descritos y otros. Estos espacios permitirán, además, compartir experiencias y entender los factores habilitantes que permiten en algunos casos impulsar iniciativas con estas tecnologías.
- De especial atención, la biotecnología y la Inteligencia Artificial y sus aplicaciones demandan, sobre todo, recursos humanos debidamente capacitados para su aplicación e implementación. Las aplicaciones múltiples de estas tecnologías a la conservación exigen igualmente de un grado de conocimiento entre decisores y gestores para fines de entender que las inversiones en su desarrollo y adaptación nacional son eso, y no gastos innecesarios.

Referencias

ABS – Initiative (2018) *Marine Bioprospecting*, disponible en <http://www.abs-initiative.info/stakeholders/marine-bioprospecting/>

Jeweel, C., Balakrishnan, V.S. *The Battle to Own the CRISPR – Cas9 gene-editing tool*. WIPO Magazine. April, 2017. Available at, http://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2017/02/article_0005.html

Oldham, P. (2004) *Global Status and Trends in Intellectual Property Claims: Genomics, Proteomics and Biotechnology*. Submission to the Executive Secretary of the Convention on Biological Diversity. Center for Economic and Social Aspects of Genomics (CESAGen). United Kingdom. Available at http://policydialogue.org/files/events/Oldham_Global_Status_and_Trends_Microorganisms.pdf

Ruiz, M (2018) *Access to Genetic Resources and Benefit Sharing 25 Years on: Progress and Challenges*. Issue Paper No. 44. ICTSD, Geneva. Disponible en, https://www.ictsd.org/sites/default/files/research/access_to_genetic_resources_and_benefit_sharing_-_ruiz_final.pdf

Ruiz, Manuel. *Genetic Resources as Natural Information. Implications for the Nagoya Protocol*. Earthscan Publications from Routledge. London. 2015

WIPO Technology Trends 2019, Artificial Intelligence. Disponible en, https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_1055.pdf

World Economic Forum. *Harnessing the Fourth Industrial Revolution for Life on Land. Towards an Inclusive Bio-Economy*. Fourth Industrial Revolution for the Earth Series. January, 2018, p.3, Disponible en <https://www.weforum.org/reports/harnessing-the-fourth-industrial-revolution-for-life-on-land>

- 1 World Economic Forum. *Harnessing the Fourth Industrial Revolution for Life on Land. Towards an Inclusive Bio-Economy*. Fourth Industrial Revolution for the Earth Series. January, 2018, p.3, Disponible en http://www3.weforum.org/docs/WEF_Harnessing_4IR_Life_on_Land.pdf
- 2 Ver, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC120780/>
- 3 Ver, <https://www.ntnu.edu/physics/bionano>
- 4 Además del interés científico de esta tecnología, alrededor de ella ha surgido una controversia y disputa legal por la propiedad de su creación entre el Broad Institute de MIT y la Universidad de Harvard y la Universidad California Berkeley. Ver, Jeweel, C., Balakrishnan, V.S. *The Battle to Own the CRISPR – Cas9 gene-editing tool*. WIPO Magazine. April, 2017. Available at, http://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2017/02/article_0005.html
- 5 Ver, <http://www.syntheticbiology.org>
- 6 Ver, <https://en.wikipedia.org/wiki/Blockchain>
- 7 Ver, https://en.wikipedia.org/wiki/3D_bioprinting
- 8 Esto debe verse con cuidado, pues en la actualidad, países como Brasil, China, India y México, por ejemplo, han fortalecido notablemente sus capacidades endógenas para el manejo y la gestión de muchas de estas tecnologías y disciplinas. La otrora división Norte-Sur o desarrollados v. subdesarrollados está llena de matices entre los países.
- 9 Ver informe de OMPI sobre tendencias en la tecnología y la propiedad intelectual, *WIPO Technology Trends 2019, Artificial Intelligence*. Disponible en, https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_1055.pdf
- 10 Este instrumento elaborado durante la Décima Sesión Plenaria de OMS se encuentra disponible en, https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44867/9789243503080_spa.pdf;jsessionid=1B3F1B92DF5B6D179CEA89A944374EF6?sequence=1
- 11 El investigador y académico Paul Oldham lo ha expresado de manera clara: “Los fundamentos de la “vida” están cada vez más a la vista de manera que no requieren actos de colección en países de origen. Asimismo, la creciente habilidad de transformar la biología en un bien informacional (ej. ADN y datos de secuencias de amino ácidos) puede rendir controles físicos de utilidad limitada en un esfuerzo de controlar dichos bienes.” Ver, Oldham, P. (2004) *Global Status and Trends in Intellectual Property Claims: Genomics, Proteomics and Biotechnology*. Submission to the Executive Secretary of the Convention on Biological Diversity. Center for Economic and Social Aspects of Genomics (CESAGen). United Kingdom. Available at http://policydialogue.org/files/events/Oldham_Global_Status_and_Trends_Microorganisms.pdf
- 12 Ruiz, M (2018) *Access to Genetic Resources and Benefit Sharing 25 Years on: Progress and Challenges*. Issue Paper No. 44. ICTSD, Geneva. Disponible en, https://www.ictsd.org/sites/default/files/research/access_to_genetic_resources_and_benefit_sharing_-_ruiz_final.pdf
- 13 Ver la Resolución 4/2017 Operaciones del Sistema Multilateral sobre Acceso y Participación en los Beneficios (2017), por la cual se continua en el proceso de revisión de la eficacia y eficiencia del Sistema Multilateral. Disponible en, <http://www.fao.org/3/a-mv085e.pdf>
- 14 Ver por ejemplo el informe: *Potential Implications of New Synthetic Biology and Genomic Research Trajectories on the International Treaty for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (2017)* A study commissioned by the Secretariat of the International Treaty on PGRFA, FAO. Disponible en, http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/faoweb/plant-treaty/GB7/gb7_90.pdf
- 15 Ver informe sobre bioprospección marina de ABS – Initiative, disponible en <http://www.abs-initiative.info/stakeholders/marine-bioprospecting/>
- 16 Ruiz, Manuel. *Genetic Resources as Natural Information. Implications for the Nagoya Protocol*. Earthscan Publications from Routledge. London. 2015
- 17 World Economic Forum. 2018. *ob. cit.*
- 18 En EEUU de Norteamérica y Europa ya la discusión no es solamente política y normativa, sino que ha llegado al plano judicial. Muy importante en ese sentido son las sentencias judiciales referidas a las tecnologías de edición de genes (CRISPR) y las intensas batallas por su control y explotación comercial. Ver, *Panel Advances Key Public Interest Issues in Gene Editing Technology*. Available at, <https://www.ip-watch.org/2017/09/21/panel-brings-key-public-interest-issues-gene-editing-technology/>
- 19 El trabajo de USC Center of Artificial Intelligence for Society es, en ese sentido, pionero. Ver, <https://www.cais.usc.edu/projects/ai-for-conservation/>
- 20 Ver, Informe de Taller. Inteligencia Artificial para la Conservación (2017) Disponible en https://environmentalsolutions.mit.edu/wp-content/uploads/2017/10/AI_WorkshopReport_FINAL.pdf
- 21 Ver, *Three Ways in which AI is helping to Save the World*. Disponible en <https://ensia.com/features/three-ways-artificial-intelligence-is-helping-to-save-the-world/>
- 22 El caso de Perú es sintomático. Con posiblemente la biodiversidad más rica de la región, gasta menos del 0.1% de su PBI en innovación y desarrollo tecnológico. Esos niveles de inversión hacen imposible empatar el discurso entusiasta sobre el potencial de la biodiversidad, con las posibilidades reales de su aprovechamiento y, en última instancia, su conservación. Ver, <https://gestion.pe/economia/concytec-inversion-ciencia-tecnologia-e-innovacion-apenas-llega-0-12-pbi-247855>

Sobre los autores

Manuel Ruiz es abogado, especialista en derecho ambiental, Asesor e Investigador Senior de la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA). Cuenta con más de veinte años de experiencia en temas relacionados con propiedad intelectual y biodiversidad, habiendo sido consultor en estas materias para el BID, la OMPI, la FAO, el PNUD, entre otras organizaciones internacionales.

Konrad-Adenauer-Stiftung e.V. Programa Regional Seguridad Energética y Cambio Climático en América Latina (EKLA)

Directora: Nicole Stopfer

Coordinación editorial: María Fernanda Pineda / Giovanni Burga

Dirección fiscal: Av. Larco 109, Piso 2, Miraflores, Lima 18 - Perú

Dirección: Calle Cantuarias 160 Of. 202, Miraflores, Lima 18 - Perú

Tel: +51 (1) 320 2870

energie-klima-la@kas.de

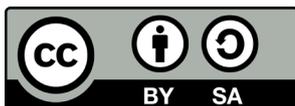
www.kas.de/energie-klima-lateinamerika/

Fotografía de portada:

ADN- Material genético

Derechos de autor: Dominio público-CC0 1.0 Universal.

Autor: Geralt. Fuente: Pixabay.com



“Esta publicación está bajo los términos de la licencia *Creative Commons Attribution-Share Conditions 4.0 international*. CC BY-SA 4.0 (disponible en: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

Aviso:

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la SPDA. Tampoco reflejan necesariamente los puntos de vista de la Fundación Konrad Adenauer.